



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

**Option : CONCEPTION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT**

**THEME :**

**CONCEPTION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE  
LA COMMUNE DE SOUR (W. MOSTAGANEM)**

**Présenté par :**

**ABBOU Ikram Malak**

**Devant les membres du jury**

<b>Nom et Prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
SALAH Boualem	Professeur	Président
TOUAHIR Sabah	M. A. A	Examinatrice
KAHLERRAS Malika	M. C. B	Examinatrice
ZAIBAK Issam	M. A. A	Promoteur

**Session décembre 2020**

# *Dédicace*

*Pour son soutien moral exceptionnel durant toute cette période et pour son aide dans les tâches ménagères quotidiennes, je ne pourrais omettre de mentionner la contribution de ma sœur aînée Dahbia, architecte universitaire, qui a mis à ma disposition son savoir-faire dans le domaine de la lecture et de la réalisation des plans d'une part et son moyen de locomotion nécessaire pour mes déplacements sur le terrain d'autre part.*

*Mes parents, mes chers parents, tous mes remerciements pour leur soutien moral quand je me retrouve stressée à cause de l'excès de travail. Surtout ma mère pour ses délicieux repas confectionnés à mon attention.*

*Merci pour mes frères Imad Eddine et Billal.*

## Remerciements

*En premier lieu, je tiens à remercier Mr Issam Zaïbek pour d'une part avoir accepté mon encadrement et d'autre part pour ses précieux et judicieux conseils sans lesquels ce document n'aurait pas pris forme. Que les autres membres du jury retrouvent ici ma gratitude pour avoir accepté de juger et critiquer ce modeste travail.*

*L'occasion se présente pour remercier toute l'équipe du service assainissement au niveau de la direction des ressources hydriques de la Wilaya de Mostaganem pour avoir mis à ma disposition plusieurs documents écrits et numérisés nécessaires pour l'aboutissement de cette œuvre. Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur Gassem de l'office national de drainage de Ain Tedles et Mustapha, subdivisionnaire des ressources ne eau pour ses conseils pratiques.*

*Le passage délicat du milieu universitaire vers le monde du terrain (chantier, administrations etc...) a été facilité grâce à la compagnie de Mr Fichem, ingénieur hydraulicien, du bureau d'études Aqua Engineering il a été aussi d'un précieux appui dans la rédaction et la structure de ce modeste document.*

*Et enfin, que ma gratitude soit exprimée ici à tous mes enseignants de l'école supérieure de l'hydraulique pour toutes les connaissances qu'ils ont prodiguées sans aucune lassitude.*

*Cette thèse n'aurait pu voir le jour sans les données qui m'ont été gracieusement fournies par les ingénieurs et responsables des différents services. Je tiens à exprimer mes remerciements particulièrement à :*

*-Messieurs Bekkouche Mohamed du service études et Bouali chef de service assainissement de la direction des ressources hydrauliques de Mostaganem.*

*- Monsieur Haouache Nabil responsable de la subdivision des ressources hydrauliques de la Daira de Ain Tedles*

*- Monsieur Fichem du bureau d'études « Aqua Engineering ».*

## ملخص

لم تعد شبكة الصرف الصحي القديمة في مدينة الصور – ولاية مستغانم – كافية لتقوم بدورها في جمع وتصريف مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار خارج المدينة. لذا قمنا بدراسة تصميم جديد للشبكة، يسبقه تشخيص الوضعية الحالية لعناصر شبكة المجاري والأنابيب التي جعلت إمكانية الكشف عن بعض الحالات الشاذة بالإضافة إلى ضيق بعض الأنابيب، التي تؤدي تدفق مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار من جهة ومخاطر أخرى كالفيضانات من جهة أخرى.

ومع زيادة المباني، اقترحنا تقديم توسيع لشبكة بلدية الصور بجذع على المجمع الرئيسي للشبكة القديمة.

## RESUME

L'ancien réseau d'assainissement vétuste de la ville de Sour (wilaya de Mostaganem) ne suffit plus pour jouer son rôle de collecte et d'évacuation des eaux usées et pluviales hors de l'agglomération.

Une nouvelle conception du réseau, précédé par un diagnostic de l'état actuel des éléments du réseau (égouts et conduites) qui a permis de déceler quelques anomalies, est souhaitée. La vétusté du réseau conjuguée à l'étroitesse de certaines conduites entraîne des problèmes d'écoulement des eaux usées provoquant leur débordement et donc des risques d'inondation.

Le dimensionnement d'un réseau concernant l'extension de Sour est proposé avec une jonction sur le collecteur principal de l'ancien réseau.

## ABSTRACT

The old dilapidated sanitation network in the town of Sour (wilaya of Mostaganem) is no longer sufficient to do its role of collecting and evacuating wastewater and rainwater outside the city. A new network design is desired. First, a diagnosis of the current state of network elements (sewers and pipes), was conducted, which has made it possible to detect some anomalies. The dilapidated nature of the network combined with the narrowness of some pipes leads to problems with the flow of wastewater causing them to overflow and therefore the risk of flooding. The sizing of a network for the extension of Sour is proposed with a junction on the main collector of the old network.

# Sommaire

Page

**Résumé**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction Générale**

## **Chapitre I : Présentation de la zone d'étude**

I.1. Situation géographique	01
I.2. Données naturelles du site	03
I.2.1. Situation topographique	03
I.2.2. Aspect géologique	03
I.2.3. Sismicité	04
I.2.4. Situation climatique	04
I.2.5. Situation hydrographie	06
I.3. Données démographiques	06
I.4. Encombrement du sous-sol	07
I.5. Infrastructures hydrauliques	07
I .5.1. Alimentation en eau potable	07
I .5.2. Assainissement	07
I.6. Conclusion	07

## **Chapitre II : Diagnostic du système d'évacuation**

II.1. Généralités	08
II.2. Objectifs d'une étude de diagnostic	09
II.3. Les types de diagnostic	09
II.4. Principales phases d'une étude de diagnostic	09
II.4.1. Collecte et exploitation de données	09
II.4.2. Le pré diagnostic	10
II.4.3. Reconnaissance approfondie	10
II.5. Nature des désordres	11
II.6. Techniques d'enquêtes, diagnostic	11
II.7. Aperçu général du réseau d'assainissement existant	11
II.7.1. Etat des regards	11
II.7.2. Etat des collecteurs	16
II.7.3. Etat de rejet	17
II.7.4. Etat du système d'évacuation des eaux pluviales	18
II.8. Constatations et recommandations	18
II.9. Conclusion	19

## **Chapitre III : Etude hydrologique**

III.1. Généralités	20
III.1.1. Les averses	20

III.1.2. Choix de la période de retour	20
III.1.3. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	21
III.2. Choix de la station pluviométrique	21
III.3. Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement	23
III.3.1. Analyse des données statistiques	23
III.3.1.1. Les caractéristiques empiriques de la série	23
III.3.1.2. Homogénéisation des données	25
III.3.2. Calcul des paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation	26
III.3.2.1. Loi de GUMBEL	27
a. Ajustement manuel de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	27
b. Ajustement (logiciel Hyfran) de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	29
III.3.2.2. Loi de GALTON (log normal)	30
a. Ajustement manuel de la série pluviométrique à la loi de GALTON	30
b. Ajustement (logiciel Hyfran) de la série pluviométrique à la loi de GALTON	33
III.3.2.3. Choix de la loi d'ajustement	34
a. Test graphique	34
b. Test d'adéquation de Khi-deux	34
a. Sélection de la loi	34
III.4. Calcul des pluies et des intensités de courte durée	35
III.5. Calcul de l'intensité de la pluie	36
III.6. Conclusion	37

#### **Chapitre IV : Calcul de base**

IV.1. Définition d'un système d'évacuation	38
IV.2. Différents systèmes d'évacuation	38
IV.3. Choix du système d'évacuation	42
IV.4. Définition d'un schéma d'évacuation	42
IV.5. Différents schémas d'évacuation	42
IV.6. Choix du schéma d'évacuation	44
IV.7. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins	45
IV.8. Situation démographique	45
IV.9. Choix du coefficient de ruissellement	46
IV.9.1. Paramètres influençant sur le coefficient de ruissellement	46
IV.9.2. Les contraintes rencontrées lors de l'évaluation du coefficient de ruissellement	46
a. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps	47
b. Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	47
c. Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	47
d. Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence	48
e. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps	48
IV.10. Calcul de la population de chaque sous bassin	50
IV.11. Conclusion	51

## **Chapitre V : Evaluation des débits**

V.1. Evaluation des débits des eaux usées	52
V.1.1. Nature des eaux usées à évacuer	52
V.1.2. Consommation en eau potable	53
V.1.3. Estimation des débits des eaux usées	54
V.1.3.1. Evaluation des débits d'eaux usées domestiques	54
V.1.3.2. Évaluation du débit moyen journalier	54
V.1.3.3. Évaluation des débits de pointe	54
V.2. Evaluation des débits d'eaux pluviales	56
V.2.1. Méthode rationnelle	57
V.2.2. Méthode superficielle (méthode de Caquot)	58
V.2.3. Formules d'assemblage et d'équivalence	60
V.3. Application	60
V.3.1. Choix de la méthode de calcul	60
V.3.2. Intensité moyenne maximale	61
V.3.3. Coefficient de correction ( $\alpha$ ) (réducteur de l'intensité)	61
V.4. Conclusion	62

## **Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

VI.1. Conditions du dimensionnement	63
VI.2. Hypothèses de calcul	63
VI.3. Mode du calcul	64
VI.4. Conclusion	72

## **Chapitre VII : Les éléments constitutifs du réseau**

VII.1. Les ouvrages principaux	73
VII.1.1. Les canalisations	73
VII.1.2. Formes et sections de conduites	73
VII.1.3. Critères du choix de conduite	73
VII.1.4. Types de matériaux	73
VII.1.4.1. Conduite en fonte	73
VII.1.4.2. Conduite en amiante ciment	74
VII.1.4.3. Conduite en grés	74
VII.1.4.4. Conduite en matière plastique	75
VII.1.4.5. Conduite en béton armé	75
VII.1.5. Les essais de conduites préfabriqués	76
VII.1.5.1. Essai à l'écrasement	76
VII.1.5.2. Essai d'étanchéité	76
VII.1.5.3. Essai de corrosion (chimique)	76
VII.1.6. Les remèdes	77
VII.1.7. Pose de canalisation	77
VII.1.7.1. Les conditions de pose	77
VII.1.7.2. Les modes de pose	77

VII.2. Les ouvrages annexes	78
VII.2.1. Les ouvrages normaux	78
VII.2.1.1. Les branchements particuliers	78
VII.2.1.2. Les bouches d'égout	78
VII.2.1.3. Les regards	79
VII.2.2. Les ouvrages spéciaux	80
VII.3. Conclusion	81

### **Chapitre VIII : Organisation de chantier**

VIII.1. Exécution des travaux	82
VIII.1.1. Manutention et vérification des canalisations	82
VIII.1.2. Stockage des conduites	83
VIII.1.3. Décapage de la terre végétale	83
VIII.1.4. Emplacement des jalons des piquets (piquetage)	83
VIII.1.5. Exécution des tranchées et des regards	83
VIII.1.6. Aménagement du lit de pose	84
VIII.1.7. Mise en place des canalisations en tranchées	84
VIII.1.8. Assemblage des tuyaux	85
VIII.1.9. Construction des regards	85
VIII.1.10. Réalisation des branchements	86
VIII.1.11. Remblayage et compactage	86
VIII.2. Planification des travaux	86
VIII.2.1. Technique de la planification (différents réseaux de planification)	86
VIII.2.2. Construction du réseau	87
VIII.2.3. Méthode du chemin critique	87
VIII.2.4. Les étapes de la planification	87
VIII.2.5. Symboles des différentes opérations	88
VIII.2.6. Détermination des délais	89
VIII.3. Devis quantitatif et estimatif	89
VIII.3.1. Détermination des différents volumes	89
VIII.4. Conclusion	91

### **Conclusion Générale**

### **Références Bibliographiques**

### **Annexes**



# Liste des tableaux

Page

## Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Tableau I-1	Répartition moyenne mensuelle des températures en (°C)	04
Tableau I-2	Répartition mensuelle des précipitations moyennes en mm	04
Tableau I-3	Humidités relative moyennes mensuelles (1991-2010)	05
Tableau I-4	L'évapotranspiration potentielle mensuelle (1981-2015)	06
Tableau I-5	Répartition de la population dans la commune de SOUR	06

## Chapitre II : Diagnostic du système d'évacuation

Tableau II-1	Nombre et typologie des regards	11
Tableau II-2	Matériaux des conduites	16
Tableau II-3	Conduites sous dimensionnées	16

## Chapitre III : Etude hydrologique

Tableau III-1	Caractéristiques géographiques des stations pluviométriques.	22
Tableau III-2	Identification de la station pluviométrique.	23
Tableau III-3	Série pluviométrique (station Kheireddine) 1970-2012	24
Tableau III-4	Caractéristiques de l'échantillon.	25
Tableau III-5	Calcul des paramètres du test de la médiane.	26
Tableau III-6	Résultat du test de la médiane.	26
Tableau III-7	Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de GUMBEL.	28
Tableau III-8	Les calculs par logiciel logicielle HYFRAN (loi de GUMBEL).	29
Tableau III-9	Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de GALTON	32
Tableau III-10	Les calculs par logiciel HYFRAN (loi de GALTON).	33
Tableau III-11	Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités.	35

## Chapitre IV : Calcul de base

Tableau IV-1	Les avantages et les inconvénients des systèmes fondamentaux	40
Tableau IV-2	Les sous bassins de la zone d'étude et leurs surfaces	45
Tableau IV-3	Répartition de la population à différent horizons	46
Tableau IV-4	Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	47
Tableau IV-5	Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	47
Tableau IV-6	Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence	48
Tableau IV-7	Coefficient de ruissèlement pour chaque sous bassin	48
Tableau IV-8	Répartition de population dans chaque sous bassin	51

## Chapitre V : Evaluation des débits

Tableau V-1	Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin	55
Tableau V-2	Détermination des débits de pointes d'eaux usées	56
Tableau V-3	Les règles d'assemblage utilisées	60
Tableau V-4	Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous-bassin	61
Tableau V-5	Évaluation des débits totaux	62

## **Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

Tableau VI-1	Coefficient de Manning-Strickler (Ks) en fonction de la nature de parois	64
Tableau VI-2	Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 09	66
Tableau VI-3	Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 10	67
Tableau VI-4	Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 12	69
Tableau VI-5	Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 11	70

## **Chapitre VIII : Organisation de chantier**

Tableau VII-1	Détermination des délais.	89
Tableau VII-2	Coefficient de foisonnement	90
Tableau VII-3	Volumes de travaux	90
Tableau VII-4	Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.	91

## Liste des figures

Page

### Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I-1	Situation de la ville SOUR.	01
Figure I-2	Carte de zonage sismique de l'Algérie	03
Figure I-3	Variation mensuelle des précipitations	04
Figure I-4	Diagramme ombrothermique	05
Figure I-5	Réseau hydrographique de la wilaya de Mostaganem	06

### Chapitre II : Diagnostic du système d'évacuation

Figure II-1	Regard R03	12
Figure II-2	Regard R04	12
Figure II-3	Regard R09	12
Figure II-4	Regard R10	12
Figure II-5	Regard R16	13
Figure II-6	Regard R20	13
Figure II-7	Regard R39	13
Figure II-8	Regard R49	13
Figure II-9	Regard R88	14
Figure II-10	Regard R91	14
Figure II-11	Regard R98	14
Figure II-12	Regard R125	14
Figure II-13	Regard R126	15
Figure II-14	Regard R139	15
Figure II-15	Regard R144	15
Figure II-16	Regard R148	15
Figure II-17	Regard R151	16

### Chapitre III : Etude hydrologique

Figure III-1	Localisation des stations pluviométriques.	22
Figure III-2	Ajustement graphique à la loi GUMBEL.	30
Figure III-3	Ajustement graphique à la loi log normal.	33
Figure III-4	Courbe intensité-durée-fréquence.	36

### Chapitre IV : Calcul de base

Figure IV-1	Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire	38
Figure IV-2	Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif	39
Figure IV-3	Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo séparatif	39
Figure IV-4	Schéma perpendiculaire	42
Figure IV-5	Schéma par déplacement latéral	43
Figure IV-6	Schéma à collecteur transversale ou oblique	43
Figure IV-7	Schéma à collecteur étagé	43
Figure IV-8	Schéma radial	44

## **Chapitre VII : Les éléments constitutifs du réseau**

Figure VII-1	Joints sur tuyaux en amiante ciment	74
Figure VII-2	Joints sur tuyau en grès	74
Figure VII-3	Joints sur tuyaux en béton	76
Figure VII-4	Pose de canalisation sur un terrain ordinaire	77
Figure VII-5	Pose de canalisation sur un mauvais terrain	78
Figure VII-6	Exemple d'une bouche d'égout sans décantation	79
Figure VII-7	Exemple d'un regard simple	79

## Liste des abréviations

DRE : Direction des Ressources en Eau.

ONM : Office Nationale de la Météorologie.

ACL : Agglomération Chef-Lieu.

AS : Agglomération Secondaire.

ONS : Office National des Statistiques.

ONA : Office National de l'Assainissement.

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

MAO : Mostaganem Arzew Oran.

MTH : Maladie a transmis hydrique.

RN : Route National.

PE : Polyéthylène.

PVC : Polychlorure de vinyle.

ECPP : Eaux Claires Parasites Permanentes.

ATV : Assainissement Terrassement Voirie.

## **Liste des planches**

**Planche 1 :** Plan du réseau d'assainissement existant.

**Planche 2 :** Plan du réseau d'assainissement projetée.

**Planche 3 :** Profil en long de l'intercepteur.

## INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, au niveau national, le linéaire de réseaux construits a atteint 47 000 km à la fin 20016 (DAPE, 2016) avec un taux de raccordement national moyen, hors population éparse, de près de 85% (CATE, 2001). La pollution des milieux naturels par les rejets directs ou indirects d'effluents provenant de l'assainissement urbain (eaux pluviales et eaux usées) devient très inquiétante. Dans les villes côtières, le potentiel piscicole des eaux de mer commence à diminuer d'une façon alarmante (CATE, 1998).

Dans la wilaya de Mostaganem en particulier, la gestion des réseaux d'assainissement urbains, datant de l'ère coloniale, répond surtout à des problèmes ponctuels dans l'espace et à des moments immédiats et bien définis surtout durant les saisons d'automne et en hiver.

L'intensification de l'urbanisation due à la croissance démographique (900 00 hbts au niveau de la wilya), conjuguée à l'émergence de nouvelles cités urbaines (habitations), à l'apparition des infrastructures administratives accompagnatrices (lycée, écoles, mosquée.....) et aux perturbations climatiques (surtout pluviales) fait que le réseau d'assainissement existant ne peut plus jouer son rôle principal pour lequel il a été dimensionner, à savoir l'évacuation rapide des eaux usées et pluviales.

Dans la commune de Sour, les pouvoirs publics (plus particulièrement le service de l'ONA) ne se soucient que du raccordement de la population au réseau existant sans procéder à l'entretien et à la maintenance de ce dernier ce qui provoque des graves anomalies relatives à l'écoulement des eaux usées et pluviales et ainsi provoquer des problèmes sanitaires.

L'étude présentée ici, concernant le réseau d'assainissement urbain du chef lieu de la commune de Sour (wilaya de Mostaganem), s'est réalisé en deux étapes :

1. Selon les moyens dont on dispose et de la situation épidémique de la zone d'étude un diagnostic restreint des éléments (conduites, regards, ...), du réseau d'assainissement existant. Ceci nous a permis d'effectuer plusieurs visites sur le terrain en compagnie de l'ingénieur hydraulicien de l'ONA.

2. et une deuxième partie concerne le dimensionnement du réseau d'assainissement de l'extension de la ville; ce nouveau réseau est intégré à l'ancien. Ainsi de nouvelles conduites sont mises en place, un aménagement de nouveaux regards est proposé, et enfin le remplacement de certaines conduites par d'autres de dimensions et de nature différente.

# Chapitre I

Présentation de la zone d'étude



## Chapitre I. Présentation de la zone d'étude

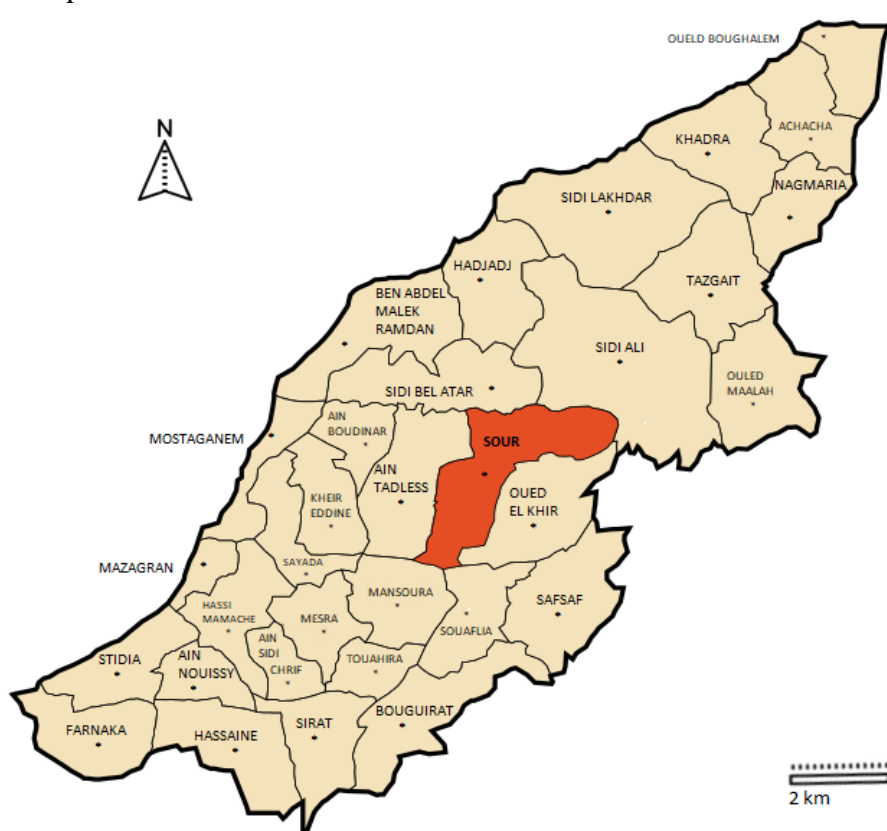
La présentation de la zone d'étude est une phase très importante, pour cela la collecte des données doit être menée avec prudence. Dans un projet d'assainissement les caractéristiques de la ville sont à prendre en considération parce qu'elles représentent un facteur déterminant et décisif dans le choix de la variable à élaborer (relief, climat, structure de l'agglomération, ...). Pour une bonne exécution des travaux et un bon fonctionnement du système d'évacuation, une opération de recherche et de collecte des données dans différents secteurs et administrations devance les autres phases du travail.

### I.1. Situation géographique

Sour est une des communes de la daïra de Aïn Tedles dans la wilaya de Mostaganem. Située au sud-est du chef-lieu de la wilaya, la ville de Sour est à une distance de 3 km du chef-lieu de la daïra et de 23 km de la ville de Mostaganem. (**Figure I-1**)

Cette commune couvre une superficie totale de 72 km<sup>2</sup> et est limitée :

- Au Nord-Ouest par la commune de Sidi Belattar
- Au Nord-Est par la commune de Sidi Ali
- A l'Est par la commune de Oued El Kheir
- Au Sud-ouest par la commune de Mansoura
- Au Sud-Est par la commune de Souaflia
- A l'Ouest par la commune de Ain Tedeles.



**Figure I-1** : Situation de la ville SOUR.

Source : DRE Mostaganem

En plus de l'agglomération du chef-lieu, la commune renferme trois autres entités secondaires (Achestra centre, Achestra Ammour et Graouacha). L'agglomération du chef-lieu (ACL) s'étend sur une superficie de 42 ha alors que les agglomérations secondaires occupent une surface de 64,8 ha.

Le territoire de la commune est constitué de deux entités physiques bien distinctes :

- **La vallée du Chélif**

Localisée au nord de la commune, elle se trouve à une altitude moyenne de 10 mètres, c'est une zone riche en potentialités agro-pédologiques et hydriques, favorisée par la présence de l'oued Chélif qui constitue un atout pour le développement économique de la commune.

- **La zone du plateau**

Elle occupe la partie centrale et sud de la commune et se trouve à une altitude variable entre 80 et 300 m NGA. Néanmoins, on note la présence de deux djebels importants :

- Le djebel Menni localisé au nord-est de la commune, il est à une altitude de 300 m NGA. Abrupt, il est caractérisé par de fortes pentes. L'érosion est la source des ravinements, provoqués par les eaux de ruissellement, et de la constitution géologique fragile (les marnes)
- Le Djebel Goumi situé à l'extrême sud de la commune.

Les coordonnées géographiques sont les suivantes :

- Latitude : 36° 00' 00" Nord
- Longitude : 0° 20' 20" Est.

## **I.2. Données naturelles du site**

### **I.2.1. Situation topographique**

Sachant que l'évacuation des effluents s'effectue généralement par gravité, sauf dans certains cas où le relief exige un relevage, l'aspect topographique de la surface du sol joue un rôle primordial dans l'analyse des drainages naturels et le choix et la conception du système d'évacuation des eaux.

Le terrain naturel de l'ACL (agglomération du chef-lieu) Sour est orienté du nord et du sud vers le Nord-Est, avec une pente moyenne de l'ordre de 3 %.

La commune est une zone caractérisée par la présence des terrains à faibles pentes qui varient entre 1 % et 3 %. Elles ont une orientation Nord-Sud avec une moyenne de 1 à 2 % et Ouest-Est (La nouvelle zone) avec une moyenne de 2 à 3 %.

### **I.2.2. Aspect géologique**

L'étude géologique et géomorphologique réalisée sur site en juillet 2003 montre la nature des roches (sables, marnes et argiles). Malgré la pluviométrie annuelle modérée (400 mm), les fortes pentes, donne une certaine prédisposition au ruissellement, à l'érosion et à des risques de glissements localisés.

### I.2.3. Sismicité

La stabilité du réseau dépend aussi de l'activité tectonique des couches, un séisme influe facilement sur l'étanchéité du réseau car la propagation de l'onde de choc touche les points faibles d'un système d'évacuation qui se limitent au niveau des raccordements.

La wilaya de Mostaganem est classée dans la zone sismique II-a (Figure I-2). La daïra de Aïn Tedles est une zone soumise à des activités sismiques en raison du contact entre le plateau de Mostaganem (environ 200 m d'altitude) et la vallée du bas-Cheliff et surtout la grande fracture Est-Ouest.

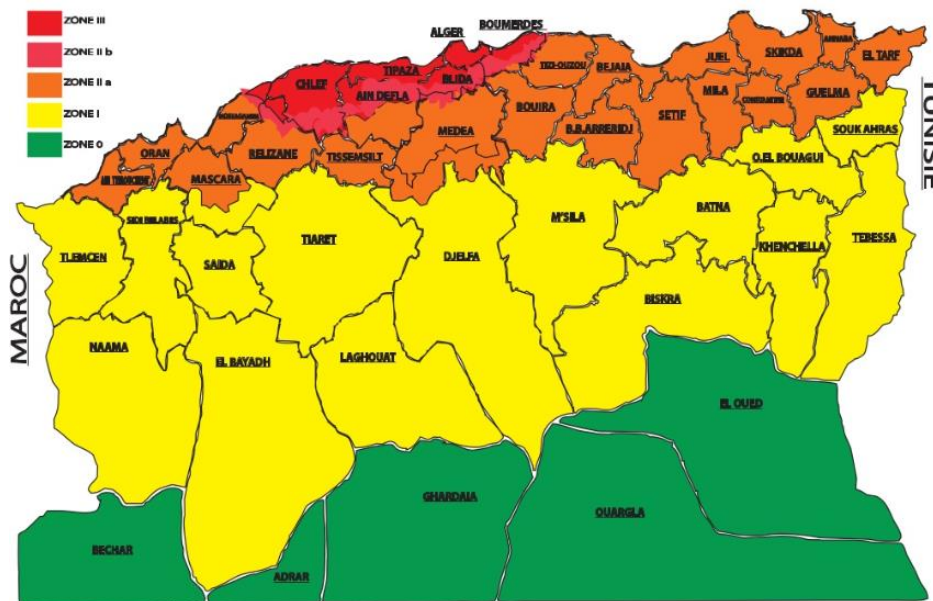


Figure I-2 : Carte de zonage sismique de l'Algérie

Source : Centre Nationale de Recherche Appliquée en Genie Parasismique.

### I.2.4. Situation climatique

- **Type de climat**

D'après la classification de Koppen, la région de Sour jouit d'un climat du type méditerranéen, caractérisé par deux saisons d'inégale durée,

- L'une froide et humide allant du mois d'octobre au mois d'avril
- Et l'autre sèche et chaude du mois de mai au mois de septembre.

Pour la station météorologique de Mostaganem ( $P = 342$  mm,  $T = 18$  °C), l'indice d'aridité (IA) de Martonne indique un climat semi-aride ( $10 < I < 20$ ) alors que le quotient pluviométrique de Moral correspond à un climat sec ( $IA < 1$ ).

- **Température**

Les températures sont liées généralement aux saisons. Le tableau I-1 indique la variation mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales durant l'année. La température moyenne annuelle, s'étalant sur une période d'observations de 36 ans (entre 1977 et 2012), est de 17,5 °C

Les températures mensuelles moyennes minimales et maximales sont respectivement de 5 °C, enregistrée au mois de janvier et 33 °C enregistrée au mois d'août.

De juin à octobre les températures moyennes varient entre 20,7 °C et 25,3 °C. En hiver, les températures moyennes mensuelles ne franchissent pas la barre des 10 °C.

**Tableau I-1** : Répartition moyenne mensuelle des températures en (°C)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T (°C)	23,4	20,1	15,8	13,8	10,7	11,2	12,8	15,2	18,3	22,5	25,3	26,8

Source : ONM

### • Pluviométrie

Les précipitations jouent un rôle très important dans l'étude d'un projet d'assainissement. Donc une analyse pointue des observations est d'une nécessité absolue.

La pluviométrie moyenne annuelle, enregistrée sur un période de 36 ans, allant de l'année 1977 à 2012, est de 347,8 mm.

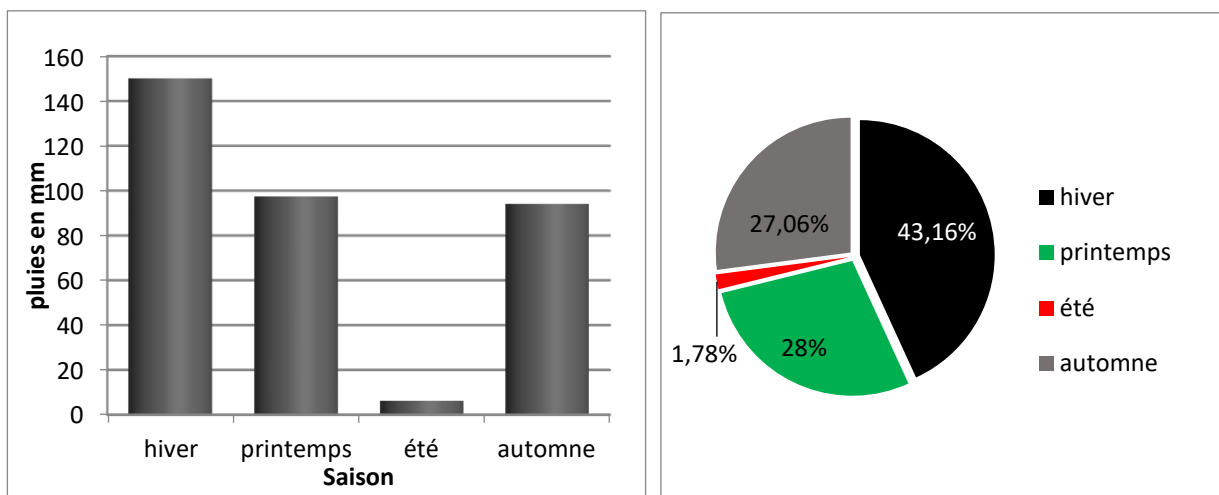
**Tableau I-2** : Répartition mensuelle des précipitations moyennes en mm (Station Khir-Dine)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Annuelle
P (mm)	12,0	33,0	49,1	55,8	46,4	47,9	39,7	33,6	24,1	3,3	1,0	1,9	347,8

Source : ONM

La figure I-3 montre la répartition saisonnière des pluies. La saison hivernale entre le mois de décembre et février est celle qui reçoit le plus d'eaux pluviales avec un total de 150 mm ce qui représente 43,6 % des pluies annuelles. Par contre la saison estivale (de juin à août) est la moins arrosée avec moins de 6,2 mm soit moins de 2 % des pluies annuelles.

Alors que les saisons du printemps et de l'automne, elles reçoivent approximativement la même quantité ne dépassant pas les 100 mm chacune, soit respectivement 28 et 27 % du total annuel.

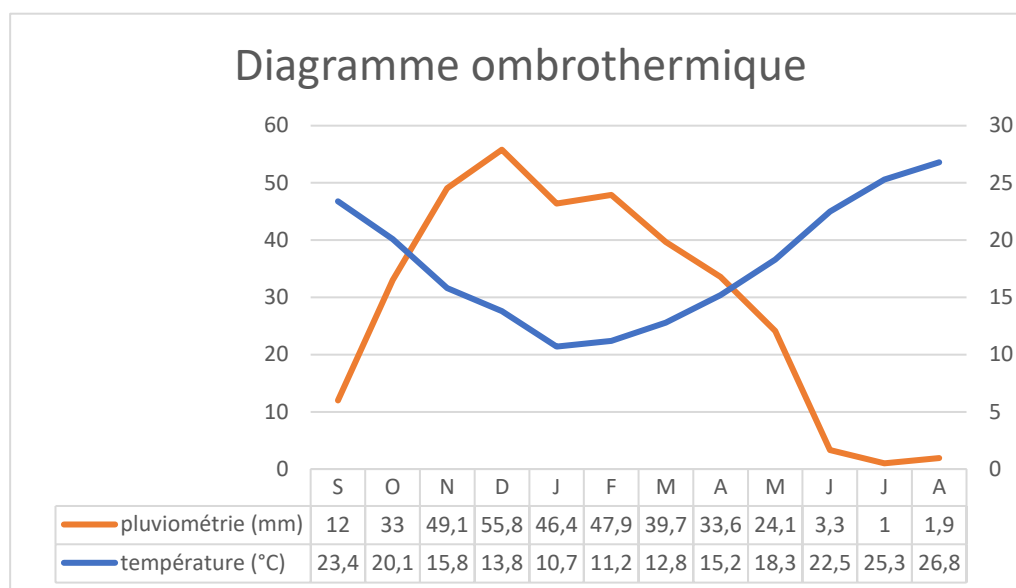


**Figure I-3** : Variation mensuelle des précipitations

Le diagramme ombrothermique est une représentation graphique incluant les températures et les précipitations pour matérialiser les périodes sèches et humides.

L'analyse des données pluviométriques pour les différentes stations situées sur le littoral de Mostaganem, permet de distinguer deux périodes dans l'année (figure I-4)

- ❖ Une période pluvieuse longue de neuf mois, du mois de septembre jusqu'au mois de mai.
- ❖ Une période sèche plus courte, qui s'étale sur trois mois consécutifs juin, juillet et août.



**Figure I-4 : Diagramme ombrothermique**

- **Humidité relative**

L'humidité relative HR de l'air est le rapport entre la pression réelle de la vapeur d'eau dans l'air et la pression de vapeur saturante à la température ambiante. Elle donne un aperçu sur l'état hydrique de l'air.

Enregistrée sur une période de vingt ans (entre 1991 et 2010), les valeurs de cette humidité sont consignées dans le tableau I-3.

**Tableau I-3 : Humidités relative moyennes mensuelles (1991-2010)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuel
HR (%)	57,3	66	69,6	74,3	74,3	73	65,6	66,5	60,5	53,2	45,4	70	64,64

*Source : ONM*

L'analyse de ces valeurs montre que la région est humide avec des valeurs qui dépassent les 50% durant presque la totalité de l'année.

- **Vent**

Les vents dominants soufflent du nord ou du sud-ouest. La direction dominante sud-ouest s'étale de novembre à mi-avril et la direction nord de mi-avril à mi-octobre. La vitesse du vent, d'une moyenne annuelle de 2,4 m/s, est variable d'un mois à l'autre.

- **Evapotranspiration potentielle**

L'évapotranspiration potentielle est le principal facteur limitant les ressources en eaux exploitables dans un bassin versant. Elle représente les pertes totales en eau du sol par évaporation directe et par transpiration biologique lorsque les réserves en eau du sol sont suffisantes et disponibles en permanence.

Le tableau I-4 donnant les valeurs de l'évapotranspiration potentielle calculée par la méthode Turc montre que la zone est sujette à une forte évapotranspiration du mois de mai jusqu'à octobre.

**Tableau I-4 : L'évapotranspiration potentielle mensuelle (1981-2015)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moyenne annuel
E.T. P	107,6	76,2	42,9	34,5	20,9	22,2	34,6	50,6	79,6	117,4	148,8	156,4	892

Source : ONM

### I.2.5. Situation hydrographique

La commune de Sour se situe au centre de la wilaya, elle contient la partie aval du bassin versant du Cheliff avec la terminaison de l'oued Chlef rejoignant la mer.



**Figure I-5 : Réseau hydrographique de la wilaya de Mostaganem**

Source : DRE Mostaganem

### I.3. Données démographiques

La commune de Sour compte 22 528 habitants (statistiques 2008) dont 11 347 de sexe masculin (soit 50,06 %) avec un taux de croissance démographique de 0,98 % qui est inférieur au taux d'accroissement de la wilaya de Mostaganem estimé à 1,6 % pour la même décennie.

**Tableau I-5 : Répartition de la population dans la commune de SOUR**

Dispersion		RGPH 2008	
ACL		4 222	
AS	ACHASTA Centre	919	2952
	ACHASTA Amour	1 534	
	GARAOUCHA	499	
Zone Eparsé		15 354	
Commune		22 528	

Source : ONS (RGPH 2008)

Les trois quarts de la population ont moins de 39 ans et 90 % en ont moins de 54 ans. La densité démographique moyenne est de 315 habitants au km<sup>2</sup>.

#### **I.4. Encombrement du sous-sol**

Le sous-sol de la ville de Sour dispose de plusieurs réseaux divers (gaz, électricité, alimentation en eau potable, assainissement).

#### **I.5. Infrastructures hydrauliques**

##### **I .5.1. Alimentation en eau potable**

En remplacement de l'arrêt des trois forages (F1-F2-F3) qui alimentaient jadis cette localité, l'alimentation en eau potable du chef-lieu de Sour est assurée actuellement par le système MAO et le dessalement des eaux de mer.

La disponibilité d'un réservoir d'une capacité de 1000 m<sup>3</sup> et d'une bache à eau d'une capacité de 80 m<sup>3</sup> est une autre donnée à prendre en compte dans la distribution.

##### **I .5.2. Assainissement**

L'agglomération est dotée d'un réseau d'assainissement des eaux usées, constitué principalement des eaux de ménage, les eaux industrielles sont pratiquement inexistantes. L'agglomération chef-lieu dispose d'un réseau d'assainissement de type unitaire d'une longueur totale de 11372 ml, réalisé en conduites en béton armé et PVC de diamètres variant de 300 à 800 mm. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est estimé égal à 100 %.

L'évacuation des eaux provenant de l'ACL s'effectue d'une façon gravitaire pour se rassembler au niveau d'un point unique et se rejeter dans un canal à ciel ouvert vers l'oued Cheliff situé au nord de l'agglomération.

#### **I.6. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons parlé sur les points essentiels de la zone d'étude qui représentent l'identité de l'ACL de la commune Sour pour entamer notre étude du projet. Ces données concernent notre agglomération du point de vue topographie, géologie, climatologie, démographie ainsi que la situation hydraulique.

# Chapitre II

Diagnostic du système  
d'évacuation



## Chapitre II. Diagnostic du système d'évacuation

Ce chapitre consiste à prospecter l'état des lieux du système existant dans la zone, car le réseau d'assainissement, au bout de quelques années en fonction, présente des anomalies susceptibles de perturber le fonctionnement du système d'évacuation des eaux usées et pluviales, de restreindre la pérennité des ouvrages ou de nuire à l'environnement.

Les causes majeures pour qu'un réseau d'assainissement ne réponde plus à ces fonctions sont l'effondrement de certaines conduites dû aux efforts physique excessifs, au rétrécissement des sections des conduites ou à leur obturation dû aux dépôts et à la corrosion des parois internes des conduites par certains gaz.

L'objectif primordial d'un diagnostic d'un système d'évacuation au niveau d'une agglomération est le rassemblement maximum d'informations sur sa situation et surtout sur la qualité de son fonctionnement. Ces synthèses sont faites à partir de son auscultation, les points douteux du réseau sont relevés dans le but de la réhabilitation ou la restructuration tout en prévenant les zones d'extension urbaines.

### II.1. Généralités

Un système d'évacuation est l'ensemble d'ouvrages permettant la collecte et l'évacuation des eaux usées domestiques, industrielles et pluviales hors de l'agglomération vers un point précis appelé l'exutoire.

Ce système doit remplir les fonctions principales suivantes :

- Protection de l'environnement urbain, ou drainage des eaux urbaines, par temps de pluie ou par temps sec
- Stabilité de tous les ouvrages.

Les dysfonctionnements d'un réseau d'assainissement est une perturbation du service rendu, sans son arrêt, entraînant une désorganisation de l'un ou plusieurs de ses environnements. Les événements, à l'origine des dégradations structurelles ou fonctionnelles, d'un ou de plusieurs ouvrages constituant le système, et plus particulièrement les collecteurs sont :

- La fréquence des dépôts qui entraîne des mises en charge des conduites, donc des risques d'inondation ou tout simplement de débordement ;
- Les trous, les fissures, la corrosion interne ou externe des ouvrages, peuvent selon leur importance mettre en danger la stabilité structurelle d'un ouvrage, entraînant des déformations de sa géométrie ou même son effondrement ;
- Ces mêmes dégradations structurelles, peuvent d'une part entraîner l'infiltration d'eaux claires (eau parasite), et d'autre part, l'exfiltration des effluents.

Dans le premier cas, la dilution des effluents ne permet plus un traitement optimal au niveau des stations d'épuration ; et dans le second cas, la pollution d'une nappe phréatique, qu'elle soit exploitée ou pas, est un critère qui prend de plus en plus de l'importance. Finalement, la panne d'un réseau d'assainissement est une rupture nette du service, entraînant des désordres, et peut-

être même des arrêts de fonction dans certains environnements. Une panne peut être alors définie comme étant l'accomplissement final d'un dysfonctionnement.

## II.2. Objectifs d'une étude de diagnostic

Les diagnostics en assainissement sont des études préalables ou complémentaires d'aide à la décision qui ont pour but de dresser le bilan actuel de fonctionnement des systèmes d'assainissement collectif, d'éliminer le maximum d'eaux parasites, de mettre en place les améliorations nécessaires au bon fonctionnement de ces systèmes et d'établir un programme des travaux à mettre en place.

Les études diagnostiques ont pour objectif de proposer au Maître d'Ouvrage les solutions techniques les mieux adaptées à la collecte, au traitement et aux rejets dans le milieu naturel des eaux usées d'origine domestique et/ou industrielle en intégrant les aspects économiques et environnementaux.

Le diagnostic est donc un indicateur de l'efficacité et de la pérennité du système de collecte (détectant les défauts et dysfonctionnements, et estimant parfois leurs éventuels impacts). Cette évaluation nécessite d'être actualisée suivant les interventions réalisées sur le réseau.

## II.3. Les types de diagnostic

Il existe deux catégories de diagnostic qui sont très liés, en effet ils sont complémentaires puisque des problèmes liés à l'une d'elles peuvent avoir des conséquences sur l'autre.

- **Diagnostic fonctionnel**

Basé sur l'efficacité hydraulique (débit et flux polluants), il porte sur le transfert sans perte ni dégradation des effluents.

- **Diagnostic structurel**

Basé sur l'état de la structure, il porte sur la pérennité des ouvrages et les dommages éventuels susceptibles d'être entraînés par leur ruine. Ce diagnostic concerne les regards, déversoirs et postes de relèvement ou le tronçon de collecteur.

## II.4. Principales phases d'une étude de diagnostic

La démarche à suivre consiste à appliquer d'une manière plus ou moins fine, l'ensemble des techniques d'études disponibles, à travers une méthodologie dont les principales étapes sont les suivantes

### II.4.1. Collecte et exploitation de données

La collecte des données nécessite au préalable un scénario d'interventions sur terrain pour la prise des connaissances et les visites d'ouvrages.

Deux sortes de données peuvent être distinguées :

- Données de base

Elles constituent l'ensemble de données nécessaires à un bon diagnostic.

Les données de base sont définies comme :

- Données relatives à la collecte le nombre d'habitants pour chaque sous bassin élémentaire et leur consommation en eau potable ; la surface totale drainée de chaque sous bassin et ses caractéristiques (degré d'imperméabilisation, intensité de pluie et pente) ;

- Données relatives au réseau et à ses ouvrages annexes (collecteur, station de relevage, déversoir d'orage, déssableur, déshuileur, bassin de retenue, bassin d'orage, ...).
- Données relatives au traitement : bilan de traitement
  
- Données d'orientation

Elles sont relatives aux conséquences que peuvent avoir les différents dysfonctionnements : impact sur le bâti et les réseaux voisins, perturbation des usages en surface, pollution d'une nappe, etc...

Elles sont qualifiées de données d'orientation car elles servent à définir les lieux et les types de pré-diagnostic à mettre en place.

#### **II.4.2. Le pré diagnostic**

Dans cette phase, et après la collecte des données, un examen à entreprendre sur le réseau d'assainissement et les ouvrages tout en procédant à une mise à jour des plans et de cartographie des patrimoines.

Ce pré-diagnostic est destiné à découvrir les points faibles du système d'assainissement et à appréhender la sensibilité des milieux récepteurs.

#### **II.4.3. Reconnaissance approfondie**

Cette phase consiste à faire une reconnaissance approfondie et détaillée du réseau et des ouvrages élémentaires qui le constituent. Cette opération permet de :

- Quantifier les fuites, source de pollution dans le milieu récepteur et les exfiltrations vers la nappe, prise dans l'impact des rejets
- Détecter les apports des eaux parasites, afin d'éviter la surcharge des stations d'épuration, des déversements au droit des déversoirs et la pollution du milieu naturel
- Rechercher l'origine d'éventuelles pollutions toxiques d'origine industrielles, des graisses, et des métaux lourds
- Vérifier la présence éventuelle de l' $H_2S$  aux débouchées des conduites de refoulement, car la libération de ce gaz provoque une oxydation et une fermentation de l' $H_2SO_4$  qui provoque à son tour une attaque des matériaux constituant les ouvrages d'assainissement.
- La vérification régulière de l'état des collecteurs et ouvrages bâtis afin de prévoir les travaux confortatifs nécessaires et d'éviter ainsi tout risque d'effondrement pouvant entraîner des accidents et des perturbations de fonctionnement.

Cette phase d'étude représente une étape très importante, car elle nous apporte les renseignements nécessaires concernant le fonctionnement des réseaux et des ouvrages annexes.

## II.5. Nature des désordres

Les enquêtes sur l'état réel des ouvrages permettent de diagnostiquer l'un des désordres suivants sur un réseau d'évacuation

- Cavités, effondrement au droit des joints ;
- Manque d'étanchéité au droit des joints ;
- Fissures sur les canalisations ; joints décalés, déboîtés ;
- Désalignement, contre pentes, pentes insuffisantes ;
- Poinçonnement des regards sur les canalisations, cisaillement ;
- Branchement défectueux ;
- Dégradations dues à la présence de fluides corrosifs, d'émanations gazeuses par transformation des matières organiques entraînant des corrosions chimiques ;
- Introduction des racines d'arbres, obstruction ;
- Décantation, stratifications.

## II.6. Techniques d'enquêtes, diagnostic

Pour parvenir à la connaissance de l'état réel des ouvrages, l'exploitant doit s'appuyer sur diverses techniques :

- La mesure des débits des effluents à l'aide de débitmètres instantanés ou enregistreurs ;
- Les essais de pression hydraulique ou à l'air pouvant être associés à un corrélateur acoustique ;
- Les essais à la fumée ou par injection de colorant ;
- La recherche acoustique des branchements obstrués, inutilisés ou abandonnés
- L'inspection télévisée par caméra autotractées ;
- La visite pédestre des collecteurs visitables avec enregistrement codifié des anomalies.

## II.7. Aperçu général du réseau d'assainissement existant

### II.7.1. Etat des regards

Le réseau d'assainissement du chef-lieu renferme dans sa totalité 294 regards. D'après les inspections effectuées sur terrain, le taux d'accessibilité des regards est estimé à 68,71 % (200), ceux non accessibles est de l'ordre de 31,29 %. Les regards inspectés, sont en majorité en béton armé de forme carrée et de section 1,2 m × 1,2 m.

**Tableau II-1 : Nombre et typologie des regards**

Regards	Nombre
Regards accessibles	202
Regards non accessibles	92

La grande majorité des regards sont détériorés et envasés. L'état des regards nécessite une intervention imminente. De plus, à l'exception de quelques regards, l'état structurel et fonctionnel de ces ouvrages nécessite des opérations de réfection et de curage

Les regards au nombre de 17 qui sont sujets à des défaillances techniques et hydrauliques sont les suivants :

**N° du regard : R3**

**Localisation :** X=259824,96 m Y=3987313,40 m Z=197 m

**Etat :**

- Mauvaise conception,
- Écoulement faible,
- Absence de la maintenance du réseau,
- Mauvais raccordement de la conduite au niveau du regard.



**Figure II-1 :** Regard R03

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R4**

**Localisation :** X=259824,92 m Y=3987265,54 m Z=196 m

**Etat :**

- Mauvais état,
- Regard colmate,
- Écoulement faible,
- Absence de curage des regards et entretien du réseau.



**Figure II-2 :** Regard R04

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R9**

**Localisation :** X=259888,64 m Y=3987209,57 m Z=195 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Écoulement faible,
- Regard colmaté,
- Mauvais raccordement de la conduite au niveau du regard,
- Parois du regard réfectionner.



**Figure II-3 :** Regard R09

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R10**

**Localisation :** X=259889,46m Y=3987314,29m Z= 195m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Mauvais raccordement de la conduite avec le regard,
- Ecoulement faible,
- Regard colmaté,
- Mauvaise mise en œuvre de la connexion entre la conduite et le regard, fissures au niveau des voiles,
- Réfection des parois du regard s'avère indispensable.



**Figure II-4 :** Regard R10

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R16**

**Localisation :** X=259963,22m Y=3987346,71m Z = 189 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Ecoulement faible,
- Regard colmaté,
- Absence de la maintenance du réseau,
- Mauvais raccordement de la conduite au niveau du regard,
- Mauvaise mise en œuvre du regard d'où la nécessité de reprendre la réfection de ses voiles.



**Figure II-5 :** Regard R16

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R20**

**Localisation :** X=260028,43 m Y=3987276,48m Z= 194 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Ecoulement faible,
- Regard colmaté par la boue,
- Mauvais raccordement de la conduite avec le regard,
- La forme du regard ne permet pas un curage adéquat.



**Figure II-6 :** Regard R20

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R39**

**Localisation :** X=260529,81m Y= 3987266,85m Z= 188 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Ecoulement faible,
- Regard mal réalisé,
- Mauvais raccordement de la conduite avec le regard,
- Absence du curage des regards et entretien du réseau.



**Figure II-7 :** Regard R39

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R49**

**Localisation :** X=260746,26m Y=3987279,97m Z=175 m

**Etat :**

- Mauvaise état,
- Ecoulement lent,
- Regard colmaté, conduites obturées,
- Absence du curage des regards et entretien du réseau.



**Figure II-8 :** Regard R49

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R88**

**Localisation :** X=260026,93m Y= 3987156,56 m Z=193 m

**Etat :**

- Mauvaise état du regard,
- Ecoulement nul,
- Conduite totalement obturée par la présence de boue et matières solides,
- Colmatage du regard par des déchets solides.



**Figure II-9 :** Regard R88

*Source : DRE Mostaganem*

**° du regard : R91**

**Localisation :** X=260241,56m Y=3987123,42 m Z= 193 m

**Etat :**

- Mauvaise état,
- Ecoulement nul dans la partie aval,
- Présence des déchets solides et obturation des conduites,
- Blocage d'écoulement dans le réseau provoque le débordement des eaux usées dans la rue,
- L'absence de curage des regards et entretien de réseau.



**Figure II-10 :** Regard R91

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R98**

**Localisation :** X=260381,70m Y= 3987168,72 m Z=192 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Ecoulement nul,
- Regard colmate,
- Absence du curage des regards et entretien du réseau.



**Figure II-11 :** Regard R98

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard : R125**

**Localisation :** X=260278,45m Y= 3987194,61m Z=193 m

**Etat :**

- Mauvaise état du regard,
- Ecoulement faible,
- Conduite obturée,
- Regard à moitié colmate,
- Débordement des eaux usées notamment en période hivernale,
- Absence d'entretien du réseau.



**Figure II-12 :** Regard R125

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard :** R126

**Localisation :** X=260314,21m Y=3987199,91m Z=192 m

**Etat :**

- Mauvaise conception du regard,
- Ecoulement faible,
- Absence d'entretien du réseau,
- Mauvaise mise en œuvre du regard,
- Réfection des voiles du regard indispensable.



**Figure II-13 :** Regard R126

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard :** R139

**Localisation :** X=260991,93m Y=3987480,08m Z= 144 m

**Etat :**

- Risque de débordement en période hivernale écoulement long,
- Absence de l'aménagement du rejet du canal,
- Le colmatage de certaines sections du réseau provoque le déversement des eaux usées a l'air libre,
- Risque de MTH,
- Canal cassé, mauvaise conception.



**Figure II-14 :** Regard R139

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard :** R144

**Localisation :** X=260565,64 Y=3987088,24 m Z= 185 m

**Etat :**

- Mauvais état,
- Ecoulement faible,
- Absence de curage des regards et entretien du réseau,
- Regard colmate, conduite obturée, débordement des eaux usées dans la rue,
- Risque de MTH.



**Figure II-15 :** Regard R144

*Source : DRE Mostaganem*

**N° du regard :** R148

**Localisation :** X= 260381,70 Y= 3987168,72 Z= 192 m

**Etat :**

- Mauvais état,
- Ecoulement nul,
- Absence de curage des regards et entretien du réseau,
- Regard colmaté par la boue,
- Débordement des eaux usées.



**Figure II-16 :** Regard R148

*Source : DRE Mostaganem*



N° du regard : R151

Localisation : X=260132,30m Y= 3986568,69 Z= 193 m

Etat :

- Mauvais état du regard,
- Regard colmaté par des déchets solide,
- Conduite semi obturée,
- Absence d'écoulement a l'aval du réseau,
- Absence de tampon du regard favorise l'accumulation des déchets à l'intérieure de ce dernier,
- Risque de MTH.



Figure II-17 : Regard R151

Source : DRE Mostaganem

### II.7.2. Etat des collecteurs

L'agglomération chef-lieu dispose d'un réseau d'assainissement de type unitaire d'une longueur totale de 11372 ml. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement est estimé à 100 %.

Le réseau d'assainissement du chef-lieu de la commune de Sour est essentiellement constitué des collecteurs en béton armé et en PVC. Les diamètres varient entre 300 et 800 mm. Le tableau II-2 récapitule le linéaire total par type de matériau pour l'ensemble du réseau d'assainissement.

Tableau II-2 : Matériaux des conduites

Matériau	Linéaire (m)	Pourcentage (%)
Béton Armé	9479	83,35
PVC	1893	16,65
Total	11372	100

Parmi les principaux problèmes rencontrés au niveau du réseau, il a été observé l'existence d'un collecteur R12-R11 ayant une pente nulle (0%) et une autre conduite R121-R120 avec une pente négative. On enregistre aussi des collecteurs sous démissionnés mentionnés au tableau II-3.

Tableau II-3 : Conduites sous dimensionnées

Tronçon	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Côte terrain (m)		Côte radier (m)		Diamètre Calculé (mm)
				Amont	Aval	Amont	Aval	
R11-R16	400	BA	75,00	244,25	243,44	244,05	241,44	466
R16-R412	400	BA	21,00	243,44	243,62	241,44	241,32	517
R412-R18	400	BA	46,00	243,62	243,98	241,32	241,03	522
R73-R74	300	BA	40,50	244,97	244,82	244,57	242,22	355
R74-R269	300	BA	17,50	244,82	244,74	242,22	242,04	353
R269-257	300	BA	31,00	244,74	244,37	242,04	241,87	415
R257-R253	300	BA	19,00	244,37	244,11	241,87	241,76	422
R253-R256	300	BA	19,50	244,11	243,82	241,76	241,62	415
R130-R78	315	BA	74,00	245,55	244,24	245,35	241,94	391
R78-R210	315	BA	23,50	244,24	243,81	241,59	241,21	386

Tableau II-3 (Suite) : Conduites sous dimensionnées

Tronçon	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Côte terrain (m)		Côte radier (m)		Diamètre Calculé (mm)
				Amont	Aval	Amont	Aval	
R210-R211	315	BA	21,00	243,81	243,41	241,21	241,01	461
R211-R79	315	BA	25,50	243,41	243,19	241,01	240,79	479
R79-R80	315	BA	16,50	243,19	242,87	240,79	240,57	447
R80-R213	300	BA	23,50	242,87	242,75	240,57	240,4	508
R213-R81	300	BA	47,50	242,75	242,56	240,4	240,11	615
R81-R352	300	BA	32,00	242,56	242,48	240,11	239,88	588
R352-R178	300	BA	34,00	242,48	242,41	239,88	239,81	610
R178-R83	300	BA	30,00	242,41	242,47	239,81	239,67	714
R83-R82	400	BA	40,00	242,47	242,55	239,67	239,55	680
R82-R85	400	BA	39,50	242,55	242,38	239,55	239,38	689
R278-R279	600	BA	30,00	242,71	242,41	240,91	240,61	747
R279-R90	600	BA	31,50	242,41	242,17	240,61	240,37	790
R230-R423	300	BA	69,00	233,06	230,12	231,46	228,82	333
R423-R118	400	BA	36,50	230,12	230,35	228,82	228,45	435
R118-R292	400	BA	40,50	230,35	230,53	228,45	228,03	443
R292-R293	400	BA	27,00	230,53	230,68	228,03	227,68	430
R293-R294	400	BA	21,00	230,68	230,9	227,68	227,4	432
R294-R295	400	BA	21,00	230,9	229,95	227,4	227,15	446
R18-R19	400	BA	34,50	243,98	243,94	241,03	240,79	523
R19-R20	400	BA	33,00	243,94	243,91	240,79	240,56	532
R20-R21	500	BA	3,50	243,91	244,02	240,56	240,52	526
R21-R364	500	BA	33,50	244,02	243,53	240,52	240,03	737
R364-R25	500	BA	42,00	243,53	243,1	240,03	239,9	620
R25-R29	500	BA	69,50	243,1	243,93	239,9	240,53	766
R26-R29	300	BA	74,50	244,07	243,93	242,17	240,43	326
R29-R277	500	BA	8,50	243,93	242,86	240,53	240,46	754
R277-R278	600	BA	40,50	242,86	242,71	241,26	240,91	776

### II.7.3. Etat de rejet

L'évacuation des eaux usées et pluviales provenant du chef-lieu de la commune (ACL) s'effectue d'une façon gravitaire pour se rassembler au niveau d'un point unique et se rejeter dans un canal à ciel ouvert vers l'oued Cheliff situé au nord de l'agglomération. Cette situation pose beaucoup de problèmes et il y a même des risques d'apparition des maladies à transmission hydrique.

Le dernier regard du réseau est le 139 (voir plan), à partir duquel, un canal trapézoïdal en terre est aménagé pour le rejet. Ce canal est couvert par une dalle sur une longueur d'une dizaine de mètres environ. Par la suite, les eaux usées et pluviales sont rejetées à l'air libre sur le bas-côté de la route nationale RN 90.

Nous avons aussi observé deux canalisations en PE sortir de ce canal trapézoïdal, celles-ci transportent les eaux provenant des forages et utilisées pour l'irrigation des parcelles en aval. L'existence de ces conduites peut freiner l'écoulement des eaux usées et créer des perturbations dans la partie aval du réseau.

#### **II.7.4. Etat du système d'évacuation des eaux pluviales**

D'après le constat on a remarqué que les systèmes d'évacuations des eaux pluviales existent dans quelques artères rues seulement, elles sont toutes en moyen état ou obstruées par les boues, l'absence d'entretien est la principale cause de ce phénomène d'obstruction.

### **II.8. Constatations et recommandations**

D'après l'analyse des données consolidées par des sorties sur terrain (en compagnie des agents du bureau d'étude Engineering) les conclusions suivantes ont été faites :

- Lors de l'ouverture des regards de visite, il a été constaté que bon nombre de ces regards sont partiellement ou totalement colmatés,
- Les eaux usées sont directement rejetées dans le milieu naturel ce qui pourrait provoquer la contamination de la nappe, la pollution,
- Aucun traitement préalable des eaux rejetées n'est installé,
- Des débordements occasionnels des regards ont lieu.
- Trois points noirs ont été détectés et qui nécessitent une solution :
  - Le regard 148 entièrement colmaté par la boue et les déchets solides, l'obturation des conduites est la cause du débordement,
  - Le regard 13-14 avec une conduite endommagée qui est la conséquence du déversement des eaux usées à l'air libre
  - Le regard 139 est un rejet sauvage, qui se déverse dans l'oued Chélif. Une partie de ces eaux usées est utilisée par les agriculteurs pour les besoins d'irrigation des terres agricoles ce qui n'est pas permis par la réglementation.

La protection de la santé est bien l'objectif prioritaire de l'assainissement. Assainir s'est faire en sorte que les eaux usées et pluviales s'évacuent sans occasionner de gênes à l'environnement.

Pour remédier aux problèmes cités précédemment ; nous proposons les solutions suivantes :

- Un programme de curage et d'entretien périodique et régulière doit être mis en place afin d'assurer le bon fonctionnement et la longévité du réseau quant au problème de risque de débordement des regards et leurs conséquences sur l'environnement et la vie humaine
- Réfection des regards et réparation des conduites endommagées afin d'assurer un écoulement normal du réseau d'assainissement.
- Les solutions proposées pour les trois points noirs sont :
  - Pour le regard 148 réhabilitation des avaloirs, nettoyage du regard et du collecteur,
  - Pour le regard 13-14 réhabilitation de la conduite DN 300,
  - Pour le regard 139, il faut prévoir une station de relevage pour refouler les eaux usées vers la station d'épuration projetée de Bellatar. Le nettoyage du canal est aussi une opération à prescrire.

**II.9. Conclusion**

L'étude de diagnostic a permis d'acquérir une bonne connaissance de l'état et du fonctionnement du réseau, afin de permettre et de concevoir les améliorations à la situation présente du système. Sur la base de notre diagnostic, malgré les défaillances citées, l'ensemble du réseau d'assainissement de Sour est en mauvais état de fonctionnement. Les principaux problèmes rencontrés sont dus aux débordements et aux rejets sauvages. Les techniques de réhabilitations sont nombreuses, leur choix est fonction des caractéristiques du réseau tel que la nature du matériau. On devra également tenir compte des critères économiques.

# Chapitre III

Etude hydrologique

## Chapitre III. Etude hydrologique

L'hydrologie peut être définie brièvement comme la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre et dans le sol, sous ses trois états, gazeux, liquide et solide. L'une de ses branches principales est consacrée à l'analyse du débit des cours d'eau. Donc l'étude hydrologique est indispensable pour toute mise en œuvre des projets de distribution d'eau de protection contre les crues, d'assainissement, d'irrigation, de drainage et des barrages.

La protection de la ville contre les inondations est l'un des premiers rôles d'un réseau d'assainissement dont la conception implique de fait la prise en compte du risque de dépassement des capacités des ouvrages. En effet le dimensionnement de ces derniers est lié directement à la pluviométrie et son intensité qui comporte un caractère fortement aléatoire. Les ouvrages d'assainissement qui n'apportent qu'une protection partielle doivent donc être conçus en fonction d'un risque donné.

La détermination de l'intensité moyenne maximale, générée par les averses, revêt une importance capitale en hydrologie. L'évaluation de ce paramètre est effectivement le principal objectif de ce chapitre qui permettra l'estimation des débits des eaux pluviales, étape indispensable pour le dimensionnement du réseau d'assainissement et des ouvrages annexes. Le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement pluvieux (h millimètres pendant une durée de t minutes) s'apprécie par sa fréquence de dépassement « F ».

### III.1. Généralités

Avant d'entamer les estimations et les ajustements, il est préférable de définir certains paramètres utilisés dans ce chapitre.

#### III.1.1. Les averses

Ce sont des pluies subites et abondantes, généralement de courte durée variant d'une minute à plusieurs heures. Les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité (égale à la pluviométrie par unité de temps) exigeant ainsi un système de drainage efficace.

Les averses les plus dangereuses sont les orages caractérisés par une forte intensité de pluie dans un espace de temps réduit.

#### III.1.2. Choix de la période de retour

Par définition la probabilité est le rapport du nombre d'événements favorables au nombre total d'événements. Souvent à un événement est associée une durée. La fréquence peut alors se définir également comme étant le nombre d'événement favorables sur le nombre total de durées. On définit alors la période de retour T ou temps de récurrence (exprimée en années) comme l'inverse de la fréquence au non-dépassement F.

C'est le délai statistique au-delà duquel les débits résultants de la pluie seront plus importants que les débits calculés. C'est à dire que le réseau d'évacuation sera insuffisant pour une période statistique plus importante que la période choisie pour les calculs.

Les valeurs reconnues pour la période de retour sont 1, 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Pour les projets d'assainissement urbain, on adopte généralement une pluie décennale (une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans). Le choix d'une période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût réalisation du réseau d'assainissement, de l'entretien et de la protection des ouvrages contre les risques auxquels il est exposé et à ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance.

### III.1.3. Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

En hydrologie urbaine, l'ingénieur hydrologue est appelé à avoir des données spécifiques au projet étudié, mais dans certaines conditions il est rare de recourir aux données spécifiques.

C'est la raison pour laquelle on est contraint de réunir une information de base, la plus complète possible, pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en identifiant leurs paramètres.

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales qui se définissent par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée  $t$ , soit :

$$i_m = h/t$$

$i_m$  : Intensité moyenne maximale exprimée (en mm/h)  
 $h$  : Hauteur de pluie (en mm) observée pendant la durée  $t$  (en h).

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de loi avec laquelle il faut ajuster l'échantillon de données.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne des précipitations.

## III.2. Choix de la station pluviométrique

La wilaya de Mostaganem est couverte avec quatorze stations pluviométriques, la figure III-1 permet de voir la localisation géographique de ces stations pluviométriques.

Le choix de la station est important, la sélection des stations s'est faite sur la base de :

- Critères topographiques
- Critères climatiques
- La taille de l'échantillon
- Position géographique par rapport à la zone d'étude
- La qualité des données (fiable sans lacunes dans la série observée)

Suivant les critères de choix de la série pluviométrique, les stations de Souafflia, Oued El Khir et dunes cultivées sont les plus proches mais les données ne sont pas fiables par rapport à celles de la station de Kheireddine (Code 040602). Donc notre choix s'est porté sur cette dernière station

Tableau III-1 : Caractéristiques géographiques des stations pluviométriques.

Stations	Code	Coordonnée			Période d'observation (ans)
		X (°)	Y (°)	Z (m)	
Stidia	C040601	0,0008	35,8319	41	1970-2012
Kheireddine	C040602	0,1717	35,9800	190	1970-2012
Dunes Cultivées	C040611	0,1964	35,8683	192	1970-2012
Mostagum SCM	C040612	0,0922	35,9378	80	1970-2012
Macta	C111601	0,1169	35,7836	8	1970-2012
Fornaka	C111615	0,0106	35,7483	23	1970-2012
Souafflios	C111618	0,3211	35,8469	298	1970-2012
Relizane DEMRH	C013505	0,5378	35,7589	81	1970-2012
L'Hillil	C013507	0,3597	35,7186	135	1970-2012
Khadra	C020102	0,5703	36,2556	150	1970-2012
Sidi M'Hed Ben Ali	C020103	0,8481	36,1456	483	1970-2012
Sidi Ali	C020107	0,4200	36,1017	320	1970-2012
Mohammadia GRHA	C111511	0,0739	35,5833	50	1970-2012
Oued Kebir	C013606	0,3806	35,9522	230	1970-2012

Source : DRE Mostaganem.

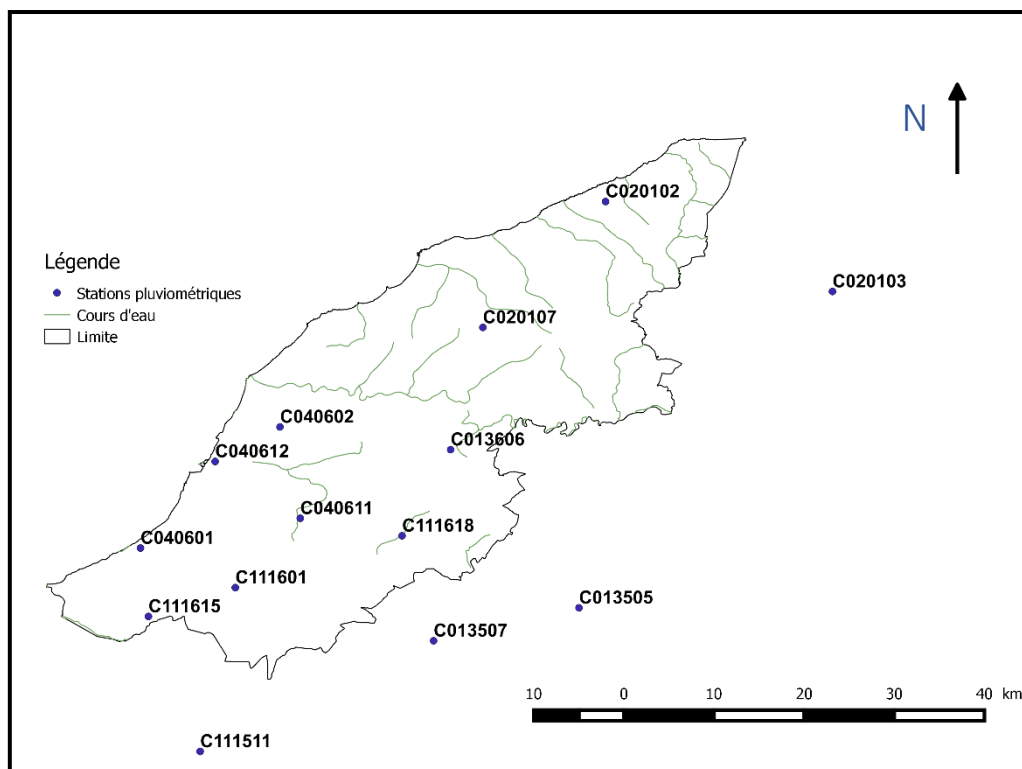


Figure III-1 : Localisation des stations pluviométriques.

Source : DRE Mostaganem.



### III.3. Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement

#### III.3.1. Analyse des données statistiques

Pour l'étude des précipitations en assainissement, une série pluviométrique, comportant les précipitations maximales journalières, pour une période la plus longue possible, est indispensable.

Les observations de la station de Kheireddine (Code 040602) sont utilisées pour l'analyse de la série pluviométrique. Le tableau III-2 donne les caractéristiques de cette station.

**Tableau III-2 :** Identification de la station pluviométrique.

<b>Code</b>	040602
<b>X (Lambert) (km)</b>	271,8
<b>Y (Lambert) (km)</b>	300,8
<b>Altitude (m)</b>	180
<b>Date de mise en service</b>	1970

La série des précipitations maximales journalières est donnée dans le tableau III-3

#### III.3.1.1. Les caractéristiques empiriques de la série

- **La moyenne des précipitations maximales journalières,**

Exprimée en mm, durant 43 ans d'observations, elle est donnée par l'expression suivante

$$\overline{P_{max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{max,j}}{n} \quad \begin{array}{l} n : \text{nombre d'années} \\ P_{max,j} : \text{pluie maximale journalière} \end{array}$$

Dans notre cas où  $n = 43$ , nous obtenons une valeur moyenne de  $\overline{P_{max,j}} = 41,05 \text{ mm}$

- **L'écart type**

Pour  $n$  supérieur à 30 ans, la formule suivante est utilisée pour l'estimation de l'écart type

$$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2}$$

D'où

$$\sigma_{P_{max,j}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{43} (P_{max,j} - 41,05)^2} = 19,08 \text{ mm}$$

- **Coefficient de variation**

Le coefficient de variation est obtenu en exprimant l'écart type en valeur relative de la moyenne (Dagnélie, 1984)

$$C_V = \frac{\sigma_{P_{max,j}}}{\overline{P_{max,j}}} = \frac{19,08}{41,05} = 0,46$$

Tableau III-3 : Série pluviométrique (station Kheireddine) 1970-2012

Année	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel	P <sub>j max</sub>
1970	0	2,6	8,9	15,5	83,6	37	75,7	63,5	116	3,4	0	0	406,2	72
1971	17,7	5	75,7	67,6	75,3	77,3	146,4	17	54,2	4,4	1,3	0	541,9	53,6
1972	13,6	38,8	37,4	73,3	119,5	83,8	40	14,7	0,6	17,6	1,2	0	440,5	46,6
1973	20,6	0	25,6	106,3	5,6	66	69,2	128,3	0	16,6	0	0	438,2	39,5
1974	3,2	141,6	32,9	0	31,1	33,9	147,7	56,2	32,1	2	0	3,1	483,8	84,8
1975	0,7	0	57,3	52,4	41,1	77,8	40,7	56,6	69,5	4,5	0	10,6	411,2	33,9
1976	22,7	98,4	44,1	64,4	59,9	11	14,2	8,2	97,2	0	0,2	0	420,3	39,8
1977	0	27,6	60,2	55,5	60	8,6	25,6	85,8	26,9	0	0	0	350,2	34
1978	0	133,5	14,9	101,3	22,8	105,1	44,7	36,4	0,8	3,5	1,3	0	464,3	57,4
1979	33,2	49,7	15,5	243,3	78,5	23,8	41,3	53,6	17,3	0	0	0	556,2	124,1
1980	8,2	14,5	5,7	124	27,4	75,8	17,6	69,3	4	18,7	0	0,2	365,4	37,8
1981	1	6,5	0	33,9	25,1	79	8,8	18,5	13,7	0,4	0	0,2	187,1	20,2
1982	4	89,4	151	96,7	0	79,3	18,3	1,4	0	0	2,4	11,5	454	41,2
1983	0	0,4	68,6	41,2	43	56,8	43,4	5,2	61	0	0	0	319,6	30,4
1984	0	0	115,1	35	23,9	6,1	56,4	24,4	29,9	0	0	0	290,8	51
1985	3,1	54,4	55	41,8	74,2	73,5	83,6	25,7	13,2	10,7	10,7	0	445,9	43,8
1986	43,6	17,7	10,2	83,7	31	91,6	25,6	1,9	13,9	0,8	12,8	1	333,8	34,3
1987	29	28,5	44,4	41,9	64,5	17,9	35,7	51,4	27,8	2	1,2	0,1	344,4	28,6
1988	4,2	3,9	27,1	19,5	13,6	14,7	76,6	23	2,2	13,4	0	0	198,2	25,1
1989	1,6	46,1	18,8	25,4	108,1	0	31,7	63,1	10,4	0,8	1,2	0	307,2	41
1990	9,3	26,5	63,7	38,6	23,8	69,1	95,8	6,2	6,2	4,5	1,2	0,1	345	21,4
1991	9,8	23,5	56	19,9	31	37,8	45,4	0,5	38,1	13,4	0	0	275,4	35,8
1992	0	12,7	39	47,4	0	64,2	32,3	89,6	19,1	3,2	0	3,9	311,4	49,2
1993	4,2	43,1	74,4	8,7	33,1	73,4	0	35,3	5,2	0	0	0	277,4	35,8
1994	16,9	24,2	31,7	7,9	40	30,6	55,8	12,5	0,5	0,4	0	0	220,5	16,9
1995	29	8,7	61,6	78,1	138,8	120,9	32,1	21,5	9,1	0	5,5	0	505,3	40,8
1996	24,3	32,4	7,8	41,1	67,2	5,9	0	100,2	17,2	0,5	0	3,9	300,5	50,2
1997	19,2	47,4	63,6	46,1	49,7	28,8	10,2	33,6	39,2	0	1,7	5,6	345,1	43,1
1998	3,7	13	14,6	49,8	79,2	46,1	24,1	0	2,1	0	0	8,8	241,4	24,2
1999	52,8	19,1	66,5	33	45,2	24	11,5	10,1	6	0	0,5	6,8	275,5	34
2000	4,5	22,1	47,8	21,5	31,2	28,8	110,3	0,3	10,5	0	0	0	277	24
2001	0	6,5	12,5	6,1	2	26,4	26,3	24	10,6	0	0	1,1	115,5	21,4
2002	0	36,1	40,8	59,9	7,3	49	2,3	39	15,5	0	0	0	249,9	17,1
2003	0	24,3	42,3	47,9	15,3	28,2	14,3	10,9	80,2	7,1	0	0	270,5	34,6
2004	2,4	57,9	82,1	117,1	9,8	51,3	16,2	5,4	0	0	0	0	342,2	56,3
2005	12,2	37,8	96,7	44,4	88,8	73,7	7,7	15,2	95,9	2,5	0	0	474,9	57,4
2006	14,1	0,7	1,3	145,1	46,5	31,7	65,8	82,7	0	0	0	0	387,9	37,7
2007	29,6	82,3	67,2	17,9	13,8	3,2	19,6	2,6	8,7	4	3,7	0	252,6	55,6
2008	41,1	34,6	120,8	120,7	85,1	11,1	33,3	45,6	17,9	0	0	0	510,2	44,8
2009	13,2	2,1	20,5	36,4	59,5	64,4	48,3	55,1	10,4	6,2	0	25	341,1	41,9
2010	0,7	11	79,6	2,9	81,6	86,2	7,4	11,9	0,3	0,2	0	0	281,8	24,6
2011	8,2	45,9	80,6	73,5	14,1	4,7	6,6	21,9	13,4	0,7	0	0	269,6	38,2
2012	12,5	46,4	73,6	12	44,5	82,5	0	15	39,4	0	0	0	325,9	21,2

Tableau III-4 : Caractéristiques de l'échantillon.

<b>Nombre d'année d'observation</b>	43
<b>Minimum (mm)</b>	16,9
<b>Maximum (mm)</b>	124,1
<b>Moyenne (mm)</b>	41,05
<b>Écart type (mm)</b>	19,08
<b>Coefficient de variation</b>	0,46

### III.3.1.2. Homogénéisation des données

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité-stationnarité sont réunies. Alors la vérification de l'homogénéité de la série est indispensable avant de passer à l'ajustement. Pour cela, on fait appel au test de la médiane.

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande, on calcule la médiane on a deux cas possibles :

- Si N est impair, on prend la  $\left(\frac{N+1}{2}\right)^{i\grave{e}me}$  valeur
- Si N est pair, on prend la moyenne entre la  $\left(\frac{N}{2}\right)^{i\grave{e}me}$  valeur et la  $\left(\frac{N}{2} + 1\right)^{i\grave{e}me}$  valeur

Puisque notre série est impaire (N= 43), la médiane est observée à la valeur centrale donc la médiane ( $X_{50\%}$ ) est égale à 38,2 mm

Pour la série non triée, on attribue à chaque valeur un signe positive si  $X_i > X_{50\%}$  ; et un signe négatif dans le cas contraire. En fin on calcule les quantités Ns et Ts telles que :

- Ts : Taille de la plus grande série en (+) ou (-).
- Ns : Nombre des valeurs supérieures ou inférieures à la médiane.

Donc Ns = 21 et Ts = 6.

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées

$$Ns > \frac{1}{2}(n + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{n + 1})$$

avec :  $\alpha = 5\%$  et  $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$

$$Ts < 3,3 * (\log_{10}(n) + 1)$$

**Tableau III-5 :** Calcul des paramètres du test de la médiane.

Année	P <sub>j max</sub> (mm)	Année	P <sub>j max</sub> (mm)	N	Année	P <sub>j max</sub> (mm)	N	Année	P <sub>j max</sub> (mm)
1994	16,9	1973	39,5	1	1970	+72	23	1992	+49,2
2002	17,1	1976	39,8	2	1971	+53,6	24	1993	-35,8
1981	20,2	1995	40,8	3	1972	+46,6	25	1994	-16,9
2012	21,2	1989	41	4	1973	+39,5	26	1995	+40,8
1990	21,4	1982	41,2	5	1974	+84,8	27	1996	+50,2
2001	21,4	2009	41,9	6	1975	-33,9	28	1997	+43,1
2000	24	1997	43,1	7	1976	+39,8	29	1998	-24,2
1998	24,2	1985	43,8	8	1977	-34	30	1999	-34
2010	24,6	2008	44,8	9	1978	+57,4	31	2000	-24
1988	25,1	1972	46,6	10	1979	+124,1	32	2001	-21,4
1987	28,6	1992	49,2	11	1980	-37,8	33	2002	-17,1
1983	30,4	1996	50,2	12	1981	-20,2	34	2003	-34,6
1975	33,9	1984	51	13	1982	+41,2	35	2004	+56,3
1977	34	1971	53,6	14	1983	-30,4	36	2005	+57,4
1999	34	2007	55,6	15	1984	+51	37	2006	-37,7
1986	34,3	2004	56,3	16	1985	+43,8	38	2007	+55,6
2003	34,6	1978	57,4	17	1986	-34,3	39	2008	+44,8
1991	35,8	2005	57,4	18	1987	-28,6	40	2009	+41,9
1993	35,8	1970	72	19	1988	-25,1	41	2010	-24,6
2006	37,7	1974	84,8	20	1989	+41	42	2011	+38,2
1980	37,8	1979	124,1	21	1990	-21,4	43	2012	-21,2
2011	38,2			22	1991	-35,8			

Le tableau III-6 donne les résultats des conditions d'homogénéité

**Tableau III-6 :** Résultat du test de la médiane.

Paramètre	Valeur	Comparaison
Ns	21	21 > 15,49 → condition n°1 vérifiée
$Ns > \frac{1}{2}(n + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sqrt{n + 1})$	15,49	
Ts	6	6 < 8,55 → condition n°2 vérifiée
$Ts < 3,3 * (\log_{10}(n) + 1)$	8,55	

Les deux conditions sont vérifiées donc la série est homogène.

### III.3.2. Calcul des paramètres de la loi choisie et vérification de son adéquation

Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité permet de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (Toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). Les deux lois les plus utilisées sont :

- Loi de GUMBEL
- Loi de GALTON ou loi log normale

### III.3.2.1. Loi de GUMBEL

#### a. Ajustement manuel de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

Tel que « y » la variable réduite de la loi de GUMBEL

$$y = \frac{x - x_0}{\alpha} = -\ln(-\ln(F(x)))$$

Avec : x : Précipitation maximale journalière (variable étudiée) (mm)

$x_0$  : Paramètre de position (ordonnée à l'origine) (mm)

$\alpha$  : Paramètre de l'échelle ( $\alpha > 0$ ) (appelé aussi « gradex »)

Avant procéder à l'ajustement, il y a des étapes à suivre

- Classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang.
- Calculer pour chaque valeur de précipitation, la fréquence expérimentale par la formule de HAZEN.

$$F(x) = \frac{m - 0,5}{n} \quad \text{Avec : } m : \text{Rang de précipitation}$$

$$n : \text{Nombre d'observations}$$

- Calculer la variable réduite de GUMBEL donnée par la formule suivante

$$y = -\ln(-\ln(F(x)))$$

- Calculer les paramètres d'ajustement « a » et «  $x_0$  »

#### Calcul des paramètres d'ajustement de la loi de GUMBEL

La droite de GUMBEL est donnée par la formule :

$$x = \alpha y + x_0$$

$$\text{avec: } \alpha = \frac{1}{a} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi}\right) \sigma_x \quad \text{et } x_0 = \bar{X} - \frac{1}{a} \bar{Y}$$

- Calcul de la pente de la droite de GUMBEL « a »

$$\alpha = \frac{1}{a} = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi}\right) \sigma_x = \left(\frac{\sqrt{6}}{\pi}\right) * 19,08 = 14,88 \text{ mm}$$

- Calcul de l'ordonnée à l'origine «  $x_0$  »

$$x_0 = \bar{X} - \frac{1}{a} \bar{Y}$$

Dans notre cas on obtient une moyenne de la variable réduite de GUMBEL

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} = 0,567$$

$$\text{Donc } x_0 = 41,05 - 14,88 * 0,567 = 32,62$$

- La droite de GUMBEL devient

$$x = 14,88 y + 32,62$$

$$P_{max,j}(p\%) = 14,88 y + 32,62$$

**Tableau III-7 : Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de GUMBEL.**

Valeur classé	Rang	Fréquence de hazen	Variable réduite « y »
16,9	1	0,012	-1,494
17,1	2	0,035	-1,211
20,2	3	0,058	-1,046
21,2	4	0,081	-0,920
21,4	5	0,105	-0,814
21,4	6	0,128	-0,721
24	7	0,151	-0,636
24,2	8	0,174	-0,558
24,6	9	0,198	-0,483
25,1	10	0,221	-0,412
28,6	11	0,244	-0,343
30,4	12	0,267	-0,277
33,9	13	0,291	-0,211
34	14	0,314	-0,147
34	15	0,337	-0,083
34,3	16	0,360	-0,020
34,6	17	0,384	0,043
35,8	18	0,407	0,106
35,8	19	0,430	0,170
37,7	20	0,453	0,235
37,8	21	0,477	0,300
38,2	22	0,500	0,367
39,5	23	0,523	0,434
39,8	24	0,547	0,504
40,8	25	0,570	0,575
41	26	0,593	0,649
41,2	27	0,616	0,726
41,9	28	0,640	0,805
43,1	29	0,663	0,888
43,8	30	0,686	0,976
44,8	31	0,709	1,069
46,6	32	0,733	1,167
49,2	33	0,756	1,273
50,2	34	0,779	1,388
51	35	0,802	1,513
53,6	36	0,826	1,652
55,6	37	0,849	1,809
56,3	38	0,872	1,989
57,4	39	0,895	2,202
57,4	40	0,919	2,466
72	41	0,942	2,815
84,8	42	0,965	3,338
124,1	43	0,988	4,449

A partir de la formule de la droite, nous obtenons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non-dépassement de 10 %. Donc la variable réduite est égale à :

$$y = -\ln(-\ln(90\%)) = 2,25. \text{ D'où } P_{max,j,10\%} = 14,88 * 2,25 + 32,62 = 66,10 \text{ mm}$$

**Coefficient de corrélation**

Le coefficient de corrélation entre les valeurs expérimentales et théoriques est donné par la relation suivante :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Avec : P : valeurs expérimentales des précipitations maximales journalières

Y : valeurs théoriques des précipitations maximales journalières

Dans notre cas, ce coefficient égal à  $r = 0,963 > 0,8$  montre que la corrélation est acceptable

**b. Ajustement (logiciel Hyfran) de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL**

Pour vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel HYFRAN pour calculer la précipitation maximale journalière pour une période de retour de 10 ans.

Après lancement du logiciel, on intègre la formule de Hazen comme expression de la probabilité empirique. Insérer les données ( $P_{max}$  journalière), trier par ordre croissant les observations et ont choisi l'ajustement par la loi de GUMBEL (avec la méthode d'estimation maximum de vraisemblance). Finalement on a les coefficients de la droite

$$\alpha = \frac{1}{a} = 13,18 \text{ mm} \text{ et } x_0 = 33,11$$

Donc  $P_{max,j}(p\%) = 13,18 y + 33,11$

D'où  $P_{max,j,10\%} = 13,18 * 2,25 + 33,11 = 62,77 \text{ mm}$

**Tableau III-8** : Les calculs par logiciel logicielle HYFRAN (loi de GUMBEL).

T	Q	XT	Ecart type	Intervalle de confiance
1000	0,999	124,17	11,84	100,95 - 147,38
200	0,995	102,92	9,32	84,66 - 121,19
100	0,99	93,75	8,23	77,61 - 109,89
50	0,98	84,55	7,16	70,52 - 98,58
20	0,95	72,27	5,75	61,00 - 83,53
10	0,9	62,78	4,69	53,59 - 71,96
5	0,8	52,89	3,64	45,75 - 60,02
3	0,6667	45,01	2,89	39,34 - 50,68
2	0,5	37,94	2,35	33,33- 42,56

Avec T : période de retour, q : probabilité au non dépassement XT : précipitation maximales journalières

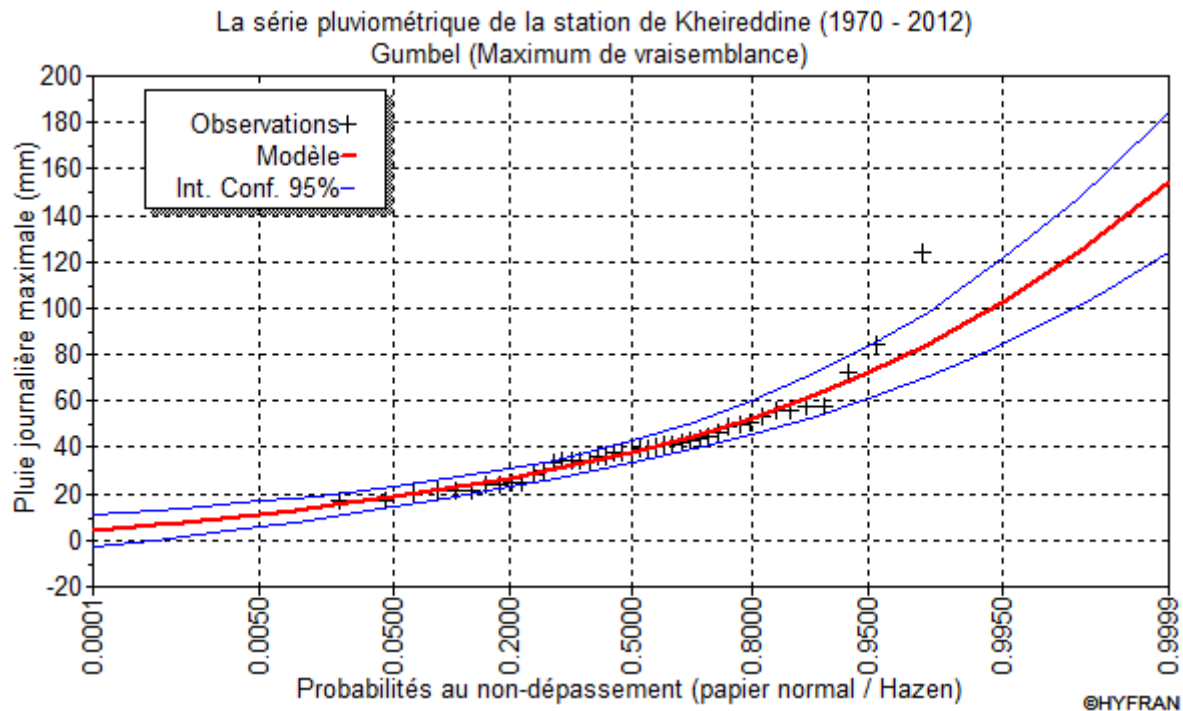


Figure III-2 : Ajustement graphique à la loi GUMBEL.

**III.3.2.2. Loi de GALTON (log normal)**

**a. Ajustement manuel de la série pluviométrique à la loi de GALTON**

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Tel que « u » la variable réduite de GAUSS

$$u = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x}$$

Avant de procéder à l'ajustement, on doit passer par les étapes à suivre

- Classement des valeurs par ordre croissant et calculer la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale.
- Calcul des caractéristiques de la série transformée en  $\log x$  et  $\sigma_{\log x}$ .
- Report des valeurs sur papier gauss-logarithmique.
- Détermination de la droite de GALTON :  $\log_x(p\%) = \overline{\log x} + u_{p\%}\sigma_{\log x}$
- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$xp\% = 10^{\log_x(p\%)}$$

D'où :  $xp\% = 10^{\overline{\log x} + u_{p\%}\sigma_{\log x}}$

$u_{p\%}$ : variable réduite de GAUSS pour une fréquence donnée 10% ;  $u_{p\%} = 1,28$



**Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GALTON**

L'équation de la droite de GALTON est la suivante :

$$\log_X(p\%) = \overline{\log x} + u_{p\%}\sigma_{\log x}$$

$$\text{avec: } \overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^N \log x}{N} \quad \text{et} \quad \sigma_{\log x} = \left[ \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2} \right]^2$$

- Calcul de la pente de la droite de GALTON

$$\sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2} = \mathbf{0,41}$$

- Calcul de l'ordonnée à l'origine

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^N \log x}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N \log x}{43} = \mathbf{3,63}$$

- L'équation totale devient :

$$\log_X(p\%) = 3,63 + 0,41 u$$

A partir de la formule de la droite nous obtenons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non-dépassement de 10%. Donc la variable réduite de gauss pour une fréquence donnée 10% égale  $u_{p\%} = 1,28$ .

D'où  $\log_X(p\%) = 4,15$  et  $P_{max,j,10\%} = \mathbf{63,74 mm}$ .

**Coefficient de corrélation**

Le coefficient de corrélation entre les valeurs expérimentales et théoriques est donné par la relation suivante :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (P_{max,j} - \overline{P_{max,j}})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Avec : P : valeurs expérimentales des précipitations maximales journalières

Y : valeurs théoriques des précipitations maximales journalières

Avec un coefficient de corrélation égal à  $r = 0,956 > 0,8$  ; montre que la corrélation est acceptable

Tableau III-9 : Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de GALTON

Valeur classé	Rang	Fréquence de Hazen	Variable réduite « y »
16,9	1	0,012	-1,949
17,1	2	0,035	-1,921
20,2	3	0,058	-1,515
21,2	4	0,081	-1,397
21,4	5	0,105	-1,374
21,4	6	0,128	-1,374
24	7	0,151	-1,094
24,2	8	0,174	-1,074
24,6	9	0,198	-1,034
25,1	10	0,221	-0,985
28,6	11	0,244	-0,667
30,4	12	0,267	-0,518
33,9	13	0,291	-0,253
34	14	0,314	-0,245
34	15	0,337	-0,245
34,3	16	0,360	-0,224
34,6	17	0,384	-0,203
35,8	18	0,407	-0,120
35,8	19	0,430	-0,120
37,7	20	0,453	0,006
37,8	21	0,477	0,013
38,2	22	0,500	0,039
39,5	23	0,523	0,120
39,8	24	0,547	0,139
40,8	25	0,570	0,199
41	26	0,593	0,211
41,2	27	0,616	0,223
41,9	28	0,640	0,264
43,1	29	0,663	0,333
43,8	30	0,686	0,372
44,8	31	0,709	0,427
46,6	32	0,733	0,523
49,2	33	0,756	0,655
50,2	34	0,779	0,704
51	35	0,802	0,743
53,6	36	0,826	0,864
55,6	37	0,849	0,953
56,3	38	0,872	0,984
57,4	39	0,895	1,031
57,4	40	0,919	1,031
72	41	0,942	1,584
84,8	42	0,965	1,982
124,1	43	0,988	2,911

**b. Ajustement (logiciel Hyfran) de la série pluviométrique à la loi de GALTON**

Pour vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel HYFRAN pour estimer la valeur de la précipitation maximale journalière sur une période de retour de 10 ans.

Après le lancement de logiciel on met la formule de Hazen comme expression de la probabilité empirique. Dans ce contexte au lieu d’opter pour l’ajustement Gumbel, on choisit l’ajustement par la loi de GALTON.

Finalement on a les coefficients de la droite

$$\overline{\log x} = 3,627 \quad \text{et} \quad \sigma_{\log x} = 0,415$$

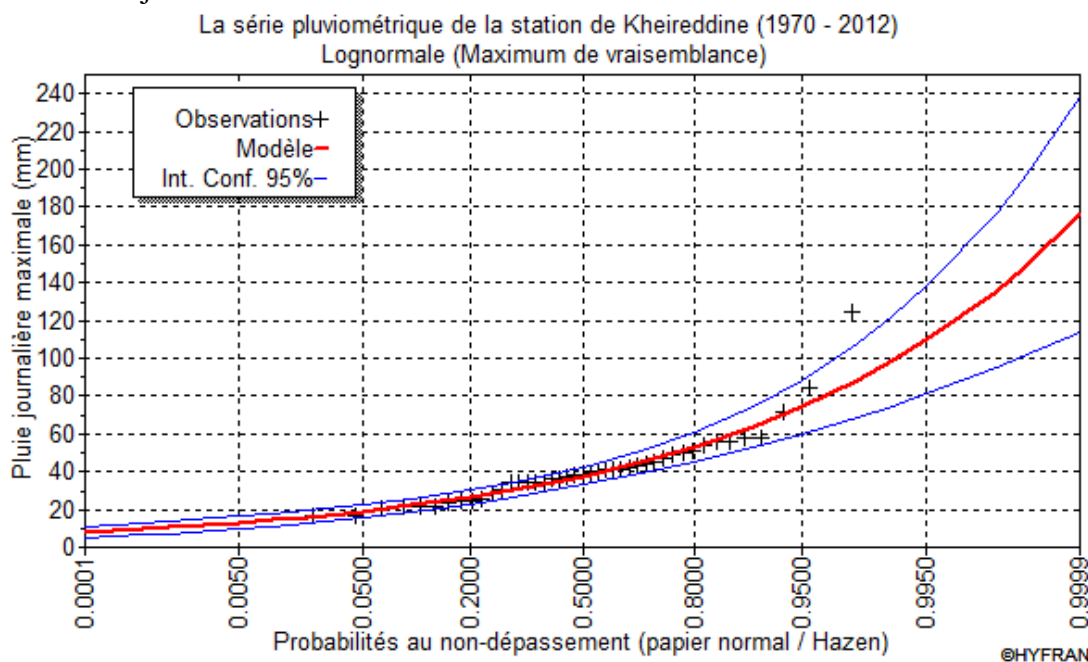
Donc  $\log_x(p\%) = 3,63 + 0,42 u = 4,1676$

D’où  $P_{max,j}(10\%) = 64,56 \text{ mm}$

**Tableau III-10** : Les calculs par logiciel HYFRAN (loi de GALTON).

T	Q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
1000	0,999	135,63	20,83	94,78 - 176,47
200	0,995	109,55	14,54	81,04 - 138,06
100	0,99	98,78	12,14	74,97 - 122,58
50	0,98	88,21	9,93	68,75 - 107,67
20	0,95	74,44	7,28	60,17 - 88,70
10	0,9	64,01	5,49	53,23 - 74,79
5	0,8	53,32	3,94	45,59 - 61,04
3	0,67	44,95	2,98	39,12 - 50,79
2	0,5	37,60	2,38	32,93 - 42,27

Avec T : période de retour  $T=1/(1-q)$ , q : probabilité au non dépassement, XT : précipitation maximales journalières



**Figure III-3** : Ajustement graphique à la loi log normal.

### III.3.2.3. Choix de la loi d'ajustement

Nous avons fait un ajustement selon deux lois de probabilités théoriques différentes : L'une de Gumbel et l'autre de Galton. A ce stade, le problème qui se pose est de savoir si cette loi s'adapte ou non. Chaque loi a ses avantages et ses inconvénients, mais on doit faire un choix entre ces deux lois en se basant sur les valeurs des paramètres hydrologiques estimés (coefficient de corrélation, pluies décennales), sur l'observation visuelle et sur le test Khi2. Les critères de choix d'une loi sont liés à un ajustement graphique et un test de dispersion.

#### a. Test graphique

Ce test est basé sur une observation visuelle des graphes d'ajustement, il consiste à examiner l'allure des points sur le papier de probabilité, et vérifier s'il s'agit d'un bon alignement sans existence de mauvaises courbures.

Cette opération montre que les deux lois sont valables et ne présentent aucune anomalie graphique des ajustements. Dans les deux cas les points sont très proches de la droite théorique avec une bonne convergence. Donc ce test ne pourrait avantager une loi par rapport à l'autre.

#### b. Test d'adéquation de Khi-deux

Appelé aussi test de Khi-carré ou de Pearson. Ce test consiste à prendre une règle de décision concernant l'ajustement car il juge la compatibilité d'une loi statistique sur un échantillon donnée de taille N, en comparant entre les valeurs calculées et théoriques de  $\chi^2$ . Il est donné par un seuil de signification (risque)  $\alpha = 5\%$  et dépend du nombre de degré de liberté de la loi.

Donc si  $P(\chi^2) \geq 0,05$  ce qui conclut que l'hypothèse  $H_0$  provient à la loi testée, sinon l'hypothèse  $H_0$  ne provient pas à la loi testée.

D'après le logiciel HYFRAN les résultats du test sont donnée ci-dessous

- La loi de GUMBEL  $\chi^2 = 4,93$  et  $P(\chi^2) = 0,5528 > 0,05$
- La loi de GALTON  $\chi^2 = 4,93$  et  $P(\chi^2) = 0,5528 > 0,05$

L'application du test khi-deux  $\chi^2$  dans notre travail montre que les deux lois s'ajustent.

#### c. Sélection de la loi

Sachant que l'adéquation de l'ajustement par les deux lois est valable et confirmée, et que les valeurs théoriques sont très proches pour les deux lois. Nous devons utiliser d'autres paramètres pour choisir la loi d'ajustement.

La précipitation maximale journalière pour une fréquence au non-dépassement de 10% calculée par la loi log normale est supérieure à celle calculée par la loi de Gumbel ce qui procure une meilleure marge de sécurité correspondante à l'ajustement par la loi log normal.

Sachant que dans les études hydrologiques en Algérie, les auteurs ont une préférence à l'ajustement par la loi log normale, un léger avantage est donc donné à l'ajustement par la loi log normale qu'on a pris en considération pour le reste de l'étude.

**III.4. Calcul des pluies et des intensités de courte durée**

On va déterminer les valeurs des pluies de courte durée et leurs intensités en se basant sur les résultats de l’ajustement à la loi log-normale. La détermination des pluies de courte durée (les averses) se fait à la base des pluies maximales journalières, par la relation suivante :

$$P_{t,P\%} = P_{max,j} \left( \frac{t}{24} \right)^b$$

**Tableau III-11 : Pluies de courte durée de différentes périodes de retour et leurs intensités.**

<b>T</b>	5 ans		10 ans		20 ans		50 ans		100 ans	
<b>X<sub>T</sub></b>	53,32 mm		64,01 mm		74,44 mm		88,21 mm		98,78 mm	
<b>t (h)</b>	<b>P<sub>t</sub> (mm)</b>	<b>I<sub>t</sub> (mm/h)</b>	<b>P<sub>t</sub> (mm)</b>	<b>I<sub>t</sub> (mm/h)</b>	<b>P<sub>t</sub> (mm)</b>	<b>I<sub>t</sub> (mm/h)</b>	<b>P<sub>t</sub> (mm)</b>	<b>I<sub>t</sub> (mm/h)</b>	<b>P<sub>t</sub> (mm)</b>	<b>I<sub>t</sub> (mm/h)</b>
0,1	9,75	97,50	11,71	117,05	13,61	136,13	16,13	161,31	18,06	180,64
0,2	12,09	60,44	14,51	72,56	16,88	84,38	20,00	99,99	22,39	111,97
0,25	12,95	51,81	15,55	62,20	18,08	72,34	21,43	85,72	24,00	95,99
0,5	16,06	32,12	19,28	38,56	22,42	44,84	26,57	53,13	29,75	59,50
0,75	18,21	24,28	21,86	29,15	25,42	33,90	30,12	40,17	33,73	44,98
1	19,91	19,91	23,90	23,90	27,79	27,79	32,93	32,93	36,88	36,88
2	24,68	12,34	29,63	14,81	34,46	17,23	40,83	20,41	45,72	22,86
3	27,99	9,33	33,60	11,20	39,07	13,02	46,30	15,43	51,85	17,28
4	30,60	7,65	36,73	9,18	42,71	10,68	50,62	12,65	56,68	14,17
5	32,79	6,56	39,36	7,87	45,77	9,15	54,24	10,85	60,74	12,15
6	34,69	5,78	41,65	6,94	48,44	8,07	57,40	9,57	64,27	10,71
7	36,39	5,20	43,69	6,24	50,81	7,26	60,21	8,60	67,42	9,63
8	37,93	4,74	45,53	5,69	52,95	6,62	62,75	7,84	70,27	8,78
9	39,34	4,37	47,23	5,25	54,92	6,10	65,08	7,23	72,88	8,10
10	40,65	4,06	48,80	4,88	56,75	5,67	67,24	6,72	75,30	7,53
11	41,87	3,81	50,26	4,57	58,45	5,31	69,26	6,30	77,56	7,05
12	43,01	3,58	51,63	4,30	60,05	5,00	71,15	5,93	79,68	6,64
13	44,09	3,39	52,93	4,07	61,55	4,73	72,94	5,61	81,68	6,28
14	45,12	3,22	54,16	3,87	62,99	4,50	74,64	5,33	83,58	5,97
15	46,09	3,07	55,33	3,69	64,35	4,29	76,25	5,08	85,39	5,69
16	47,02	2,94	56,45	3,53	65,65	4,10	77,79	4,86	87,11	5,44
17	47,91	2,82	57,52	3,38	66,89	3,93	79,27	4,66	88,77	5,22
18	48,77	2,71	58,55	3,25	68,09	3,78	80,68	4,48	90,35	5,02
19	49,60	2,61	59,54	3,13	69,24	3,64	82,05	4,32	91,88	4,84
20	50,39	2,52	60,49	3,02	70,35	3,52	83,36	4,17	93,35	4,67
21	51,16	2,44	61,41	2,92	71,42	3,40	84,63	4,03	94,77	4,51
22	51,90	2,36	62,31	2,83	72,46	3,29	85,86	3,90	96,15	4,37
23	52,62	2,29	63,17	2,75	73,46	3,19	87,05	3,78	97,49	4,24
24	53,32	2,22	64,01	2,67	74,44	3,10	88,21	3,68	98,78	4,12

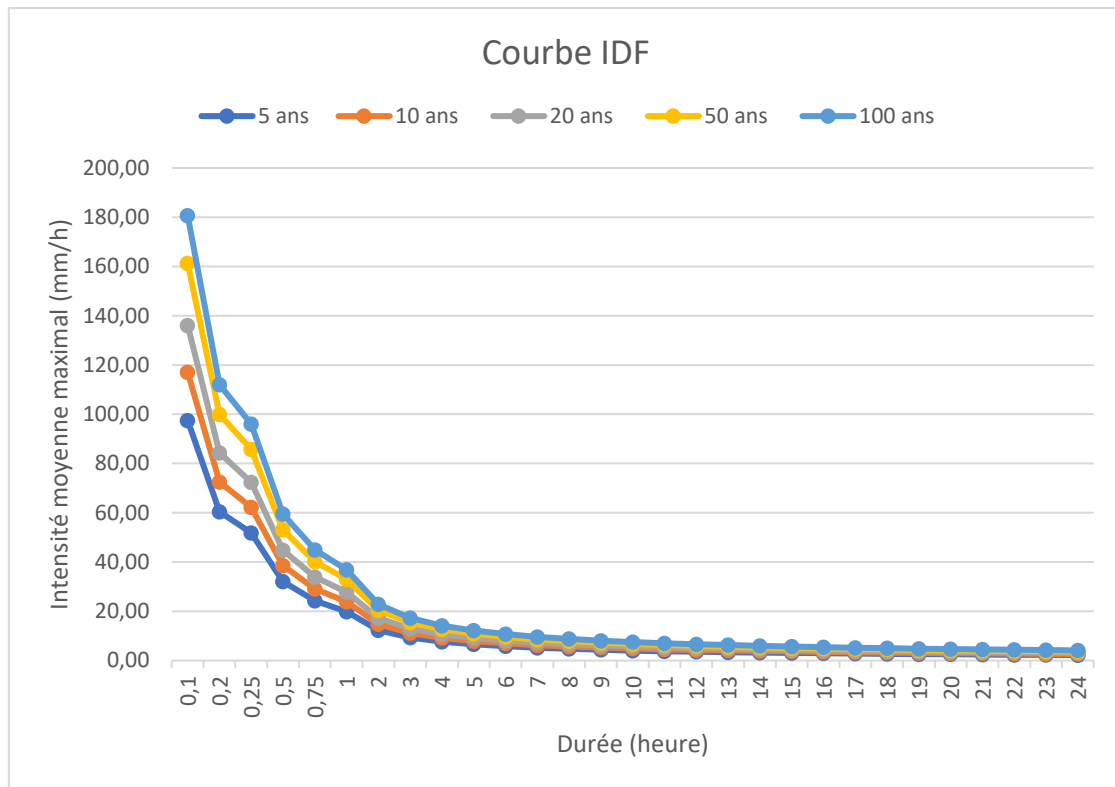


Figure III-4 : Courbe intensité-durée-fréquence.

Pour le calcul de l'intensité moyenne de précipitation nous utilisons la formule de MONTANARI :

$$I_{t,P\%} = I_{24h,P\%} \left( \frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

Avec :  $I_{t,P\%}$  : Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%) pendant t min.

$I_{24, P\%}$  : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée.  
t : durée de l'averse en heure.

b : exposant climatique de la région (b = 0,31), il est donné par l'ANRH de Mostaganem.

### III.5. Calcul de l'intensité de la pluie

En admettant qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans durant 15 min soit la valeur optimale, l'estimation de l'intensité de la pluie pour cette durée et période de retour se fait par la formule de MONTANARI comme suit :

$$I_{t(15min),P\%} = I_{24h,P\%} \left( \frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

Avec :  $I_{t(15min), P\%}$  : Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%) pendant 15 min.

t : durée de l'averse en heure, t = 0,25 h = 15 min pour une période de retour de 10 ans.

Nous aurons donc :

$$I_{15\text{min},10\%} = I_{24\text{h},10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{24\text{h},10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

D'après la loi de GALTON

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{64,01}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,31-1} = \mathbf{62,20 \text{ mm/h}}$$

La valeur donnée par la droite de GALTON est de  $I_{15\text{min},10\%} = 62,20 \text{ mm/h}$ . D'où on déterminera la valeur de l'intensité pluviale (i) qui est tout simplement un débit spécifique.

$$q=172,78 \text{ l/s/ha}$$

### III.6. Conclusion

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations. On observe que les résultats obtenus par les deux lois d'ajustement sont rapprochés. On s'aperçoit que pour le dimensionnement optimal de notre réseau, il convient de retenir la valeur donnée par la loi de GALTON qui est  $I_{15\text{min},10\%} = \mathbf{62,20 \text{ mm/h} = 172,78 \text{ l/s/ha}}$ .

# Chapitre IV

Calcul de base



## Chapitre IV : Calcul de base

L'assainissement des agglomérations a pour objet d'assurer l'évacuation rapide de l'ensemble des eaux pluviales et usées hors habitat, ce transport doit se faire dans des conditions d'hygiène satisfaisantes. Le rejet de ces eaux dans l'exutoire doit répondre aux exigences de la santé publique et de l'environnement.

Pour cela dans ce chapitre, nous aborderons :

- Le choix du schéma et du système du réseau d'évacuation des eaux ;
- Le découpage du site d'étude en sous bassins ;
- L'estimation du nombre d'habitants pour chaque sous bassins.

### IV.1. Définition d'un système d'évacuation

Un système d'évacuation est un ensemble des ouvrages qui permettant d'assurer l'évacuation des effluents d'une agglomération jusqu'à l'exutoire (oueds, station d'épuration).

### IV.2. Différents systèmes d'évacuation

On distingue trois principaux systèmes fondamentaux de réseaux qui sont le système unitaire, le système séparatif et le système pseudo séparatif. Ces systèmes sont, le plus souvent à écoulement gravitaire mais ils peuvent comporter des transports en charge.

- Système unitaire

Il assure l'évacuation de toutes les eaux, y compris les effluents industriels, après prétraitement éventuel. Généralement le collecteur unique aboutit à une station d'épuration, la mise en place éventuelle de déversoir d'orage permet, en cas d'orage de rejet direct par surverse, d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

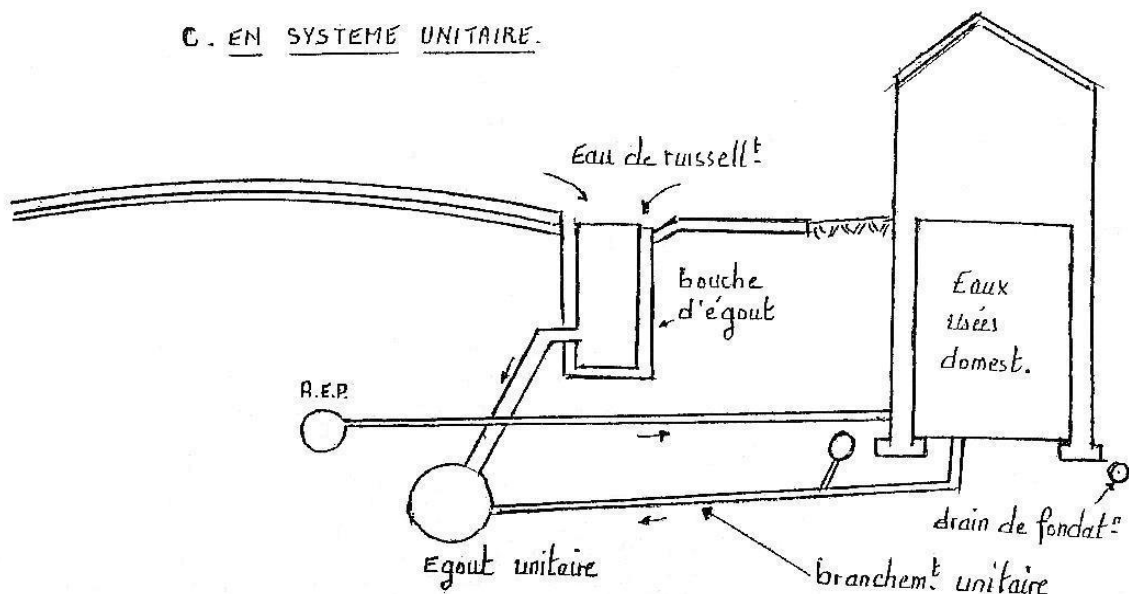
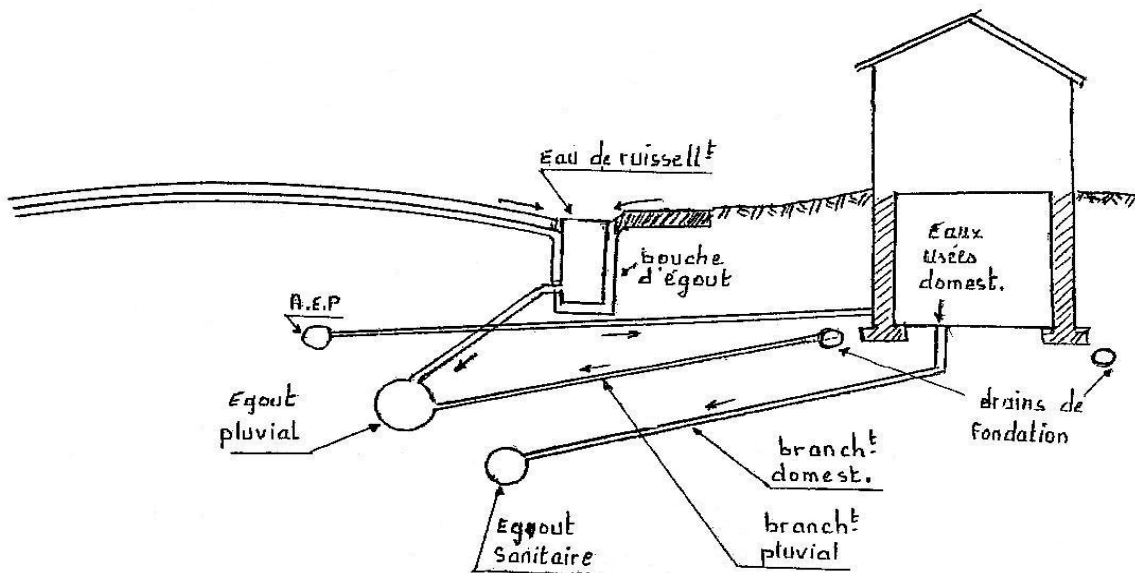


Figure 1V-01 : Schéma représentatif des branchements dans le système unitaire

Source : polycopies d'assainissement

- Système séparatif

Ce système est constitué de deux réseaux : un pluvial et un autre des eaux usées domestiques. Le réseau pluvial peut directement se déverser dans un cours d'eau sans passer par une station d'épuration alors que le second doit obligatoirement transiter par une telle station.

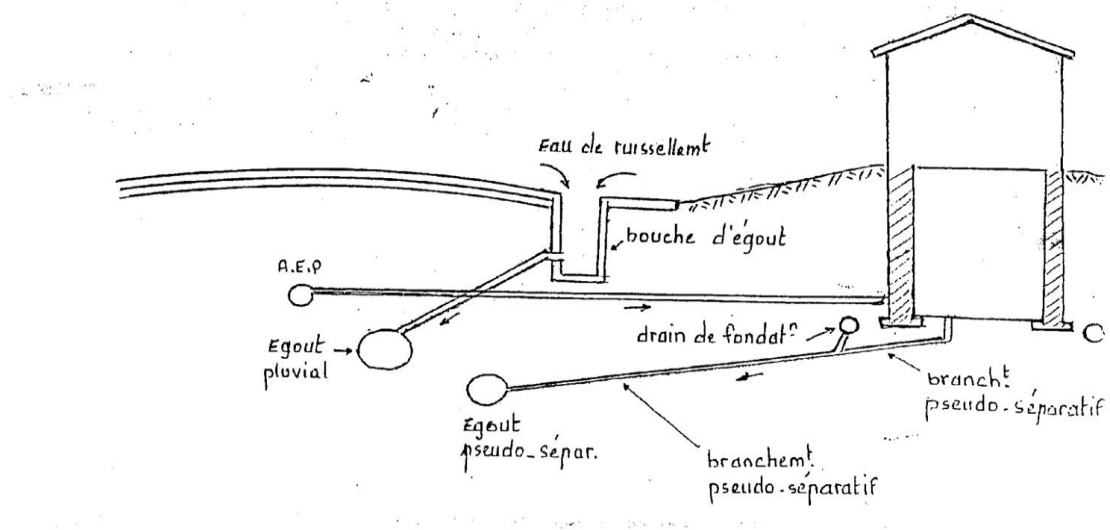


**Figure IV-02 :** Schéma représentatif des branchements dans le système séparatif

*Source : polycopies d'assainissement*

- Système pseudo séparatif

Ce système repose sur un réseau d'évacuation des eaux usées, et tout ou partie des eaux pluviales en provenance des toitures et des espaces privés, tandis que les eaux pluviales en provenance des chaussées est transitée à travers les caniveaux et quelque ouvrages pluviaux, dans un autre réseau.



**Figure IV-03 :** Schéma représentatif des branchements dans le système pseudo séparatif

*Source : polycopies d'assainissement*

A ces trois systèmes principaux, on peut ajouter le système mixte et le système composite.

- Système mixte

Comme l'indique son nom, ce réseau est constitué en partie du système unitaire et en partie du système séparatif selon les zones réceptrices. Il est appliqué dans les villes disposant d'un ancien réseau de type unitaire et dont les débits de l'extension ne pourraient être supportés par le réseau ancien.

- Système composite

A la base, c'est un système séparatif. Certaines eaux de ruissellement, particulièrement polluées, sont évacuées vers le réseau des eaux usées, en vue de leur épuration.

Dans des situations exceptionnelles, des systèmes spéciaux peuvent se rencontrer : le système sous dépression (le transport de l'effluent a lieu dans des canalisations mise en dépression) et le système sous pression (la totalité de réseau est en charge).

**Tableau IV-01 : Les avantages et les inconvénients des systèmes fondamentaux**

<b>Système unitaire</b>	
Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milieu récepteur éloigné des points de collecte.</li> <li>- Topographie à faible relief.</li> <li>- Imperméabilisation importante et topographie accentuée.</li> <li>- Débit d'étiage du cours d'eau récepteur important</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception simple : un seul collecteur, un seul branchement par immeuble.</li> <li>- Encombrement réduit du sous-sol.</li> <li>- A priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales).</li> <li>- Aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités.</li> <li>- Pas de risque d'inversion de branchement.</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débit à la station d'épuration très variable.</li> <li>- Lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales.</li> <li>- Apport de sable important à la station d'épuration.</li> <li>- Acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche.</li> <li>- Rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - Eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.</li> </ul>
Contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage.</li> <li>- Difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.</li> </ul>

**Tableau IV-01 (Suite) : Les avantages et les inconvénients des systèmes fondamentaux**

<b>Système séparatif</b>	
Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petites et moyennes agglomérations.</li> <li>- Extension des villes.</li> <li>- Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées.</li> <li>- Exploitation plus facile de la station d'épuration.</li> <li>- Meilleure préservation de l'environnement des flux polluants.</li> <li>- Certains coûts d'exploitation limités (relevage des effluents, ...)</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encombrement important du sous-sol.</li> <li>- Coût d'investissement élevé.</li> <li>- Risque important d'erreur de branchement.</li> </ul>
Contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance accrue des branchements.</li> <li>- Entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales).</li> <li>- Entretien des ouvrages particuliers (siphons, chasses d'eau, avaloirs).</li> <li>- Entretien des postes de relèvement et des chambres à sables.</li> <li>- Détection et localisation des anomalies (inversion de branchement, arrivée d'eaux parasites ...).</li> </ul>
<b>Système pseudo séparatif</b>	
Domaine d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- petits et moyennes agglomération.</li> <li>- présence d'un milieu récepteur proche.</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le problème des faux branchements est éliminé.</li> <li>- Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en dehors de la ville, ce qui donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension</li> <li>- Il y'a pas lieu de séparer les eaux de ruissellement des eaux usées en provenance d'un même immeuble.</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité</li> </ul>
Contraintes d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ;</li> <li>- Surveillance accrue des branchements.</li> </ul>

*Source : Office International de l'eau (2000)*

### IV.3. Choix du système d'évacuation

Pour le choix du système d'assainissement, il faut prendre en considération les paramètres prépondérants suivants :

- L'aspect technique (topographie du terrain, régime des précipitations, point de rejet, ...) et économique (une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire pour comparer les dépenses d'investissement et les frais d'entretien) ;
- Les conditions de rejet : La station d'épuration ou le milieu naturel influence beaucoup le choix ;
- Encombrement de sous-sol ;
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant ;
- Les considérations urbanistiques d'avenir.

Pour notre projet on va adopter le système unitaire pour des raisons économiques, la simplicité et des conditions locales.

### IV.4. Définition d'un schéma d'évacuation

Un schéma d'évacuation est la configuration, la disposition ou le dessin du système d'évacuation, il est fonction de la topographie, du relief et de la structure de l'agglomération. En outre il est primordial de prendre en considération la pente, la disposition des quartiers et des routes, le cheminement vers la station d'épuration ou le milieu naturel. On distingue plusieurs schémas d'évacuation.

### IV.5. Différents schémas d'évacuation

On distingue quatre schémas d'évacuation qui sont :

- Schéma perpendiculaire

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales en système séparatif car il est considéré comme étant la meilleure solution pour son rejet direct au milieu récepteur. Il est utilisé aussi lorsque la pollution est minimale et pour économiser des tronçons.

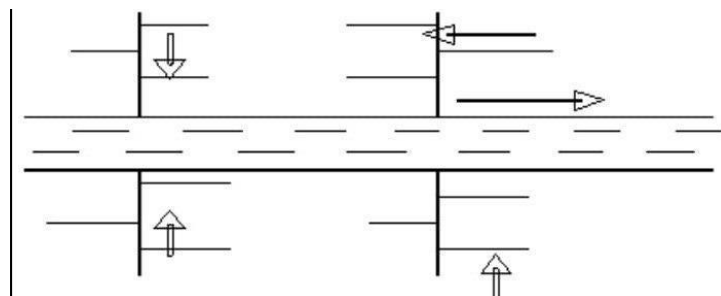


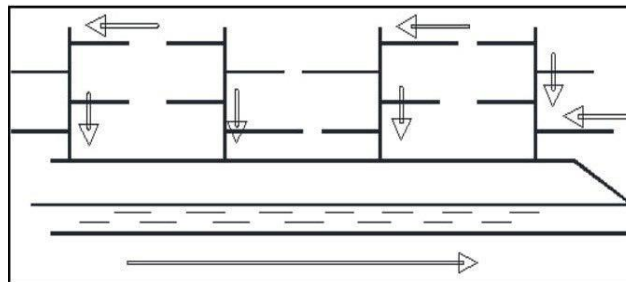
Figure IV-04 : Schéma perpendiculaire

- Schéma par déplacement latéral

C'est le schéma le plus simple, permettant de transporter l'effluent à l'aval de l'agglomération vers un seul point. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau, dans ce cas l'épuration est nécessaire.

Ce schéma a des avantages et des inconvénients permis leur avantage préservation du milieu naturel contre la pollution dans le cas où une épuration est envisagée et protection de la nappe phréatique contre la contamination, contrôler les eaux usées de l'agglomération avec l'acheminement vers un point précis et L'utilisation de l'intercepteur comme bassin de retenue en cas de problèmes dans la station d'épuration.

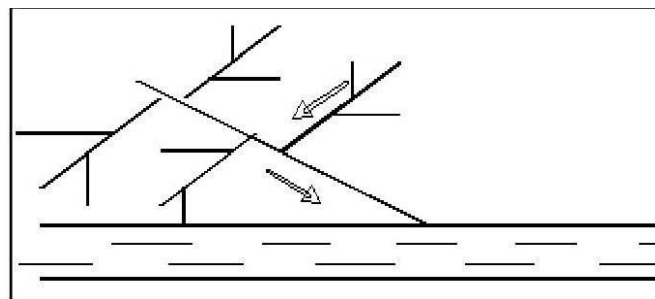
Le principal inconvénient de ce schéma est le coût élevé de la réalisation de l'intercepteur. si un problème intervient au niveau l'intercepteur c'est toute la ville qui aura des conséquences négatives sur le réseau et le débit demandé par la station d'épuration nécessite un déversoir d'orage ce qui influe aussi sur le coût du projet.



**Figure IV-05 :** Schéma par déplacement latéral

- Schéma à collecteur transversal ou oblique

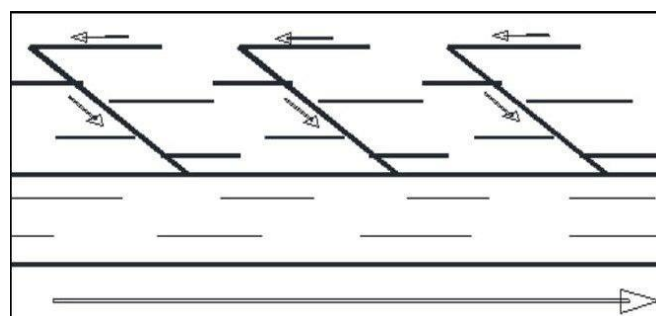
Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible.



**Figure IV-06 :** Schéma à collecteur transversale ou oblique

- Schéma à collecteur étagé

Ce schéma est une transposition du schéma à déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux .il permet de décharger le collecteur bas des apports en provenance du haut de l'agglomération.



**Figure IV-07 :** Schéma à collecteur étagé

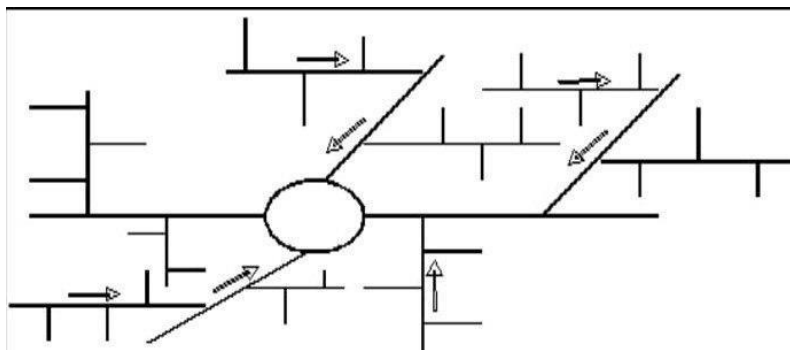
- Schéma radial

Le schéma radial convient pour les régions plates, et permet la concentration de l'effluent en un ou plusieurs points où il sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération.

Les inconvénients du schéma sont :

- Les odeurs désagréables dans toute la ville parce qu'il faut réaliser des bassins de collecte des eaux usées dans chaque lieu de la ville bien défini,
- Le coût important parce qu'il y a des stations de relevage dans chaque lieu de l'agglomération (des équipements hydrauliques, des ouvrages en génie civil ...), Le bruit des pompes surtout pendant l'heure de pointe,
- Le problème de retour d'eau chez l'habitant n'est pas inévitable en cas de problème dans le réseau de collecte ou de relevage
- Le problème de dépôts est courant dans les conduites de refoulement surtout dans les régions à faibles pluviométrie et à vent de sable fréquent et aussi lorsque la longueur de refoulement est grande.

Ce schéma est rarement utilisé à cause de ces divers problèmes.



**Figure IV-08 : Schéma radial**

#### IV.6. Choix du schéma d'évacuation

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter, dépend de divers paramètres :

- Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitats à desservir.
- Les conditions d'environnement : nature de rejet, le milieu récepteur et l'emplacement de la station d'épuration si elle existe.
- Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.

Dans le cas de notre étude le schéma choisi est celui par déplacement latéral, en tenant compte de la disposition des voiries, de la topographie de la ville et du point de rejet.

### IV.7. Découpage de l'aire d'étude en sous bassins

En général, le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux. Toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Donc, le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- La nature du sol ;
- La densité des habitants ;
- Les courbes de niveaux ;
- Les pentes et les contre pentes ;
- Les limites naturelles (talweg, oued, etc...) ;
- Les routes et les voiries ;
- Le réseau existant.

Sur la base de ces conditions l'aire d'étude est découpée en 12 sous bassins, le tableau IV-02 récapitule le découpage de la zone d'étude en sous bassins :

**Tableau IV-02 : Les sous bassins de la zone d'étude et leurs surfaces**

N° du sous bassin	Surface (ha)	N° du sous bassin	Surface (ha)
1	7,15	7	5,79
2	4,30	8	9,24
3	6,08	9	6,73
4	5,35	10	11,91
5	6,66	11	5,54
6	5,79	12	7,01

### IV.8. Situation démographique

La commune de Sour est peuplée par 22 528 habitants (statistique 2008), avec un faible taux de croissance démographique de 0,98 %.

Pour un réseau d'assainissement, on doit prévoir la population à desservir pendant la durée de vie de la structure projetée. Selon les besoins des prévisions, alors que l'estimation à court terme est de 5 à 10 ans, elle est de 10 ans à 50 ans à long terme

Pour notre projet nous prévoyons une estimation à long terme, pour cela on se référera à la formule de croissance géométrique à l'aide de l'équation des intérêts composés.

$$P_n = P_0(1 + T)^n$$

Avec :  $P_n$  : Population à l'horizon de calcul.

$P_0$  : Population de référence (22 528 habitants en 2008)

T : Taux de croissance de la population considérée

n : Ecart d'années entre les deux horizons



Les résultats de la répartition de la population à différents horizons de calcul sont représentés dans le tableau IV-03 :

**Tableau IV- 03 : Répartition de la population à différents horizons**

Horizon	2008	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Estimation	22 528	25 325	26 590	27 919	29 314	30 779	32 317	33 931

### IV.9. Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement d'une surface donnée est défini comme étant le rapport entre le volume d'eau pluviale ruisselé sur le volume total tombé sur le bassin considéré. Il a un rôle prépondérant dans l'évaluation des débits de pointes pluviaux qui servent au dimensionnement du réseau.

Ce coefficient a la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale, ce qui nous contraint d'élaborer le découpage des sous-bassins de telle façon qu'il soit aussi homogène que possible afin de minimiser les erreurs de son évaluation.

#### IV.9.1. Paramètres influençant sur le coefficient de ruissellement

La valeur du coefficient de ruissellement varie de 0,05 à 1, elle dépend de plusieurs facteurs :

- La perméabilité du sol influe beaucoup sur la valeur du coefficient de ruissellement en outre elle est influencée.
- La pente du terrain : dans le cas où on a un terrain à forte pente, dans les premières chutes de pluies le sol est gorgé d'air en outre l'indice des vides est très élevé c'est pour cela que l'eau tombée sur cette surface n'ayant pas le temps de s'infiltrer, va ruisseler.
- La durée de la pluie : Aux premières chutes de pluie, il y a des surfaces qui vont retenir de l'eau mais après une certaine durée qui est égale au temps de réponse du bassin, toutes les surfaces participent au ruissellement. (Le stockage dépressionnaire est saturé).
- La densité de la population : le coefficient de ruissellement augmente avec la densité d'habitation (augmentation de la surface couverte).
- La succession des bassins en série.

#### IV.9.2. Les contraintes rencontrées lors de l'évaluation du coefficient de ruissellement

La valeur du coefficient de ruissellement n'est jamais obtenue théoriquement avec exactitude pour les raisons suivantes :

- La mauvaise estimation du pourcentage des zones imperméables.
- Mauvaise estimation de la nature de la surface ruisselée (toit, goudron, pavé, ...)
- Difficulté d'évaluer avec précision la densité d'habitation.
- Attribution à la zone ou à l'extension si c'est une zone suburbaine ou pas.
- Attribution au coefficient de ruissellement une valeur exacte avec augmentation de la pente.
- La pluie n'est pas uniforme et constante ceci influe sur sa valeur.
- La durée de l'averse influe sur sa valeur car si elle augmente il augmente.

**a. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps**

Il est déterminé par l'expression suivante :

$$C_{rp} = \frac{0,98 t}{4,53 + t} p + \frac{0,78 t}{31,17 + t} (1 - p)$$

Où :  $C_{rp}$  : coefficient de ruissellement pondéré  
 $t$  : temps écoulé à partir du début de la précipitation  
 $p$  : pourcentage de surface imperméabilisée

**b. Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation**

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle perméable. Ce qui donne un ruissellement important

**Tableau IV-04** : Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégorie d'urbanisation	Coefficient de ruissellement (Cr)
Habitations très denses	0,90
Habitations denses	0,60 – 0,70
Habitations moins denses	0,40 – 0,50
Quartiers résidentiels	0,20 – 0,30
Square – garde – prairie	0,05 – 0,20

Source : Water Environment Federation (1970)

**c. Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population**

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle qu'est perméable. Ce qui donne un ruissellement important.

**Tableau IV-05** : Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population :

Densité de la population (hab/ha)	Coefficient de ruissellement (Cr)
20	0,20
30-80	0,20-0,25
60-150	0,25-0,30
200-300	0,45-0,60
300-400	0,60-0,80
400et plus	0,8-0,90

Source : Water Environment Federation (1970)

**d. Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence**

Les valeurs proposées sont indiquées dans le tableau IV-06

**Tableau IV-06 : Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence**

Zones d'influence	Coefficient de ruissellement (Cr)
Surface imperméable	0,90
Pavage à larges joints	0,60
Voirie non goudronnée	0,35
Allées en gravier	0,20
Surfaces boisées	0,05

Source : Guerre et Gomella 1986

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction de la nature des surfaces drainées, en tenant compte de la densité des habitations.

**e. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps**

Dans le cas où la surface du bassin est formée de plusieurs aires élémentaires «  $A_i$  », auxquelles on affecte le coefficient de ruissellement «  $C_{ri}$  », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par l'expression suivante :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i C_{ri}}{A}$$

Avec :  $C_{rp}$  : Coefficient de ruissellement total pondéré.

$A_i$  : Surface du sous bassin (ha).

$C_{ri}$  : Coefficient de ruissellement partiel.

$A$  : Surface totale (ha).

Le découpage de la zone urbaine en sous bassins nous a conduit à distinguer 08 sous bassins dans le secteur urbanisé et 04 sous bassins dans les zones d'extension.

**Tableau IV-07 : Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin**

SB	Nature des surfaces $A_i$	Surface de sous bassin	Coefficiente de ruissellement $C_{ri}$	Coefficiente de ruissellement pondéré $C_{rp}$
1	4% Habitation semi collectives existante	71548,39	0,75	0,55
	9% Habitation semi collectives en cour		0,75	
	6% Habitation collective en cour		0,75	
	15% Habitation individuelle existante		0,75	
	12% Route		0,90	
	40% Espace vert		0,20	
	14% Trottoir		0,75	
2	50% Habitation individuelle existante	42966,83	0,75	0,74
	19% Route		0,90	
	8% Espace vert		0,20	
	23% Trottoir		0,75	

Tableau IV-07 (suite) : Coefficient de ruissèlement pour chaque sous bassin

SB	Nature des surfaces $A_i$	Surface de sous bassin	Coefficiente de ruissèlement $C_{ri}$	Coefficiente de ruissèlement pondéré $C_{rp}$
3	35% Habitation individuelle existante	60816,22	0,75	0,72
	10% Equipement existant		0,75	
	16% Route		0,90	
	9% Espace vert		0,20	
	30% Trottoir		0,75	
4	25% Habitation individuelle existante	53462,68	0,75	0,65
	19% Equipement existant		0,75	
	19% Route		0,90	
	24% Espace vert		0,20	
	14% Trottoir		0,75	
5	41% Habitation individuelle existante	66562,32	0,75	0,78
	1% Habitation collective en cour		0,75	
	13% Equipement existant		0,75	
	24% Route		0,90	
	2% Espace vert		0,20	
	20% Trottoir		0,75	
6	60% Habitation individuelle existante	57914,76	0,75	0,78
	2% Equipement existant		0,75	
	22% Route		0,90	
	15% Trottoir		0,75	
7	62% Habitation individuelle existante	57916,32	0,75	0,78
	5% Equipement existant		0,75	
	22% Route		0,90	
	11% Trottoir		0,75	
8	3% Habitation individuelle existante	92445,77	0,75	0,77
	7% Habitation collectives existante		0,75	
	26% Habitation collectives projetées		0,75	
	8% Equipement existant		0,75	
	7% Equipement projetées		0,75	
	31% Route		0,90	
	5% Espace vert		0,20	
	13% Trottoir		0,75	
9	29% Habitation collectives projetées	67304,87	0,75	0,79
	13% Habitation collectives existante		0,75	
	17% Equipement projetées		0,75	
	35% Route		0,90	
	3% Espace vert		0,20	
	3% Trottoir		0,75	

Tableau IV-07 (suite) : Coefficient de ruissèlement pour chaque sous bassin

SB	Nature des surfaces $A_i$	Surface de sous bassin	Coefficiente de ruissèlement $C_{ri}$	Coefficiente de ruissèlement pondéré $C_{rp}$
10	52% Habitation collectives projetées	119129,12	0,75	0,80
	18% Equipement projetées		0,75	
	30% Route		0,90	
11	45% Habitation collectives projetées	55402,57	0,75	0,80
	16% Equipement projetées		0,75	
	36% Route		0,90	
	1% Espace vert		0,20	
	2% Trottoir		0,75	
12	33% Habitation collectives projetées	70051,42	0,75	0,80
	27% Equipement projetées		0,75	
	37% Route		0,90	
	1% Espace vert		0,20	
	1% Trottoir		0,75	

Après avoir estimé les coefficients de ruissèlement de chaque sous-bassin, il faut déterminer le coefficient de ruissèlement pondéré :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i C_{ri}}{A} = \frac{61,02}{81,55} = 0,748$$

#### IV.10. Calcul de la population de chaque sous bassin

Après avoir estimé les coefficients de ruissèlement de chaque sous bassin et le coefficient de ruissèlement pondéré totale, nous déterminons le nombre d'habitants y correspondant. Pour cela il faut calculer la densité partielle et par la suite le nombre d'habitants.

La densité partielle est estimée par la formule suivante

$$D_i = \frac{C_{ri} * P_t}{C_{rp} * A} \quad \text{Avec : } D_i : \text{Densité partielle pour chaque sous bassin (hab/ ha).}$$

$A$ : Surface totale (ha).

$C_{ri}$ : Coefficient de ruissèlement partiel.

$C_{rp}$ : Coefficient de ruissèlement total pondéré.

$P_t$  : Nombre total d'habitants (hab) à l'horizon 2050

On procède par la suite au calcul du nombre d'habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$P_i = D_i * A_i$$

Les résultats de calcul du coefficient de ruissellement et nombre d'habitants de chaque sous bassins sont portés dans le tableau IV-08 :

**Tableau IV-08 : Répartition de population dans chaque sous bassin**

Sous bassin	Surface du sous bassin (ha)	Cr	Di (hab/ha)	Nombre d'habitant
1	7,15	0,55	303,97	2175
2	4,30	0,74	409,06	1758
3	6,08	0,72	401,30	2441
4	5,35	0,65	359,42	1922
5	6,66	0,78	430,97	2869
6	5,79	0,78	435,65	2523
7	5,79	0,78	435,73	2524
8	9,25	0,77	425,97	3938
9	6,73	0,79	437,70	2946
10	11,91	0,80	442,14	5267
11	5,54	0,80	442,72	2453
12	7,01	0,80	445,01	3117
<b>Totale</b>	81,55			33931

#### IV.11. Conclusion

Concernant la population prise en compte, elle est calculée sur la base de l'horizon de calcul 2050. Celle-ci est donc estimée à 33 931 habitants.

Le système d'assainissement unitaire est adopté,

Le découpage de la zone urbaine a permis d'identifier 12 sous bassins,

Le schéma adopté est celui par déplacement latéral.

# Chapitre V

Evaluation des débits

## Chapitre V : Evaluation des débits

Le réseau d'assainissement est conçu pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées d'origines diverses. Avant de passer au dimensionnement des collecteurs, il faut que l'évaluation des débits des eaux usées et pluviales porte essentiellement vers l'exutoire et il faut ainsi prendre en considération la quantité et de la qualité des rejets qui varient en fonction du type d'agglomération et des diverses catégories du sol.

Ces rejets doivent être évacués le plus rapidement possible et par le moyen le plus sûr afin d'éviter toute contamination de l'être humain ou pollution de l'environnement ; d'où ressort l'utilité de l'évaluation des quantités à traiter.

### V.1. Evaluation des débits des eaux usées

L'évaluation des débits des eaux usées nous permet de connaître les quantités de ces derniers aux heures de pointe ce qui conditionne la détermination des sections des canalisations, ainsi que les flots minimaux qui permettent d'apprécier les capacités d'auto-curage des canalisations.

#### V.1.1. Nature des eaux usées à évacuer

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine de ces eaux usées, on distingue :

- **Les eaux usées domestiques**

Ces eaux proviennent des habitations de l'agglomération, elles sont constituées essentiellement des eaux ménagères (les eaux des vaisselles, de lavage, de bain et de douche) et des eaux de vannes (les eaux provenant des sanitaires).

La quantité des eaux à évacuer dépend de la consommation en eau potable qui elle-même dépend essentiellement des facteurs suivants : type d'habitations, leurs degrés de confort et la dotation en eau potable.

- **Les eaux usées industrielles**

Ces eaux proviennent de diverses activités industrielles. Elles contiennent des substances chimiques (acide, basique) et toxiques.

La quantité d'eaux évacuées par les industries dépend de plusieurs facteurs :

- La nature de l'industrie : (Fabrications ou de transformations) ;
- Le procédé de fabrication utilisé;
- Le taux de recyclage effectivement réalisé.

Et il y a toujours certains paramètres à prendre en considération à part la quantité d'évacuation :

- La température élevée des eaux qui peut nuire aux caractéristiques mécaniques des canalisations, les eaux chaudes doivent avoir une température inférieure à 35 °C.
- L'agressivité de l'effluent, ce qui exige un prétraitement à l'intérieur de l'unité industrielle, pour éviter les méfaits des matières chimiques corrosives (acides ou bases), des substances



toxiques (traitement difficile au niveau de la station d'épuration) et parfois même des métaux lourds (frottement contre les parois des conduites).

Cette quantité peut être évaluée selon deux principes :

- **Industrie de production** : on s'intéresse aux produits ; c'est-à-dire l'estimation du nombre de produits et la quantité d'eau nécessaire jusqu'au produit fini.
- **Industrie de transformation** : on s'intéresse au nombre de travailleurs employés par l'industrie, et une estimation de la quantité d'eau utilisée par chacun.

- **Eaux usées du service public**

Les eaux usées du service public, qui proviennent essentiellement du lavage des espaces publics (cours, rue...), sont évacuées vers le réseau par l'intermédiaire de puisards munis d'une grille.

Ce sont les eaux usées provenant des établissements ou des équipements publics : administratifs, éducatifs, touristiques, sanitaires et autres services d'utilité publique.

Les eaux usées des services publics seront pris en compte avec les besoins domestiques. L'estimation de ces eaux tient compte de la dotation en eau potable requise pour chaque activité, cette dotation est basée sur la notion d'équivalent habitant qui représente une unité de compte homogène pour tous les usagers.

- **Eaux parasites**

C'est les eaux d'infiltration dans le collecteur qui changent parfois les propriétés hydrauliques de l'écoulement. Lorsque ce dernier n'est pas étanche à 100 %, la remontée de la nappe, qui est considérée comme Eaux Claires Parasites Permanentes (E.C.P.P), modifie les propriétés hydrauliques telle que la vitesse et le bon fonctionnement de la station d'épuration.

Les eaux parasites doivent être mesurées sur le réseau, mais en absence de valeurs mesurées la directive allemande ATV préconise de prendre un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 l/s/ha.

Notre projet ne comportant pas d'unités industrielles, les eaux usées provenant de l'agglomération sont d'origine domestique et du service public et le débit d'eau parasite est pris à 0,15 l/s/ha.

### V.1.2. Consommation en eau potable

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend de certains paramètres, à savoir :

- La disponibilité des ressources ;
- Le nombre d'habitants;
- Le développement urbain de la ville;
- Le niveau de vie de la population.

Au regard du développement de la commune Sour du point de vue de l'urbanisation et la disponibilité des ressources en eaux, une dotation moyenne journalière égale à 160 l/j/hab est

prise forfaitairement en considération. Cette valeur nous a été suggérée par les techniciens de la direction des ressources en eau).

**V.1.3. Estimation des débits des eaux usées**

Ces débits permettent l'évaluation de la quantité des eaux usées à évacuer journallement à partir de la consommation d'eau par habitant.

L'évacuation quantitative des rejets est fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode de d'occupation du sol. Plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée.

**V.1.3.1. Evaluation des débits d'eaux usées domestiques**

Les quantités d'eau usée sont plus grandes pendant la journée que pendant la nuit. Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée n'est que 70% à 80% de l'eau consommée, ce qu'on appelle le coefficient de rejet (K<sub>r</sub>).

Dans notre cas, on adoptera un coefficient de rejet de l'ordre de 80%.

**V.1.3.2. Évaluation du débit moyen journalier**

Le débit moyen journalier rejeté est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moy,j} = \frac{K_r * D * N}{86400}$$

$Q_{moy,j}$  : Le débit moyen rejeté quotidiennement en [l/s] ;  
 $K_r$  : Le coefficient de rejet pris égal à 80% ;  
 $D$  : La dotation journalière prise égale à 160 l/j.hab ;  
 $N$  : Le nombre d'habitants à l'horizon d'étude [hab].

**V.1.3.3. Évaluation des débits de pointe**

Le régime de rejet des eaux usées est très variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p * Q_{moy,j}$$

$Q_{pte}$  : Le débit de pointe en [l/s] ;  
 $K_p$  : coefficient de pointe ;  
 $Q_{moy,j}$  : Le débit moyen journalier [l/s].

Coefficient de pointe peut être :

- **Estimé de façon moyenne**  
 $K_p = 24/14$  ;  
 $K_p = 24/10$  .
- **Relié à la position de la conduite dans le réseau**  
 $K_p = 3$  En tête du réseau ;  
 $K_p = 2$  À proximité de l'exutoire.
- **Calculé à partir du débit moyen journalier**  
 $K_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{moy,j}}}$  si  $Q_{moy,j} \geq 2,8 \text{ l/s}$   
 $K_p = 3$  si  $Q_{moy,j} < 2,8 \text{ l/s}$

Pour notre étude le coefficient de pointe  $K_p$  est estimé à partir du débit moyen. Les résultats de calcul pour l'évaluation des débits d'eaux usées des équipements et de pointe sont illustrés dans le tableau V-01 :

**Tableau V-01** : Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin

SB	Type d'équipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/unité)	Débit (l/j)	Débits (l/s)	Débit équipement (l/s)
1	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/
3	Douche	Personne	80	50	4000	0,046	0,622
	Bibliothèque	Employé/élève	160	10	1600	0,019	
	Mosquée	Fidèle	900	20	18000	0,208	
	Siège APC	Fonctionnaire	50	10	500	0,006	
	Siège PTT	Fonctionnaire	30	10	300	0,003	
	Parking	m <sup>2</sup>	326	10	3260	0,038	
	Cave	m <sup>2</sup>	2611	10	26110	0,302	
4	Primaire	Élève	300	30	9000	0,104	0,388
	Lycée	Élève	500	10	5000	0,058	
	Mosquée	Fidèle	500	20	10000	0,116	
	Stade	m <sup>2</sup>	536	10	5360	0,062	
	Cave	m <sup>2</sup>	417	10	4170	0,048	
5	Locaux commerciaux	Personnes	200	20	4000	0,046	0,984
	Stade	m <sup>2</sup>	5000	10	50000	0,579	
	Siège sûreté	Agent	200	100	20000	0,231	
	Locaux commerciaux	Personne	250	20	5000	0,058	
	Marché	Personne	120	20	2400	0,028	
	Centre de santé	Lit	60	30	3600	0,042	
6	Primaire	Élève	200	30	6000	0,069	0,075
	Siège APC	Fonctionnaire	45	10	450	0,005	
7	Garde communale	Agent	45	100	4500	0,052	0,197
	Locaux commerciaux	Personnes	300	10	3000	0,035	
	Centre culturel	Employé/stagiaire	90	10	900	0,010	
	Cave	m <sup>2</sup>	858	10	8580	0,099	
8	Crèche	Employé/Enfant	50	10	500	0,006	0,621
	Gendarmerie	Agent	120	100	12000	0,139	
	CEM	Élève	400	30	12000	0,139	
	Stade	m <sup>2</sup>	830	10	8300	0,096	
	Aire de jeux	m <sup>2</sup>	765	10	7650	0,089	
	Equipement projeté	Personne	440	30	13200	0,153	
9	CFPA	Élève	400	30	12000	0,139	0,253
	Equipement projeté	Personne	330	30	9900	0,115	

**Tableau V-01 (suite) : Evaluation des débits d'équipements pour chaque sous bassin**

SB	Type d'équipements	Unité de mesure	Nombre d'unité	Dotation (l/j/unité)	Débit (l/j)	Débits (l/s)	Débit équipement (l/s)
10	Centre commercial	Personne	400	10	4000	0,046	0,324
	Eq d'investissement	Personne	300	30	9000	0,104	
	Polyclinique	Lit	200	30	6000	0,069	
	École	Élève	300	30	9000	0,104	
11	Marché couvert et parking	Personne	500	10	5000	0,058	0,145
	École	Élève	250	30	7500	0,087	
12	Piscine	Visiteur	120	60	7200	0,083	0,697
	Salle omnisport	Sportif	100	60	6000	0,069	
	Mosquée	Fidèle	1600	20	32000	0,370	
	CEM	Élève	500	30	15000	0,174	
						<b>La somme</b>	4,305 (l/s)

**Tableau V-02 : Détermination des débits de pointes d'eaux usées**

S	Nombre d'habitant	Q moy, j (l/s)	K <sub>p</sub>	Q pte, usée (l/s)	Q éqpmt (l/s)	Q parasite (l/s)	Q cum (l/s)	Q cum (m <sup>3</sup> /s)
1	2175	3,222	2,89	9,321	0	1,07	10,39	0,0104
2	1758	2,604	3,00	7,812	0	0,64	8,46	0,0085
3	2441	3,616	2,81	10,177	0,622	0,91	11,71	0,0117
4	1922	2,847	3,00	8,540	0,388	0,80	9,73	0,0097
5	2869	4,250	2,71	11,529	0,984	1,00	13,51	0,0135
6	2523	3,738	2,79	10,440	0,075	0,87	11,38	0,0114
7	2524	3,739	2,79	10,442	0,197	0,87	11,51	0,0115
8	3938	5,834	2,54	14,789	0,621	1,39	16,80	0,0168
9	2946	4,364	2,70	11,769	0,253	1,01	13,03	0,0130
10	5267	7,803	2,39	18,689	0,324	1,79	20,80	0,0208
11	2453	3,634	2,81	10,216	0,145	0,83	11,19	0,0112
12	3117	4,618	2,66	12,300	0,697	1,05	14,05	0,0140
<b>Somme</b>				136,023	4,305	12,233	152,561	0,153

## V.2. Evaluation des débits d'eaux pluviales

Les eaux pluviales sont les eaux qui proviennent des précipitations atmosphériques. Les eaux provenant d'arrosage, de lavage, des voies publiques et privées, des jardins et des cours d'immeubles sont aussi assimilées à des eaux pluviales. Ce sont donc essentiellement des eaux de ruissellement de surface.

L'estimation des eaux pluviales est nécessaire pour toute étude d'un réseau d'assainissement, les débits des eaux pluviales sont calculés pour une précipitation de fréquence décennale et une durée de 15 min, la surface à drainer est découpée en sous bassin suivant des critères bien précis, ensuite un coefficient de ruissellement pondéré, en fonction de la nature du sol, est

attribué à chaque sous bassin ainsi défini. La quantification des eaux de ruissellement est obtenue par l'application de différentes méthodes, comme la méthode superficielle ou rationnelle.

### V.2.1. Méthode rationnelle

C'est une méthode qui consiste à estimer les débits de ruissellement afin de calculer les diamètres ou les dimensions des conduites et des canaux. Cette méthode est utilisée depuis la fin du siècle dernier (1889), mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS, c'est une méthode qui a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains de faible surface ( $\leq 10$  ha).

Ce n'est pas à proprement parler une méthode de simulation car elle est basée sur une approximation pondérée par les temps de parcours du débit de pointe de l'hydrogramme.

Cette approximation nous donne donc l'ordre de grandeurs des débits à véhiculer mais ne peut prévoir toutes les situations critiques. La méthode rationnelle permet de calculer chaque débit de dimensionnement du réseau de drainage en commençant en tête du bassin suite à une averse d'intensité moyenne «  $i$  » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie «  $A$  », caractérisée par un coefficient de ruissellement «  $C_r$  ».

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha * C_r * i * A$$

Avec :  $Q$  : débit d'eau de ruissellement ;  
 $C_r$  : coefficient de ruissellement ;  
 $i$  : intensité de précipitation [l/s/ha] ;  
 $A$  : surface de l'aire d'influence [ha] ;  
 $\alpha$  : Coefficient correcteur de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, dont sa détermination est en fonction de la forme du bassin.

### Hypothèse de la méthode rationnelle

Les hypothèses de base sont, par conséquent, les suivantes :

- Le débit de pointe est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe à la même période de retour que l'intensité moyenne qui le provoque.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant.

### Critique de la méthode rationnelle

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est approchée.
- Le coefficient de ruissellement est toujours constant sur tout le bassin et pendant toute la durée de l'averse.
- La méthode rationnelle ne tient pas compte l'effet de stockage d'eau de ruissellement sur les sous bassins.
- Elle ne tient pas compte de distribution spatiale de la pluie (variation de l'intensité)
- L'estimation du temps de concentration est souvent laborieuse.

**Temps de concentration**

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée du point le plus éloigné jusqu'à son arrivée à l'exutoire du bassin.

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3$$

Où :

$t_1$  : Temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations

$$t_1 = \frac{\text{Longueur}}{\text{Vitesse}} = \frac{L}{60 V}$$

$t_2$  : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement, ce temps varie de 2 à 20 min ;

$t_3$  : Temps de ruissellement dans un bassin ne comportant pas de canalisations

$$t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}} \quad \begin{array}{l} L : \text{Longueur du plus long parcours de l'eau (km)} ; \\ I : \text{La pente du terrain (\%)} . \end{array}$$

Trois cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisations :  $T_c = t_3$  ;
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation :  $T_c = t_1 + t_3$
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation :  $T_c = t_1 + t_2$

Dans le cas général, pour les zones peu allongées, le temps de concentration est donné par la relation suivante :

$$t_c = 3,98 * \left(\frac{L}{\sqrt{I}}\right)^{0,77} \quad [min] \quad \begin{array}{l} L : \text{Longueur du plus long parcours de l'eau (km)} ; \\ I : \text{La pente du terrain (\%)} . \end{array}$$

**V.2.2. Méthode superficielle (méthode de Caquot)**

La méthode superficielle est une forme globaliste de la méthode rationnelle, cette méthode a été proposée par M. CAQUOT en 1949, Satin et Selmi (2006).

Elle tient compte de l'ensemble des paramètres qui influent sur le ruissellement, elle est donnée par la relation suivante :

$$Q(f) = K^{\frac{1}{u}} . I^{\frac{v}{u}} . C_r^{\frac{1}{u}} . A^{\frac{w}{u}}$$

$Q(f)$  : Le débit pluvial de fréquence de dépassement « F »; en (m<sup>3</sup>/s).  
 $K, u, v, w$  : Coefficients d'expression,  
 $I$  : La pente moyenne calculée selon le plus long cheminement hydraulique (m/m).  
 $C_r$  : Le coefficient de ruissellement du sous bassin considéré.  
 $A$  : La superficie drainée du sous bassin (ha).

Les coefficients d'expression  $K, u, v, w$  sont donnés en fonction des paramètres de Caquot par les relations suivantes :

$$K = \frac{a \times \mu}{6 \times (\beta + \delta)}$$

$$u = 1 - b \times f$$

$$v = c \times b$$

$$w = 1 - \varepsilon + d \times b$$

### Paramètres liés à la pluviométrie

$a, b$  : sont les coefficients de la formule de Montana (courbes IDF). Les valeurs qu'ils prennent sont issues d'un calcul purement hydrologique selon les régions, les périodes de retour et les fréquences.

$\varepsilon$ : abattement spatial de la pluie ;

$\varepsilon = 0,5$  pour  $S < 100$  ha.

$\varepsilon = 0,03$  la valeur la plus adoptée.

### Paramètres caractérisant la transformation de la pluie en débit :

$\beta + \delta = 1,1$  : représente l'effet de stockage et d'écrêtement, cette valeur devrait augmenter avec la taille des bassins.

### Paramètres concernant le bassin versant :

$$c = -0,41 ; d = 0,51 ; f = -0,29.$$

$\mu$  : Coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :

$$\mu = 0,28 \times M^{0,84}$$

$M = \frac{L}{\sqrt{S_c}}$   $M$  : Coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.  
 $L$  : Le plus long chemin hydraulique (m).  
 $S_c$  : Etant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin (m<sup>2</sup>).

### Remarque

La valeur de «  $M$  » doit être supérieure à 0,8 (une valeur qui correspond à un bassin-versant en forme de demi-cercle). La formule de Caquot est donnée pour  $M = 2$ . Pour des valeurs de  $M$  différentes de 2, le débit de pointe  $Q_p$  donné par la formule doit être corrigé par le coefficient d'influence :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7 \times b} \quad \text{Avec : } m : \text{coefficient d'influence}$$

$$M : \text{coefficient d'allongement}$$

### Temps de concentration

D'après Desbordes, Le temps de concentration (valable pour les deux méthodes) est donné par l'expression suivante :

$$t_c = 0,28 \times M^{0,84} \times I^{-0,41} \times A^{0,51} \times Q_p^{-0,29}$$

**Validité de la méthode superficielle**

Il est nécessaire de vérifier les conditions d’application de la formule de Caquot pour pouvoir l’appliquer, ces limites sont celles préconisées par l’instruction technique 1977 :

- Superficie totale :  $A < 200$  ha,
- Coefficient de ruissellement :  $0,2 < Cr < 1$ ,
- Pente :  $0,2 \% < I < 5 \%$ ,
- Coefficient d’allongement :  $M > 0,8$ .

**V.2.3. Formules d’assemblage et d’équivalence**

Les méthodes de calcul du débit pluvial sont en général valables pour des bassins de caractéristiques physiques homogènes. L’application du modèle superficielle à un groupement de sous bassins hétérogènes nécessite l’emploi de formules d’équivalence.

Ces formules diffèrent selon la hiérarchie des sous bassins constituant le groupement ; des bassins seront dits en série lorsque l’exutoire d’un des bassins constitue l’entrée de l’autre, les bassins seront dits en parallèle lorsque leurs exutoires convergent vers le même bassin versant. Le tableau V-03 fournit les règles d’assemblage à utiliser :

**Tableau V-03 : Les règles d’assemblage utilisées**

Paramètres équivalents	$A_{\acute{e}q}$	$C_{\acute{e}q}$	$I_{\acute{e}q}$	$M_{\acute{e}q}$
<b>Bassin en série</b>	$\sum A_i$	$\frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i}$	$\left[ \frac{\sum L_i}{\sum \left( \frac{L_i}{\sqrt{I_i}} \right)} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$
<b>Bassin en parallèle</b>	$\sum A_i$	$\frac{\sum(C_i \times A_i)}{\sum A_i}$	$\frac{\sum(I_i \times Q_i)}{\sum Q_i}$	$\frac{L(t_{c,max})}{\sqrt{\sum A_i}}$

Avec :

- $A_{\acute{e}q}, C_{\acute{e}q}, I_{\acute{e}q}, M_{\acute{e}q}$  : sont les paramètres du bassin équivalent.
- $A_i, C_i, I_i, L_i, Q_i$  : sont les paramètres individuels du sous bassin (i) considéré seul.
- $L(t_{c,max})$  : cheminement hydraulique le plus long du sous bassin ayant le temps de concentration le plus long.
- Pour calculer le coefficient d’allongement « $M_{\acute{e}q}$ » qui est sans unité, les longueurs « $L_i$  et  $L(t_{c,max})$ » et les surfaces « $A_i$  » doivent être exprimés en des unités similaires (par exemple : m et m<sup>2</sup>).

**V.3. Application**

**V.3.1. Choix de la méthode de calcul**

En tenant compte des caractéristiques de notre agglomération c’est-à-dire : une bonne connaissance du terrain du point de vue homogénéité et de la bonne estimation du coefficient de ruissellement équivalent nous optons pour l’application de la méthode rationnelle.



**V.3.2. Intensité moyenne maximale**

L'intensité moyenne maximale est déterminée dans le troisième chapitre (Etude hydrologique) et est égale à  $i = 62,20$  mm/h, soit un débit spécifique de  $q = 172,78$  l/s/ha.

**V.3.3. Coefficient de correction ( $\alpha$ ) (réducteur de l'intensité)**

En réalité, la répartition d'une pluie au niveau d'un bassin est irrégulière surtout pour les pluies de courte durée et de forte intensité. Pour en tenir compte, on doit ajouter un paramètre de correction pour chaque surface élémentaire ; c'est un coefficient réducteur de l'intensité :  $\alpha \leq 1$ . Il est déterminé d'après une loi de répartition de la pluie.

- Pour des bassins longs (rectangles étroits, ...) ; ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,006 \sqrt{\frac{d}{2}}$$

- Pour des bassins ramassés (carré ou cercle) ; ce coefficient sera égal à :

$$\alpha = 1 - 0,005 \sqrt{\frac{d}{2}}$$

d : Distance du milieu du bassin à l'épicentre de l'orage.

**Tableau V-04 : Évaluation des débits pluviaux pour chaque sous-bassin**

SB	Surface (ha)	Cr	$\alpha$	i (l/s/ha)	Q plu (l/s)	Q plu (m <sup>3</sup> /s)
1	7,155	0,55	1	172,78	675,753	0,676
2	4,297	0,74	1	172,78	546,101	0,546
3	6,082	0,72	1	172,78	758,293	0,758
4	5,346	0,65	1	172,78	597,040	0,597
5	6,656	0,78	1	172,78	891,318	0,891
6	5,791	0,78	1	172,78	783,942	0,784
7	5,792	0,78	1	172,78	784,098	0,784
8	9,245	0,77	1	172,78	1223,535	1,224
9	6,730	0,79	1	172,78	915,320	0,915
10	11,913	0,80	0,9	172,78	1472,915	1,473
11	5,540	0,80	1	172,78	762,108	0,762
12	7,005	0,80	1	172,78	968,591	0,969
<b>La somme</b>					10379,013	10,379

On passe maintenant au calcul final des débits usés, pluviaux, parasites et d'équipement de notre agglomération dans chacun des sous-bassins. Les résultats sont consignés dans le tableau V-05.

**Tableau V-05 : Évaluation des débits totaux**

SB	Surface (ha)	Q cumulé (l/s)	Q plu (l/s)	Q Total (l/s)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)
1	7,155	10,394	675,753	686,147	0,686
2	4,297	8,456	546,101	554,557	0,555
3	6,082	11,712	758,293	770,005	0,770
4	5,346	9,730	597,040	606,770	0,607
5	6,656	13,511	891,318	904,829	0,905
6	5,791	11,384	783,942	795,325	0,795
7	5,792	11,507	784,098	795,605	0,796
8	9,245	16,797	1223,535	1240,332	1,240
9	6,730	13,032	915,320	928,352	0,928
10	11,913	20,800	1472,915	1493,715	1,494
11	5,540	11,192	762,108	773,300	0,773
12	7,005	14,048	968,591	982,638	0,983
	<b>La somme</b>	152,561	10379,013	10531,574	10,532

#### V.4. Conclusion

Ce chapitre a permis d'évaluer surfaces et les débits pour chaque sous-bassin. Ainsi nous avons des surfaces des sous bassins allant de 4,3 ha à 11,91 ha pour des débits variant entre 0,55 et 1,49 m<sup>3</sup>/s.

Ces valeurs nous permettront de mener un calcul hydraulique judicieux dont l'objectif serait de dimensionner correctement toutes les composantes du réseau choisi et ses ouvrages annexes.

# Chapitre VI

Dimensionnement du réseau  
d'assainissement

## Chapitre VI : Dimensionnement du réseau d'assainissement

Une fois que les débits des eaux à évacuer au niveau des sous bassins sont déterminés, on passe au calcul hydraulique du système d'assainissement qui consiste à dimensionner les collecteurs et les éléments qui seront appelés à acheminer ces eaux vers l'oued dans les meilleures conditions possibles, tout en satisfaisant les conditions d'auto curage.

Ce calcul hydraulique doit respecter certaines normes d'écoulement et conditions d'implantation des réseaux d'assainissement. L'implantation en profondeur se fait d'une manière à satisfaire les conditions de résistance mécanique aux charges extérieures, tout en définissant le meilleur tracé possible.

### VI.1. Conditions du dimensionnement

Dans le cadre de l'assainissement, on trouve deux catégories de réseau :

- Le réseau unitaire où la collecte et l'évacuation des eaux usées et les eaux pluviales se font dans le même réseau
- Le réseau séparatif où les eaux pluviales sont évacuées par un réseau indépendamment des eaux usées.

Le dimensionnement du réseau du type unitaire doit dans la mesure du possible permettre l'entraînement des sables par les débits pluviaux pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite.

Lorsqu'il s'agit de réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, les conditions d'auto curage doivent être satisfaites. Il faut assurer une vitesse minimale de 0,6 m/s pour le dixième (1/10) du débit de pleine section, et une vitesse de 0,3 m/s pour le centième (1/100) de ce même débit avec un diamètre minimale de 300 mm (Regis, 1984).

En revanche, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations et leur revêtement intérieur nous conduit à poser des limites supérieures qui correspond à une vitesse maximale de l'ordre de 5 m/s.

### VI.2. Hypothèses de calcul

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère les hypothèses suivantes :

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section ( $Q_{ps}$ ) ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées.

Il convient toutefois de définir les paramètres hydrauliques suivants :

- Le périmètre mouillé (P) est la longueur du périmètre de la conduite qui est au contact avec l'eau en m ;
- La section mouillée (S) est la section transversale de la conduite occupée par l'eau en m<sup>2</sup> ;
- Le rayon hydraulique (R) est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé en m ;
- La vitesse moyenne (V) est le rapport entre le débit volumique [m<sup>3</sup>/s] et la section mouillée [m<sup>2</sup>], elle est exprimée en m/s.

### VI.3. Mode du calcul

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité :

$$Q = V \cdot S$$

Avec :  $Q$  (m<sup>3</sup>/s): Débit.  
 $V$  (m/s) : Vitesse d'écoulement.  
 $S$  (m<sup>2</sup>): Section mouillée

Cette vitesse se calcule par différentes expressions, la vitesse moyenne est déterminée par l'expression de la formule de Manning-Strickler suivante :

$$V = K_S \cdot R^{2/3} \sqrt{I_m}$$

Avec :  $I_m$  (m/m) : Pente motrice ou pente du radier nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné.  
 $R$  (m) : Rayon hydraulique.  
 $K_S$  : Coefficient de rugosité qui dépend de la nature des parois.

Le tableau (VI-1) donne la valeur de ce coefficient en fonction de la nature de la paroi.

**Tableau VI-1** : Coefficient de Manning-Strickler (Ks) en fonction de la nature de parois

Nature des parois	Ks
Fossé à parois en herbe	30
Fossé à parois en terre	40
Canal en maçonnerie	60
Conduite en béton	75
Conduite en fibre-ciment	80
Conduite en fonte ou en grés	90
Conduite en PVC	<b>90 ou 100</b>

A partir des équations précédentes, le diamètre est calculé comme suit :

$$D_{cal} = \left( \frac{3,2036 Q_t}{K_S \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Où :  $Q_t = Q_{eu} + Q_{pl}$  Avec :  $Q_{eu}$  (m<sup>3</sup>/s) : Débit des eaux usées.  
 $Q_{pl}$  (m<sup>3</sup>/s) : Débit des eaux pluviales.

Le débit en pleine section est donné donc par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} \frac{\pi(D_{nor})^2}{4} \quad \text{Avec : } D_{nor} : \text{Diamètre normalisé de la conduite en (mm).}$$

La vitesse en pleine section ( $V_{ps}$ ) est calculée à partir de la formule de Manning-Strickler, avec le rayon hydraulique pris égal à :  $R = D_{nor}/4$

On aura donc :

$$V_{ps} = K_S \cdot (D_{nor}/4)^{2/3} \sqrt{I}$$

Par la suite, les vitesses et les hauteurs dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :

$$\text{Rapport des débits } R_Q = \frac{Q}{Q_{PS}}$$

$$\text{Rapport des vitesses } R_V = \frac{V}{V_{PS}}$$

$$\text{Rapport des hauteurs } R_h = \frac{H}{D_{nor}}$$

Pour vérifier la vitesse d'auto curage, deux conditions doivent être satisfaites.

Condition 1 : Vitesse d'écoulement moyenne  $V \geq 1,00 \text{ m/s}$

Condition 2 :  $V_{min} > 0,60 \text{ m/s}$  pour  $Q_{min} \approx (Q_{ps}/10)$

$$V_{min} > 0,30 \text{ m/s} \text{ pour } Q_{min} \approx (Q_{ps}/100)$$

Pour le dimensionnement, on rencontre généralement dans le réseau existante deux types de matériaux pour les conduites.

Dans le cadre de notre dimensionnement nous avons opté aux diamètres inférieurs à 630 mm pour des conduites en PVC. Alors que les conduites en béton armé, elles concernent les diamètres supérieurs à 630 mm.

Le dimensionnement du réseau actuel a abouti à la confection de deux plans :

- Plan de réseau d'assainissement projetée.
- Profil en long de l'intercepteur.

Tableau VI-2 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 09

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m <sup>3</sup> /s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m <sup>3</sup> /s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'01-R'02	PVC	41,60	3,92%	263,43	262,00	261,43	259,80	0,417	0,030	136	315	3,64	0,283	0,11	0,001	0,67	0,24	0,23	0,04	2,45	0,86	72,3	12,6	V
R'02-R'04	PVC	33,45	4,87%	262,00	259,37	259,50	257,87	0,753	0,054	162	315	4,06	0,316	0,17	0,002	0,78	0,24	0,29	0,04	3,15	0,98	90,9	13,4	V
R'03-R'04	PVC	18,65	2,52%	259,74	259,37	258,24	257,77	0,187	0,013	109	315	2,92	0,227	0,06	0,001	0,54	0,23	0,17	0,04	1,57	0,68	52,1	12,0	V
R'04-R'05	PVC	38,30	2,64%	259,37	258,26	257,77	256,76	1,324	0,095	225	315	2,98	0,233	0,41	0,006	0,94	0,27	0,44	0,05	2,79	0,79	139,6	16,3	V
R'05-R'08	PVC	38,30	4,96%	258,26	256,46	256,76	254,86	1,708	0,122	220	315	4,09	0,319	0,38	0,005	0,92	0,26	0,43	0,05	3,76	1,08	134,6	16,0	V
R'06-R'07	PVC	37,90	4,88%	261,75	259,00	258,55	256,70	0,380	0,027	126	315	4,06	0,316	0,09	0,001	0,63	0,23	0,21	0,04	2,54	0,95	64,8	12,4	V
R'07-R'08	PVC	41,60	4,90%	259,00	256,46	256,70	254,66	0,797	0,057	166	315	4,07	0,317	0,18	0,003	0,79	0,24	0,30	0,04	3,20	0,99	93,2	13,5	V
R'08-R'09	PVC	33,85	4,84%	256,46	254,52	254,66	253,02	2,844	0,204	268	315	4,04	0,315	0,65	0,009	1,07	0,29	0,59	0,06	4,34	1,16	184,8	19,1	V
R'09-R'10	PVC	33,93	4,77%	254,52	253,00	253,02	251,40	3,184	0,228	280	315	4,01	0,313	0,73	0,010	1,09	0,29	0,63	0,06	4,39	1,18	198,5	20,0	V
R'10-R'13	PVC	37,84	4,65%	253,00	251,64	251,40	249,64	3,564	0,256	293	315	3,96	0,309	0,83	0,012	1,11	0,30	0,69	0,07	4,38	1,20	217,3	21,1	V
R'11-R'12	PVC	31,20	1,79%	253,16	252,60	251,66	251,10	0,313	0,022	141	315	2,46	0,192	0,12	0,002	0,70	0,24	0,24	0,04	1,72	0,59	76,1	12,8	V
R'12-R'13	PVC	31,20	4,68%	252,60	251,64	251,10	249,64	0,626	0,045	153	315	3,97	0,310	0,14	0,002	0,74	0,24	0,27	0,04	2,96	0,96	84,4	13,1	V
R'13-R'14	PVC	48,04	2,25%	251,64	250,16	249,64	248,56	4,671	0,335	372	400	3,23	0,406	0,83	0,012	1,11	0,30	0,69	0,07	3,57	0,98	275,3	26,8	V
R'14-R'15	PVC	56,16	2,42%	250,16	248,70	248,56	247,20	5,234	0,375	383	400	3,35	0,421	0,89	0,012	1,11	0,31	0,74	0,07	3,73	1,03	296,0	27,7	V
R'15-R'24	PVC	52,17	3,57%	248,70	247,34	247,20	245,34	5,757	0,413	369	400	4,07	0,511	0,81	0,011	1,10	0,30	0,68	0,07	4,49	1,23	270,5	26,5	V
R'16-R'17	PVC	39,10	4,81%	257,31	255,23	255,41	253,53	0,392	0,028	127	315	4,03	0,314	0,09	0,001	0,64	0,24	0,21	0,04	2,56	0,95	66,2	12,4	V
R'17-R'19	PVC	39,10	4,91%	255,23	253,11	253,43	251,51	0,784	0,056	165	315	4,07	0,317	0,18	0,002	0,78	0,24	0,29	0,04	3,19	0,99	92,5	13,5	V
R'18-R'19	PVC	35,25	1,56%	253,56	253,11	251,66	251,11	0,353	0,025	151	315	2,29	0,179	0,14	0,002	0,74	0,24	0,27	0,04	1,70	0,55	83,6	13,1	V
R'19-R'20	PVC	47,91	0,86%	253,11	252,00	251,11	250,70	1,618	0,116	300	315	1,70	0,132	0,88	0,012	1,11	0,31	0,73	0,07	1,89	0,52	229,0	21,6	V
R'20-R'21	PVC	51,86	1,54%	252,00	253,00	250,70	249,90	2,138	0,153	298	315	2,28	0,178	0,86	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	2,53	0,70	225,5	21,5	V
R'21-R'22	PVC	48,10	4,78%	253,00	249,00	249,60	247,30	2,620	0,188	260	315	4,02	0,313	0,60	0,008	1,05	0,28	0,56	0,06	4,24	1,14	176,9	18,5	V
R'22-R'23	PVC	40,60	3,42%	249,00	247,11	247,30	245,91	3,027	0,217	292	315	3,40	0,265	0,82	0,011	1,11	0,30	0,68	0,07	3,76	1,03	215,5	21,0	V
R'23-R'24	PVC	40,35	0,92%	247,11	247,34	245,91	245,54	3,432	0,246	392	400	2,06	0,259	0,95	0,013	1,12	0,31	0,80	0,07	2,31	0,65	318,5	28,5	V
R'24-R'25	PVC	30,70	2,31%	247,34	246,83	245,54	244,83	9,497	0,681	483	500	3,80	0,746	0,91	0,013	1,12	0,31	0,76	0,07	4,24	1,18	379,7	35,0	V
R'25-R'35	PVC	30,70	0,75%	246,83	246,30	244,83	244,60	9,805	0,703	604	630	2,52	0,787	0,89	0,012	1,11	0,31	0,74	0,07	2,81	0,78	467,6	43,7	V
R'26-R'27	PVC	49,30	2,21%	255,53	254,44	253,53	252,44	0,494	0,035	161	315	2,73	0,213	0,17	0,002	0,77	0,24	0,29	0,04	2,11	0,66	89,9	13,4	V

Tableau VI-2 (suite) : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 09

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'27-R'28	PVC	35,05	4,71%	254,44	253,19	252,44	250,79	0,846	0,061	171	315	3,99	0,311	0,20	0,003	0,80	0,25	0,31	0,04	3,19	0,98	96,5	13,7	V
R'28-R'29	PVC	34,20	2,69%	253,19	251,57	250,69	249,77	1,189	0,085	215	315	3,01	0,235	0,36	0,005	0,91	0,26	0,41	0,05	2,73	0,79	130,2	15,7	V
R'29-R'31	PVC	36,50	2,82%	251,57	250,34	249,77	248,74	1,555	0,111	236	315	3,09	0,241	0,46	0,006	0,97	0,27	0,48	0,05	3,01	0,83	151,0	16,9	V
R'30-R'31	PVC	51,10	1,15%	251,23	250,34	249,33	248,74	0,512	0,037	184	315	1,97	0,154	0,24	0,003	0,83	0,25	0,33	0,05	1,64	0,49	105,4	14,2	V
R'31-R'32	PVC	38,60	3,42%	250,34	249,22	248,74	247,42	2,454	0,176	270	315	3,40	0,265	0,66	0,009	1,08	0,29	0,60	0,06	3,67	0,98	187,7	19,3	V
R'32-R'33	PVC	38,60	3,68%	249,22	247,90	247,42	246,00	2,841	0,204	282	315	3,52	0,275	0,74	0,010	1,10	0,30	0,64	0,06	3,86	1,04	200,6	20,1	V
R'33-R'34	PVC	38,60	1,71%	247,90	247,14	246,00	245,34	3,228	0,232	341	400	2,82	0,354	0,65	0,009	1,08	0,29	0,59	0,06	3,03	0,81	236,1	24,3	V
R'34-R'35	PVC	38,60	1,66%	247,14	246,30	245,34	244,70	3,615	0,259	358	400	2,77	0,349	0,74	0,010	1,10	0,30	0,64	0,06	3,04	0,82	255,1	25,6	V

Tableau VI-3 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 10

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'38-R'41	PVC	59,30	1,99%	264,78	263,30	262,28	261,10	0,583	0,042	174	315	2,59	0,202	0,21	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	2,09	0,64	98,7	13,9	V
R'39-R'40	PVC	44,80	1,63%	265,61	264,88	263,11	262,38	0,441	0,031	163	315	2,35	0,183	0,17	0,002	0,78	0,24	0,29	0,04	1,82	0,57	91,2	13,4	V
R'40-R'41	PVC	44,80	3,53%	264,88	263,30	262,38	260,80	0,881	0,063	183	315	3,45	0,269	0,23	0,003	0,83	0,25	0,33	0,05	2,86	0,86	104,4	14,2	V
R'41-R'42	PVC	46,75	4,92%	263,30	261,00	260,80	258,50	1,924	0,137	230	315	4,08	0,318	0,43	0,006	0,95	0,27	0,46	0,05	3,88	1,09	144,6	16,6	V
R'42-R'45	PVC	49,35	4,94%	261,00	257,36	258,50	256,06	2,409	0,172	250	315	4,09	0,318	0,54	0,008	1,02	0,28	0,53	0,06	4,18	1,13	166,0	17,8	V
R'43-R'44	PVC	50,10	0,98%	261,54	261,35	259,54	259,05	0,493	0,035	187	315	1,82	0,142	0,25	0,003	0,84	0,25	0,34	0,05	1,52	0,45	107,3	14,4	V
R'44-R'45	PVC	50,10	4,97%	261,35	257,36	258,35	255,86	0,985	0,070	179	315	4,10	0,319	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,04	3,35	1,01	101,7	14,0	V
R'45-R'46	PVC	33,10	4,71%	257,36	255,00	255,16	253,60	3,72	0,265	297	315	3,99	0,311	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	4,42	1,22	223,4	21,4	V
R'46-R'47	PVC	32,40	4,94%	255,00	253,40	253,60	252,00	4,039	0,288	303	315	4,08	0,318	0,91	0,013	1,12	0,31	0,75	0,07	4,55	1,27	237,2	22,0	V
R'47-R'50	PVC	33,15	4,68%	253,40	251,95	252,00	250,45	4,365	0,311	316	400	4,66	0,585	0,53	0,007	1,02	0,28	0,52	0,06	4,75	1,29	208,9	22,5	V
R'48-R'49	PVC	41,25	3,64%	256,50	255,00	254,50	253,00	0,406	0,029	136	315	3,50	0,273	0,11	0,001	0,68	0,24	0,23	0,04	2,37	0,83	72,4	12,6	V
R'49-R'50	PVC	50,70	4,83%	255,00	251,95	253,00	250,55	0,904	0,065	174	315	4,04	0,315	0,20	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	3,26	0,99	98,5	13,8	V
R'50-R'51	PVC	32,65	2,91%	251,95	251,30	250,55	249,60	5,59	0,399	379	400	3,67	0,462	0,86	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	4,08	1,13	286,7	27,4	V
R'51-R'52	PVC	32,52	2,89%	251,30	250,36	249,60	248,66	5,91	0,422	387	400	3,66	0,460	0,92	0,013	1,12	0,31	0,76	0,07	4,09	1,14	305,1	28,1	V
R'52-R'54	PVC	38,80	1,91%	250,36	249,72	248,66	247,92	6,292	0,449	428	500	3,45	0,678	0,66	0,009	1,08	0,29	0,59	0,06	3,72	1,00	297,3	30,6	V



Tableau VI-3 (suite) : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 10

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'53-R'54	PVC	37,70	4,93%	252,88	249,72	249,78	247,92	0,371	0,026	124	315	4,08	0,318	0,08	0,001	0,62	0,23	0,20	0,04	2,52	0,96	63,6	12,3	V
R'54-R'55	PVC	35,70	1,99%	249,72	248,61	247,92	247,21	7,013	0,500	443	500	3,53	0,692	0,72	0,010	1,09	0,29	0,63	0,06	3,85	1,04	313,2	31,7	V
R'55-R'56	PVC	34,10	0,44%	248,61	248,86	247,21	247,06	7,349	0,524	598	630	1,93	0,603	0,87	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	2,15	0,59	454,6	43,2	V
R'56-R'75	PVC	35,65	0,56%	248,86	249,16	247,06	246,86	7,699	0,549	581	630	2,18	0,681	0,81	0,011	1,10	0,30	0,68	0,07	2,41	0,66	425,6	41,8	V
R'57-R'58	PVC	33,60	4,97%	262,58	260,31	260,38	258,71	0,33	0,024	119	315	4,10	0,319	0,07	0,001	0,59	0,23	0,19	0,04	2,41	0,96	59,4	12,2	V
R'58-R'61	PVC	33,60	4,79%	260,31	258,30	258,31	256,70	0,661	0,047	155	315	4,02	0,313	0,15	0,002	0,75	0,24	0,27	0,04	3,02	0,97	85,9	13,2	V
R'59-R'60	PVC	37,10	4,93%	261,62	258,54	258,87	257,04	0,365	0,026	123	315	4,08	0,318	0,08	0,001	0,61	0,23	0,20	0,04	2,50	0,96	63,0	12,3	V
R'60-R'61	PVC	37,10	0,92%	258,54	258,30	257,04	256,70	0,73	0,052	219	315	1,76	0,137	0,38	0,005	0,92	0,26	0,42	0,05	1,61	0,46	133,7	16,0	V
R'61-R'62	PVC	32,90	4,98%	258,30	256,46	256,30	254,66	1,714	0,122	220	315	4,10	0,320	0,38	0,005	0,92	0,26	0,43	0,05	3,77	1,08	134,2	16,0	V
R'62-R'63	PVC	33,60	4,67%	256,46	254,89	254,66	253,09	2,045	0,146	238	315	3,97	0,309	0,47	0,007	0,98	0,27	0,48	0,05	3,89	1,08	152,6	17,0	V
R'63-R'66	PVC	30,75	4,81%	254,89	253,21	253,09	251,61	2,347	0,167	249	315	4,03	0,314	0,53	0,007	1,02	0,28	0,52	0,06	4,11	1,12	164,7	17,8	V
R'64-R'65	PVC	37,38	2,70%	254,65	253,64	253,05	252,04	0,368	0,026	138	315	3,02	0,235	0,11	0,002	0,69	0,24	0,24	0,04	2,07	0,72	74,3	12,7	V
R'65-R'66	PVC	39,00	1,10%	253,64	253,21	252,04	251,61	0,751	0,054	214	315	1,93	0,150	0,36	0,005	0,90	0,26	0,41	0,05	1,74	0,50	128,9	15,7	V
R'66-R'67	PVC	32,80	4,94%	253,21	251,69	251,61	249,99	3,421	0,244	285	315	4,08	0,318	0,77	0,011	1,10	0,30	0,65	0,06	4,49	1,22	205,1	20,5	V
R'67-R'68	PVC	33,25	3,40%	251,69	250,76	249,99	248,86	3,748	0,267	317	400	3,97	0,499	0,54	0,008	1,02	0,28	0,52	0,06	4,06	1,10	209,8	22,6	V
R'68-R'72	PVC	33,25	3,40%	250,76	250,33	248,86	247,73	4,075	0,291	327	400	3,97	0,499	0,58	0,008	1,05	0,28	0,55	0,06	4,16	1,12	220,7	23,3	V
R'69-R'71	PVC	33,26	3,55%	250,54	249,36	248,94	247,76	0,327	0,023	126	315	3,46	0,270	0,09	0,001	0,63	0,23	0,21	0,04	2,17	0,81	65,0	12,4	V
R'70-R'71	PVC	73,20	2,53%	251,51	249,36	249,81	247,96	0,72	0,051	180	315	2,92	0,228	0,23	0,003	0,82	0,25	0,33	0,04	2,40	0,72	102,8	14,1	V
R'71-R'72	PVC	51,40	0,84%	249,36	250,33	247,96	247,53	1,552	0,111	296	315	1,68	0,131	0,85	0,012	1,11	0,30	0,70	0,07	1,86	0,51	221,5	21,4	V
R'72-R'73	PVC	34,00	0,91%	250,33	249,82	247,53	247,22	5,961	0,425	482	500	2,39	0,469	0,91	0,013	1,12	0,31	0,75	0,07	2,66	0,74	377,3	35,0	V
R'73-R'74	PVC	35,00	0,43%	249,82	249,27	247,22	247,07	6,306	0,450	567	630	1,91	0,595	0,76	0,011	1,10	0,30	0,64	0,06	2,10	0,57	406,1	40,7	V
R'74-R'75	PVC	35,00	0,60%	249,27	249,16	247,07	246,86	6,65	0,474	543	630	2,26	0,704	0,67	0,009	1,08	0,29	0,60	0,06	2,44	0,65	378,3	38,8	V
R'75-R'76	PVC	34,55	1,77%	249,16	247,95	246,86	246,25	14,69	1,048	597	630	3,88	1,208	0,87	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	4,30	1,19	453,6	43,2	V
R'76-R'77	BA	33,25	0,78%	247,95	247,89	246,25	245,99	15,02	1,071	781	800	2,27	1,140	0,94	0,013	1,12	0,31	0,79	0,07	2,54	0,71	628,9	56,9	V
R'77-R'91	BA	34,85	0,83%	247,89	247,80	245,99	245,70	15,36	1,096	779	800	2,34	1,176	0,93	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	2,62	0,73	622,4	56,7	V
R'78-R'79	PVC	38,15	2,12%	254,41	253,70	252,51	251,70	0,375	0,027	146	315	2,68	0,209	0,13	0,002	0,72	0,24	0,25	0,04	1,92	0,64	79,7	12,9	V

Tableau VI-3 (suite) : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 10

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'79-R'81	PVC	38,15	2,83%	253,70	252,62	251,70	250,62	0,75	0,054	179	315	3,09	0,241	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,04	2,54	0,77	102,1	14,1	V
R'80-R'81	PVC	37,52	1,47%	253,47	252,62	251,17	250,62	0,369	0,026	155	315	2,22	0,173	0,15	0,002	0,75	0,24	0,27	0,04	1,68	0,54	86,3	13,2	V
R'81-R'82	PVC	34,00	1,94%	252,62	251,76	250,62	249,96	1,454	0,104	246	315	2,56	0,199	0,52	0,007	1,01	0,28	0,51	0,06	2,59	0,71	162,2	17,6	V
R'82-R'83	PVC	34,45	3,28%	251,76	250,33	249,96	248,83	1,792	0,128	242	315	3,33	0,259	0,49	0,007	0,99	0,27	0,50	0,05	3,31	0,91	157,0	17,3	V
R'83-R'85	PVC	33,55	3,67%	250,33	249,10	248,83	247,60	2,122	0,151	252	315	3,52	0,274	0,55	0,008	1,03	0,28	0,53	0,06	3,63	0,98	168,3	18,0	V
R'84-R'85	PVC	48,20	0,91%	249,84	249,10	248,04	247,60	0,474	0,034	187	315	1,76	0,137	0,25	0,003	0,84	0,25	0,34	0,05	1,47	0,44	107,1	14,4	V
R'85-R'86	PVC	31,21	3,20%	249,10	248,00	247,60	246,60	2,903	0,207	291	315	3,29	0,256	0,81	0,011	1,10	0,30	0,68	0,07	3,63	0,99	213,1	20,9	V
R'86-R'88	PVC	33,30	1,17%	248,00	247,61	246,60	246,21	3,231	0,230	366	400	2,33	0,293	0,79	0,011	1,10	0,30	0,66	0,07	2,57	0,70	265,2	26,3	V
R'87-R'88	PVC	72,56	1,02%	248,85	247,61	246,95	246,21	0,714	0,051	213	315	1,86	0,145	0,35	0,005	0,90	0,26	0,41	0,05	1,67	0,48	128,0	15,6	V
R'88-R'89	PVC	33,80	0,50%	247,61	247,54	246,21	246,04	4,277	0,305	476	500	1,77	0,348	0,88	0,012	1,11	0,31	0,73	0,07	1,97	0,55	363,7	34,4	V
R'89-R'90	PVC	33,80	0,62%	247,54	247,48	246,04	245,83	4,609	0,329	470	500	1,97	0,387	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	2,18	0,60	353,1	34,0	V
R'90-R'91	PVC	35,80	0,36%	247,48	247,80	245,83	245,70	4,961	0,354	535	630	1,76	0,548	0,65	0,009	1,07	0,29	0,59	0,06	1,89	0,50	369,3	38,2	V

Tableau VI-4 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 12

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'106-R'107	PVC	53,36	0,73%	258,58	258,39	257,08	256,69	0,987	0,069	254	315	1,57	0,122	0,56	0,008	1,04	0,28	0,54	0,06	1,63	0,44	170,4	18,3	V
R'107-R'108	PVC	49,15	4,96%	258,39	254,75	255,79	253,35	1,895	0,132	227	315	4,09	0,319	0,42	0,006	0,94	0,27	0,45	0,05	3,85	1,09	141,0	16,5	V
R'108-R'111	PVC	49,25	4,08%	254,75	252,94	253,35	251,34	2,806	0,196	272	315	3,71	0,289	0,68	0,010	1,08	0,29	0,60	0,06	4,02	1,08	189,9	19,6	V
R'109-R'111	PVC	50,80	0,63%	252,86	252,94	251,66	251,34	0,939	0,066	256	315	1,46	0,114	0,58	0,008	1,04	0,28	0,55	0,06	1,52	0,41	172,9	18,4	V
R'110-R'111	PVC	43,80	0,78%	252,88	252,94	251,68	251,34	0,810	0,057	233	315	1,62	0,126	0,45	0,006	0,96	0,27	0,47	0,05	1,56	0,44	148,0	16,9	V
R'111-R'112	PVC	48,53	2,16%	252,94	251,69	251,34	250,29	5,452	0,381	393	400	3,17	0,398	0,96	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	3,55	1,00	321,7	29,0	V
R'112-R'115	PVC	48,27	2,90%	251,69	251,09	250,29	248,89	6,345	0,443	394	400	3,67	0,461	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	4,12	1,16	323,8	29,0	V
R'113-R'115	PVC	48,37	0,89%	250,42	251,09	249,32	248,89	0,894	0,063	236	315	1,73	0,135	0,46	0,007	0,97	0,27	0,48	0,05	1,69	0,47	150,9	17,1	V
R'114-R'115	PVC	50,41	2,38%	251,69	251,09	250,09	248,89	0,932	0,065	199	315	2,83	0,221	0,29	0,004	0,86	0,26	0,37	0,05	2,45	0,72	116,5	15,0	V
R'115-R'116	PVC	36,85	1,93%	251,09	250,48	248,89	248,18	8,852	0,619	482	500	3,47	0,681	0,91	0,013	1,12	0,31	0,76	0,07	3,87	1,08	377,7	35,3	V
R'116-R'117	PVC	34,45	1,57%	250,48	249,84	248,18	247,64	9,489	0,663	514	630	3,65	1,138	0,58	0,008	1,05	0,28	0,55	0,06	3,82	1,03	347,7	37,0	V

Tableau VI-4 (suite) : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 12

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'117-R'120	PVC	32,10	1,18%	249,84	249,26	247,64	247,26	10,083	0,705	555	630	3,17	0,989	0,71	0,010	1,09	0,29	0,62	0,06	3,46	0,93	391,2	40,0	V
R'118-R'120	PVC	52,45	0,69%	249,22	249,26	247,62	247,26	0,970	0,068	255	315	1,52	0,119	0,57	0,008	1,04	0,28	0,55	0,06	1,58	0,43	171,8	18,4	V
R'119-R'120	PVC	55,00	1,55%	249,81	249,26	248,11	247,26	1,017	0,071	223	315	2,28	0,178	0,40	0,006	0,93	0,27	0,44	0,05	2,12	0,61	137,7	16,3	V
R'120-R'121	PVC	37,90	1,24%	249,26	248,79	247,26	246,79	12,770	0,893	601	630	3,25	1,012	0,88	0,013	1,11	0,31	0,73	0,07	3,61	1,01	461,0	43,9	V
R'121-R'122	PVC	33,50	1,37%	248,79	248,53	246,79	246,33	13,390	0,936	600	630	3,42	1,065	0,88	0,013	1,11	0,31	0,73	0,07	3,80	1,06	459,4	43,8	V
R'122-R'125	PVC	36,25	1,54%	248,53	248,27	246,33	245,77	14,060	0,983	598	630	3,62	1,130	0,87	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	4,03	1,12	454,8	43,6	V

Tableau VI-5 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 11

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'123-R'125	PVC	52,65	0,82%	247,90	248,27	246,40	245,97	0,565	0,039	201	315	1,66	0,129	0,30	0,004	0,87	0,26	0,37	0,05	1,44	0,43	117,7	15,1	V
R'124-R'125	PVC	37,80	3,25%	249,00	248,27	247,20	245,97	0,406	0,028	137	315	3,31	0,258	0,11	0,002	0,68	0,24	0,23	0,04	2,25	0,79	73,2	12,7	V
R'125-R'126	BA	37,30	0,72%	248,27	248,00	245,77	245,50	15,430	1,077	795	800	2,18	1,097	0,98	0,014	1,12	0,32	0,83	0,07	2,45	0,70	665,4	58,7	V
R'126-R'127	BA	39,35	1,02%	248,00	248,00	245,50	245,10	15,853	1,106	753	800	2,59	1,300	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	2,87	0,79	565,7	54,9	V
R'127-R'129	PVC	40,85	2,11%	248,00	246,14	245,10	244,24	16,291	1,137	664	800	3,72	1,871	0,61	0,009	1,06	0,28	0,57	0,06	3,94	1,06	452,5	47,7	V
R'128-R'129	PVC	31,50	4,41%	247,63	246,14	245,23	243,84	0,338	0,023	121	315	3,86	0,301	0,08	0,001	0,60	0,23	0,19	0,04	2,32	0,90	61,1	12,3	V
R'129-R'130	PVC	34,25	2,28%	246,14	244,86	243,84	243,06	16,996	1,185	664	800	3,87	1,946	0,61	0,009	1,06	0,29	0,57	0,06	4,10	1,10	453,2	47,8	V
R'130-R'132	PVC	34,25	2,16%	244,86	244,02	243,06	242,32	17,364	1,211	676	800	3,77	1,895	0,64	0,009	1,07	0,29	0,58	0,06	4,04	1,09	465,9	48,7	V
R'131-R'132	PVC	49,20	1,02%	244,52	244,02	242,92	242,42	0,528	0,036	188	400	2,17	0,273	0,13	0,002	0,73	0,24	0,26	0,04	1,58	0,52	103,1	16,5	V
R'132-R'134	BA	46,10	1,02%	244,02	243,55	242,42	241,95	18,386	1,281	795	800	2,59	1,302	0,98	0,014	1,12	0,32	0,83	0,07	2,91	0,83	667,3	58,8	V
R'133-R'134	PVC	49,95	0,82%	243,66	243,55	242,36	241,95	0,536	0,037	197	315	1,66	0,130	0,28	0,004	0,86	0,25	0,36	0,05	1,43	0,42	114,5	14,9	V
R'134-R'135	BA	39,40	1,17%	243,55	243,19	241,95	241,49	19,345	1,347	790	800	2,77	1,393	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	3,11	0,88	652,2	58,3	V
R'135-R'136	BA	39,35	1,17%	243,19	243,03	241,49	241,03	19,767	1,376	796	800	2,77	1,394	0,99	0,014	1,12	0,32	0,84	0,07	3,11	0,89	670,2	58,9	V
R'136-R'147	BA	34,30	1,25%	243,03	243,00	241,03	240,60	20,135	1,402	791	800	2,87	1,444	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	3,22	0,91	655,6	58,5	V
R'137-R'138	PVC	58,60	1,04%	245,57	244,86	243,87	243,26	0,629	0,043	200	315	1,87	0,146	0,30	0,004	0,87	0,26	0,37	0,05	1,62	0,48	116,9	15,1	V
R'138-R'139	PVC	36,50	0,82%	244,86	244,36	243,26	242,96	1,020	0,070	250	315	1,67	0,130	0,54	0,008	1,02	0,28	0,53	0,06	1,71	0,47	166,5	18,1	V
R'139-R'140	PVC	39,00	1,00%	244,36	243,87	242,96	242,57	1,439	0,099	275	315	1,84	0,143	0,69	0,010	1,09	0,29	0,61	0,06	2,00	0,54	192,4	19,9	V

Tableau VI-5 (suite) : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 11

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'140-R'142	PVC	41,00	1,54%	243,87	243,54	242,57	241,94	1,878	0,130	280	315	2,28	0,177	0,73	0,011	1,09	0,30	0,63	0,06	2,49	0,68	198,6	20,3	V
R'141-R'142	PVC	53,80	0,69%	243,51	243,54	242,31	241,94	0,577	0,040	209	315	1,52	0,119	0,34	0,005	0,89	0,26	0,40	0,05	1,35	0,40	124,6	15,6	V
R'142-R'143	PVC	39,30	0,74%	243,54	243,45	241,94	241,65	2,877	0,198	377	400	1,85	0,233	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	2,05	0,57	283,6	27,6	V
R'143-R'144	PVC	39,40	0,94%	243,45	243,38	241,65	241,28	3,300	0,228	379	400	2,09	0,262	0,87	0,013	1,11	0,31	0,72	0,07	2,32	0,65	288,1	27,9	V
R'144-R'145	PVC	37,85	0,37%	243,38	243,34	241,28	241,14	3,706	0,256	472	500	1,52	0,299	0,86	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	1,69	0,47	355,6	34,6	V
R'145-R'146	PVC	30,90	0,52%	243,34	243,18	241,14	240,98	4,037	0,279	457	500	1,80	0,353	0,79	0,011	1,10	0,30	0,66	0,07	1,98	0,54	332,0	33,4	V
R'146-R'147	PVC	31,20	0,90%	243,18	243,00	240,98	240,70	4,372	0,302	425	500	2,37	0,465	0,65	0,009	1,07	0,29	0,59	0,06	2,54	0,69	293,7	30,7	V
R'147-R'148	BA	32,15	0,84%	243,00	242,83	240,60	240,33	24,852	1,727	922	1000	2,73	2,142	0,81	0,012	1,10	0,30	0,68	0,07	3,01	0,83	675,4	67,1	V
R'148-R'149	BA	39,00	0,72%	242,83	242,75	240,33	240,05	25,270	1,756	956	1000	2,52	1,981	0,89	0,013	1,11	0,31	0,74	0,07	2,81	0,78	736,1	70,1	V

**Remarque :** la suite des résultats du calcul des dimensions des collecteurs et des paramètres hydrauliques (condition d'écoulement et la vitesse d'auto curage) sont reportés dans les tableaux en annexe 01.

**VI.4. Conclusion**

Au cours de ce chapitre, qui est le plus important du mémoire de fin d'études, j'ai tracé le réseau d'assainissement de l'agglomération et j'ai dimensionné l'ensemble des canalisations de telle sorte que la majorité des conditions soit vérifiée. La vitesse d'écoulement qui attendre le maximum 5 m/s, et on installera des regards de chutes des faibles hauteurs. Pour ce qui est des vitesses d'auto curage, elles sont largement vérifiées.

# Chapitre VII

Les éléments constitutifs du  
réseau

## Chapitre VII : les éléments constitutifs du réseau

Le réseau d'assainissement a pour but la collecte des eaux usées et pluviales, et par conséquent la protection du milieu naturel.

Afin d'accomplir au mieux ses objectifs, le réseau d'assainissement se compose de plusieurs ouvrages dont on distingue :

- Les ouvrages principaux : constituant l'ensemble du réseau depuis l'entrée de l'effluent jusqu'à sa sortie vers la station d'épuration.
- Les ouvrages annexes : qui comprennent toutes les installations menant à une exploitation rationnelle du réseau tels : les regards, les bouches d'égout, les déversoirs d'orages, ...etc.

### VII.1. Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux représentent tous les éléments nécessaires à l'évacuation de l'effluent hors du réseau d'assainissement, entre autres les canalisations et les joints.

#### VII.1.1. Les canalisations

Ce sont les éléments principaux du système d'évacuation, présentés sous diverses formes :

- Les conduites circulaires : définies par leurs diamètres nominaux en mm.
- Les conduites ovoïdes : désignées par leurs hauteurs intérieures en cm.

#### VII.1.2. Formes et sections de conduites

- Conduites circulaires : Les conduites circulaires sont utilisées pour les faibles sections par rapport aux autres formes.
- Conduites ovoïdes : Ces conduites sont utilisées pour remplacer les conduites circulaires de diamètre supérieur à 800 mm généralement, et cela afin d'éviter le problème d'auto curage.

#### VII.1.3. Critères de choix des conduites

Pour faire le choix des différents types de conduite, on doit tenir compte :

- Des pentes du terrain
- Des diamètres utilisés
- De la nature du sol traversé
- De la nature chimique des eaux usées
- Des efforts extérieurs dus au remblai.

#### VII.1.4. Types de matériaux

##### VII.1.4.1. Conduites en fonte

La particularité de ce type de conduite, réside dans leur composition à base de fonte, ce qui les rends inoxydables et solides, et par conséquent s'imposent à titre de sécurité. Elles sont utilisées généralement au niveau des raffineries de pétrole pour évacuer les eaux usées industrielles.

### VII.1.4.2. Conduite en amiante ciment

Ce sont des conduites munies d'un revêtement intérieur de la paroi à base d'enduit antiacide. Les diamètres couramment utilisés varient de 80 à 500 mm et Les longueurs utiles varient de 0,5 à 5 m.

- **Joints**

Pour assembler ces types de conduites, on utilise les joints sans emboîtement. On distingue :

- Le joint « Everitube »
- Le joint « Eternit », fabriqué pour l'assemblage des conduites à bout lisses.

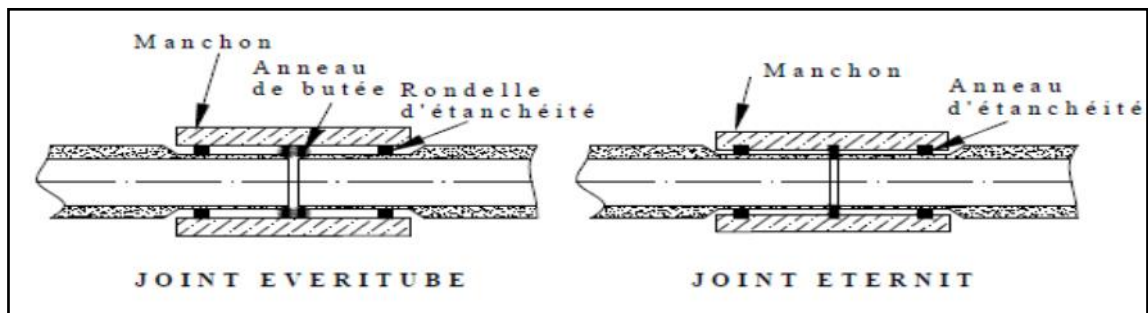


Figure VI-1 : Joints sur tuyaux en amiante ciment

### VII.1.4.3. Conduite en grès

Les conduites en grès sont caractérisées par une très grande dureté, et une excellente résistance aux agressions chimiques ou climatiques. Cette résistance est obtenue grâce à une cuisson à une température supérieure à 1 200 °C. Ces conduites sont livrables en longueur utiles de 1,0m, 1,5m et 2,0m.

- **Joints**

L'assemblage de ces conduites s'effectue par trois sortes de joints :

- Joints au mortier de ciment.
- Joints avec corde goudronnée et mortier de ciment
- Joints à double anneaux.

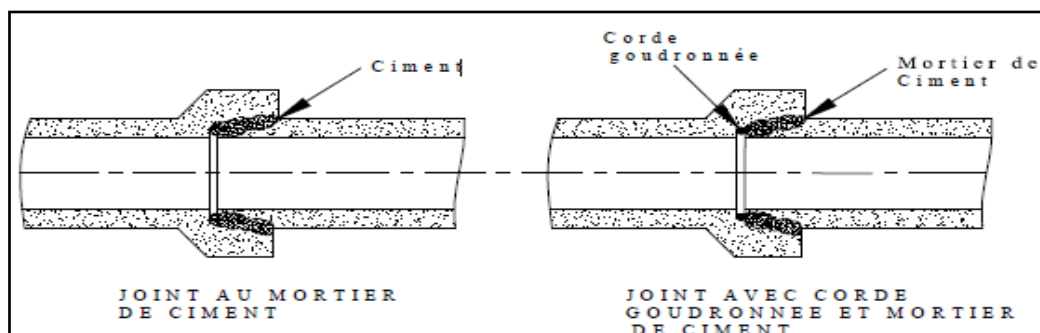


Figure VI-2 : Joints sur tuyau en grès



### VII.1.4.4. Conduites en matière plastique

Les conduites en plastique sont résistantes à la corrosion, inertes et stables vis-à-vis de nombreux réactifs chimiques. On peut distinguer :

- Les conduites en matières thermodurcissables.
- Les conduites en matières thermoplastiques.

- **Joints** : Ces conduites peuvent être assemblées soit par collage, soit par bagues d'étanchéité.

➔ Pour notre projet, nous avons choisi des conduites en PVC pour les diamètres moins de 630 mm, vu ses avantages cités au-dessus.

### VII.1.4.5. Conduites en béton armé

- **Nature du matériau** :

L'armature formant la conduite en béton armé se compose de :

- Génératrices disposées en parallèle le long de la canalisation.
- Cercles disposés de telle façon à former les grilles avec les génératrices.

- **Fabrication** :

On dispose de trois procédés de fabrication :

- La vibration : les conduites vibrées sont fabriquées à l'aide de trois dispositifs :
  - Vibrateurs fixe ou mobiles.
  - Table vibrante.
  - Noyau vibrant.
- La centrifugation : permet le coulage du béton en présence d'armatures, dans un moule animé d'une vitesse de rotation variable.
- Le compactage : les conduites compactées ne sont généralement pas armées, pour un diamètre de 100 à 1200 mm.

- **Joints** :

Afin d'assembler les conduites en béton armé ou non armé, on a cinq types de joints :

- Joint type Rocla.
- Joint torique.
- Joint à 1/2 emboitement.
- Joint à coller.
- Joint plastique.

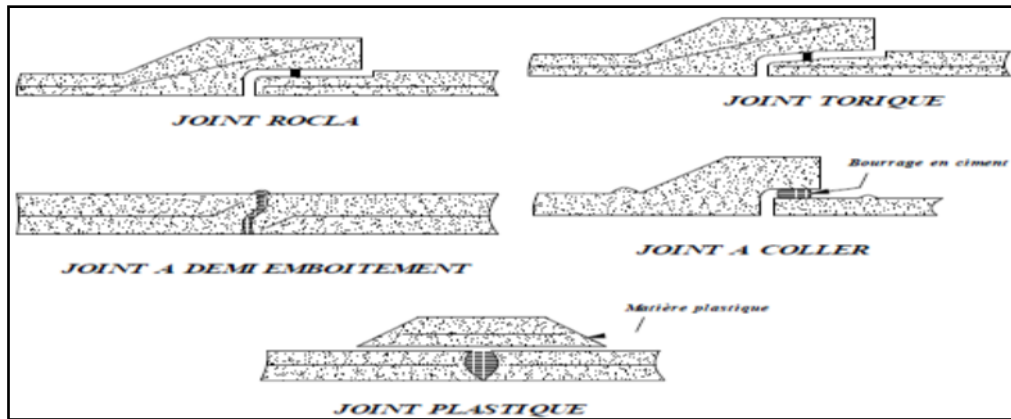


Figure VI-3 : Joints sur tuyaux en béton

→ Pour notre projet, nous avons choisi ce type pour les conduites de diamètres plus de 630mm, vu les avantages qu'elles présentent :

- Bonne étanchéité.
- Bonne résistance mécanique.
- Bonne stabilité dans les tranchées.
- Pose et assemblage facile.
- Disponibilité sur le marché national.

#### VII.1.5. Les essais de conduites préfabriqués

Pour assurer le bon fonctionnement des conduites préfabriquées, de nombreux essais s'imposent notamment les essais à l'écrasement, à l'étanchéité, et à la corrosion.

##### VII.1.5.1. Essai à l'écrasement

L'essai à l'écrasement se fait par presse automatique avec enregistrement des efforts, ils doivent être répartis uniformément sur la génératrice supérieure de la conduite

##### VII.1.5.2. Essai d'étanchéité

L'essai d'étanchéité est obligatoire à l'usine et sur chantier.

- A l'usine : La conduite est maintenue debout (béton) remplie d'eau, la diminution du niveau de ce dernier, ne doit pas dépasser 2 cm en 24 heures.
- Sur chantier : Un des trois essais peut être envisagé :
  - L'essai à l'eau.
  - L'essai à la fumée.
  - L'essai à l'air sous pression.

##### VII.1.5.3. Essai de corrosion (chimique)

Les conduites en béton ou en amiante ciment, sont les plus gravement corrodées par l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) produit par les fermentations anaérobies. Le développement de bactéries, qui amorcent la formation d'acide sulfurique, entraîne une baisse du pH superficiel du béton suite au lessivage de la chaux en excès et à la carbonatation de la surface par le gaz carbonique. Celle-ci permet le développement rapide de bactéries acidophiles et s'accompagnent de la progression du processus de corrosion vers l'intérieur du béton.

L'épreuve de corrosion se fait par l'addition de différents acides (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique ...). Après un lavage à l'eau douce et un séchage à l'étuve, on pèse l'échantillon. Les surfaces de la paroi interne ne doivent pas être altérées.

### VII.1.6. Les remèdes

Les remèdes qu'il est possible de proposer pour lutter contre l'action des sulfures sont de deux natures :

- Remèdes hydrauliques.
- Remèdes Chimiques.

### VII.1.7. Pose de canalisation

#### VII.1.7.1. Les conditions de pose

Les principales conditions exigées lors de la pose des canalisations, sont les suivantes :

- La canalisation doit être enterrée sous une couverture d'au moins 80 cm au départ.
- Il ne faut pas en effet que la conduite soit déformée par la surcharge de terre ou le passage de charges.
- Les canalisations d'eau usée et pluviale sont souvent posées en parallèles dans la même tranchée, mais elles sont décalées de 30 à 40 cm.
- Il est conseillé de placer le réseau d'eau pluviale au-dessus du réseau d'eaux vannes dans le cas où ils sont voisins.

#### VII.1.7.2. Les modes de pose

Le mode de pose des canalisations diffère selon la nature du terrain.

- **Terrain ordinaire :**

Dans ce type de terrain, la canalisation doit être posée sur un lit de sable réalisé sur un fond exempt de massifs durs, avec des joints confectionnés avec soins conformément aux prescriptions des Fabricants de conduites.

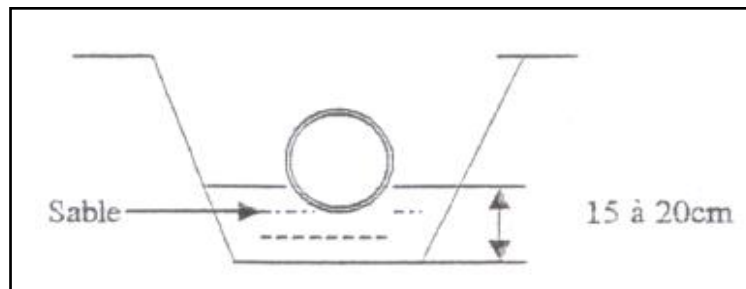


Figure VI-4 : Pose de canalisation sur un terrain ordinaire

- **Mauvais terrain :**

Dans les terrains peu consistants, la canalisation doit reposer sur deux briques posées au fond et le vide sera rempli de sable.

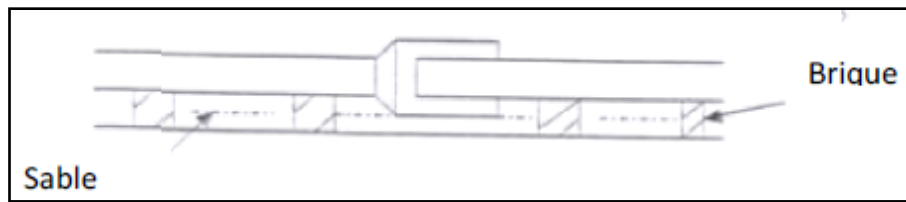


Figure VI-5 : Pose de canalisation sur un mauvais terrain

- **Terrain très mauvais :**

Dans ce type de terrain une dalle en béton préfabriqué doit être envisagé au fond de la tranchée.

## VII.2. Les ouvrages annexes

Les ouvrages annexes participent au réseau au même titre que les canalisations et notamment dans l'exploitation. Les ouvrages Annexes sont à considérés selon deux types distincts :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

### VII.2.1. Les ouvrages normaux

Les ouvrages normaux, sont les ouvrages courants, qui sont indispensable en amont ou au cours des réseaux, ils assurent généralement la fonction recette des effluents.

On les divise en trois catégories :

#### VII.2.1.1. Les branchements particuliers

Ce sont des ouvrages qui doivent assurer une meilleure hygiène pour l'habitation. Ces branchements doivent être équipés de dispositifs étanches et de canalisation capable de résister à la pression, résultant de la dénivellation mesurée depuis le niveau de la voie publique.

#### VII.2.1.2. Les bouches d'égout

Les bouches d'égout, appelés aussi regard de chaussée, sont des ouvrages à vocation prioritairement utilitaire et sécuritaire ; il s'agit de limiter et d'absorber les eaux de surfaces (Les eaux pluviales et les eaux de lavages).

Elles sont utilisées aux points bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption par le bas), soit dans la chaussée (absorption par le haut).

On peut classer les bouches d'égout selon le recueil des eaux, en cinq types :

- **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique** : Ce type de bouche d'égout, permet l'entrée des eaux dans le réseau, soit au moyen d'un siphon, soit directement par sur verse au-dessus du seuil du puisard de décantation.
- **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique** : Afin d'évacuer l'eau, un entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.
- **Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton** : Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.
- **Les bouches d'égout à avaloir métallique grille et couronnement combiné** : Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.
- **La bouche d'égout à grille seule** : Les bouches d'égout à grille seule, s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

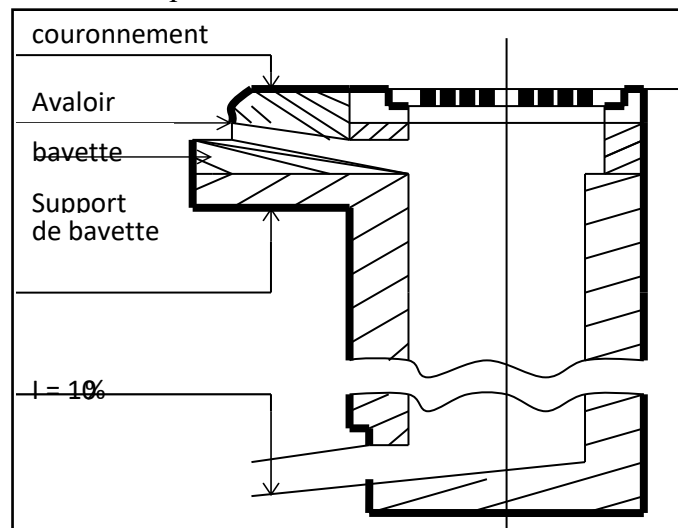


Figure VI-6 : Exemple d'une bouche d'égout sans décantation

### VII.2.1.3. Les regards

Les regards sont des dispositifs donnant accès à l'ensemble du système d'assainissement, et à cet effet, permettent de contrôler et d'entretenir ce dernier plus facilement.

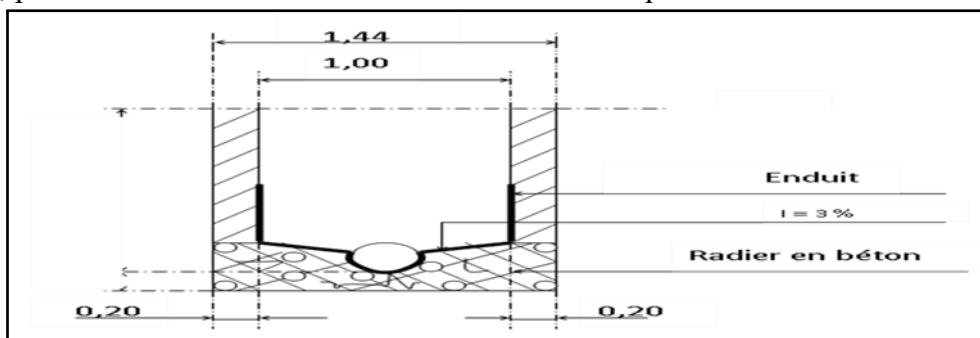


Figure VI-7 : Exemple d'un regard simple

- **Fonctions :**

Dans le système d'assainissement le regard a quatre fonctions principales, il permet de :

- Réaliser des coudes de 90 degrés (au niveau de la canalisation).
- Insérer des accessoires de nettoyage à tout moment.
- Contrôler toutes les parties composantes du dispositif d'assainissement.
- Surveiller et entretenir l'ensemble du système d'assainissement.

- **Emplacement :**

Un regard doit être installé sur les canalisations :

- A tous les points de jonctions.
- Au changement de direction.
- Au changement de pente de canaux.
- Aux points de chute.

- **Types de regards**

Les types de regards varient en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain, ainsi que du système d'évacuation, donc on distingue :

- **Regard de visite :** Ces regards sont destinés à l'entretien courant, et le curage régulier des canalisations, tout en assurant une bonne ventilation de ces dernières. L'intervalle d'espacement est de 35 à 80m.
- **Regard de ventilation :** La présence d'air dans les égouts, est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydrogène.
- **Regard de jonction :** Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections, ils sont construits de telle manière à avoir :
  - Une bonne aération des collecteurs en jonction (regard).
  - Les dénivelées entre les radiers des collecteurs.
  - Une absence de reflux d'eau par temps sec.
  - Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur.
- **Regard de chute :** C'est l'ouvrage le plus répandu en assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils sont généralement utilisés pour la chute verticale et la chute toboggan.

### VII.2.2. Les ouvrages spéciaux

Ces ouvrages ne sont pas systématiquement obligatoires dans le concept général du réseau. Mais dans certains cas, leur présence s'avère indispensable tel le déversoir d'orage.

**VII.3. Conclusion**

Afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation des eaux usées et pluviales, il est nécessaire de faire un bon choix en matière de canalisation et de joint.

Concernant notre projet, on a opté pour des conduites en béton armé si le diamètre dépasse 630 mm sinon des conduite PVC.

De plus, pour une exploitation rationnelle de ce réseau d'assainissement, pour faciliter les opérations de curage et enfin pour éviter quelques problèmes techniques tels l'obstruction, on doit projeter des ouvrages annexes qui seront convenablement dimensionnés.

# Chapitre VIII

Organisation de chantier



## Chapitre VIII : Organisation de chantier

La phase d'étude est suivie par la réalisation du projet, ce dernier est dans la majorité des cas confié à un entrepreneur spécialisé. Le financement est assuré par le maître d'ouvrage.

Dans le but d'une réalisation optimale avec comme principaux objectifs la rapidité, la qualité et l'économie dans la réalisation, l'organisation de chantier est une phase importante dans le déroulement des travaux. Cette étape doit imposer un bon rythme de travail en définissant avec précision la durée nécessaire pour la réalisation de chaque opération ainsi que la main d'œuvre nécessaire et les moyens matériels (matériaux de constructions, engins, ...).

### VIII.1. Exécution des travaux

Les principales opérations à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- ❖ La vérification, manutention des conduites.
- ❖ Le décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou de végétation.
- ❖ L'emplacement des jalons et des piquets (piquetage).
- ❖ L'exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- ❖ L'aménagement du lit de pose.
- ❖ La mise en place des canalisations en tranchée.
- ❖ L'assemblage des tuyaux.
- ❖ La construction des regards.
- ❖ Les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- ❖ Remblai des tranchées.

#### VIII.1.1. Manutention et vérification des canalisations

On entend par manutention toute opération de transport ou de soutien d'une charge, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige des efforts.

Le chargement des véhicules doit être effectué de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport. Il faut éviter :

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. Les tubes avec emboîture doivent être alternés. Les emboîtures doivent dépasser la pile.

Afin de préserver les conduites pendant le transport, il faut éviter les chocs en particulier sur les extrémités, et éviter le déchargement brutal sur le sol. Donc le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire.

Les produits préfabriqués font l'objet sur chantier de vérification portant sur les quantités, le marquage en cas de défaut, l'aspect et le contrôle de l'intégrité.

### VIII.1.2. Stockage des conduites

- L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane ;
- L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile ;
- La hauteur de gerbage doit être limitée à 1,50 m ;
- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (La décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques) ;
- Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation ;
- Le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques doit être évité ;
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique contre la chaleur.

### VIII.1.3. Décapage de la terre végétale

C'est une opération préliminaire, qui consiste à éliminer la couche superficielle du sol (les dix premiers centimètres de la surface). D'une épaisseur comprise entre 10 et 40 cm, elle est stockée afin d'être éventuellement réutilisée lors de l'aménagement du terrain. En effet, la terre végétale de qualité demeure un produit recherché pour les aménagements extérieurs. Elle est constituée principalement de matière végétale et de déchets organiques.

Pour les terrains très difficiles, on utilise le bulldozer, mais le meilleur engin adopter à ce type de travaux c'est bien la niveleuse, elle est constituée d'un tracteur à quatre roues dont deux sont prolongés vers l'avant. Une lame montée sur une couronne peut tourner ou se déplacer dans toutes directions.

### VIII.1.4. Emplacement des jalons des piquets (piquetage)

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard, à chaque changement de direction ou de pente, et à chaque branchement ou jonction de canalisation.

### VIII.1.5. Exécution des tranchées et des regards

La profondeur de la tranchée est pratiquement toujours imposée par des conditions d'axe hydraulique ou de croisement d'ouvrages existants

La largeur de la tranchée dépend essentiellement

- Des dimensions extérieures des canalisations,
- Du type d'emboîtement, de la fondation,
- De l'espace minimum nécessaire entre la canalisation et la paroi de la tranchée (pour réaliser une pose correcte et un remblayage latéral de compacité adéquate),
- De la profondeur de pose de la place disponible pour l'exécution des fouilles, de la nature des terrains rencontrés, notamment si les terrassements ne sont pas réalisés à l'abri d'un blindage.

Economiquement, il n'est pas intéressant d'établir des tranchées trop larges, vu le coût des terrassements ; on s'oriente donc vers l'exécution de fouilles de largeurs minimales.

L'exécution des fouilles pour les regards et les tranchées est réalisée par une pelle mécanique équipée en rétro de l'aval vers l'amont du réseau dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Les aptitudes de la pelle rétro sont :

- ❖ Creuser en-dessous de la surface d'appui ;
- ❖ Creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical ;
- ❖ Creuser à une profondeur importante ;
- ❖ Creuser dans la direction de la machine.

Ces engins sont de type à fonctionnement discontinu, c'est-à-dire que le cycle de travail comprend les temps de fouille, temps de transport temps de déchargement et temps de remise en position de déblais.

### Profondeur de la tranchée

La profondeur de la tranchée est donnée par l'expression :

$$H = e + d + h$$

Avec : H : profondeur de la tranchée en (m).  
 e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 10 cm.  
 d : diamètre de la conduite en (m).  
 h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en (m).

### Largeur de la tranchée

La largeur d'ouverture de la tranchée est donnée par la formule :

$$B = d + (2 * c)$$

Avec : B : largeur de la tranchée en (m) ;  
 d : diamètre de la conduite en (m) ;  
 c : espacement entre les parois de la tranchée et la conduite (0,3 m)

#### VIII.1.6. Aménagement du lit de pose

Les conduites sont posées sur un lit de pose, d'épaisseur égale au moins à 10 cm, qui doit être bien nivelé suivant les côtes du profil en long. Le lit de pose est constitué de sable contenant au moins 12% de particules inférieures à 0,1 mm

Dans certains terrains instables, des travaux spéciaux sont nécessaires tels qu'exécution d'un béton de propreté, ou même des dalles de répétition.

#### VIII.1.7. Mise en place des canalisations en tranchées

Des engins appropriés appelés « Pipelayers » sont utilisés pour la mise en place des conduites. Durant la pose des canalisations, il faut vérifier que la descente du tuyau se fait dans une fouille blindée, les surfaces des abouts doivent être débarrassés et les joints doivent être vérifiés et nettoyés.

Des règles de bonne pratique sont aussi à respecter ; certaines mesures doivent être prises en compte, on peut citer :

- Eviter de poser les tuyaux sur des tasseaux qui concentrent les efforts d'écrasement et les font travailler en flexion longitudinale,
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur,

- Creuser le fond de fouille, lorsque les tuyaux sont à emboîtement par collet extérieur sur tout leur pourtour, de façon à éviter que les collets ne portent sur le sol,
- Placer toujours les tuyaux sur des fouilles sèches,
- Eliminer du fond des fouilles tous les points durs (grosses pierres, crêtes rocheuses, vieilles maçonneries, ...) qui constituent des tasseaux naturels,
- En sol rocheux, il faut approfondir la fouille de 15 à 20 cm et de confectionner un lit de pose bien damé avec des matériaux pulvérulents ou de procéder à une pose sur un bain fluant de mortier,
- En sols mouvants, marécageux ou organiques, il faut prévoir un appui en béton, éventuellement sur pieux, ou de procéder au remplacement du sol insuffisamment portant,
- En terrains où l'eau peut ruisseler ou s'accumuler, de confectionner un appui en matériaux pulvérulents capable d'assurer un bon drainage,
- Réaliser un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc au moins égal au quart de sa circonférence extérieure ; plus le diamètre est grand, plus la surface d'appui doit être soignée.

#### **VIII.1.8. Assemblage des tuyaux**

On commence par emboîter l'embout mâle dans le manchon du tuyau précédent. L'extrémité du tuyau est légèrement insérée dans l'ouverture. Dans le cas de grands diamètres, le centrage est plus facile lorsque l'on place un coin en bois à titre provisoire dans l'ouverture du manchon. On peut ensuite emboîter les tuyaux par traction ou poussée.

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague renforcée d'une armature et coulée sur place. Une fois les conduites posées au fond des tranchées, un essai d'étanchéité est réalisé sur les joints et les canalisations, l'essai est réalisé avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau d'air.

#### **VIII.1.9. Construction des regards**

Les regards sont généralement de forme cubique. Leurs dimensions varient en fonction des collecteurs, la profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre, la réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé, on peut aussi avoir des regards préfabriqués.

Les tampons doivent comporter un orifice, ayant pour but de faciliter leur levage ainsi que l'aération de l'égout. L'emplacement, la numérotation et les distances entre les regards sont portés sur les plans du tracé et les profils en long. Les différentes étapes d'exécution d'un regard sont les suivantes :

- Réglage du fond du regard ;
- Exécution de la couche du béton de propreté ;
- Ferrailage et bétonnage du radier de regard ;
- Ferrailage, coffrage et bétonnage des parois ;
- Décoffrage des parois ;
- Ferrailage, coffrage et bétonnage de la dalle ;
- Décoffrage de la dalle ;
- Remblaiement et compactage des tranchées.

**VIII.1.10. Réalisation des branchements**

Les branchements comprennent de l'aval vers l'amont :

- Le raccordement de la canalisation de branchement vers la canalisation principale (généralement un regard) ;
- La canalisation de branchement proprement dite avec une pente au moins égale à 3% ;
- Eventuellement un regard collecteur de branchement ;
- Sur chaque branchement individuel, la boîte de branchement à la limite du domaine public.

**VIII.1.11. Remblayage et compactage**

Après avoir effectué la pose de canalisation dans les tranchées, un remblayage de qualité est nécessaire sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution du remblai supérieur.

Le matériau utilisé est similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latérale. L'exécution d'un remblayage de qualité et propre doit être effectué sur une hauteur minimale 30 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite, étant entendu que le compactage jusqu'à 75 cm doit être effectué par damage manuel, afin d'en minimiser des effets dynamiques.

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient le mieux c'est le chargeur qui est un tracteur sur lequel on monte à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et portant un godet. Si les travaux ne sont pas très importants, on peut utiliser le rétro chargeur.

Pour le compactage, deux engins sont utilisés : Un mini compacteur pour les premiers travaux de compactage ou un rouleau lisse

**VIII.2. Planification des travaux**

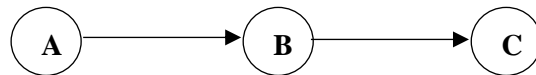
L'objectif de la planification des travaux est l'utilisation avec économie la main d'œuvre et des autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

- Installation des postes de travail ;
- Observations instantanées ;
- Analyse des tâches ;
- Le chronométrage ;
- Définition des objectifs et des attributions ;
- Simplification des méthodes ;
- Stabilisation des postes de travail.

**VIII.2.1. Technique de la planification (différents réseaux de planification)**

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

**Réseau à flèches :** L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération **A** précède l'opération **B**

**Réseau à nœuds :** L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches. L'opération **B** ne peut commencer que si l'opération **A** est complètement achevée.

### VIII.2.2. Construction du réseau

Il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches doivent être successives ou convergentes. Pour construire un réseau, il convient d'effectuer les six opérations suivantes :

- Etablissement d'une liste des tâches ;
- Détermination des tâches antérieures ;
- Construction et regroupement des graphes partiels ;
- Détermination des tâches de début et de fin de l'ouvrage ;
- Construction du réseau.

### VIII.2.3. Méthode du chemin critique

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

**1<sup>ère</sup> phase :** L'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré.

**2<sup>ème</sup> phase :** Analyse systématique du réseau selon l'unité de temps retenue (heure par heure ou jour par jour),

**3<sup>ème</sup> phase :** Adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

### VIII.2.4. Les étapes de la planification

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

**a. Collection des informations :** L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de tout projet.

**b. Décomposition du projet :** C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières. Un responsable et les besoins en matériels sont attribués à chaque tâche.

**c. Relation entre les tâches :** Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de réalisation ; l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

**d. Les paramètres de la méthodes C.P.M**

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivantes :

<b>DCP</b>	<b>TR</b>
<b>DFP</b>	<b>DCPP</b>
<b>DFPP</b>	<b>MT</b>

- Avec :
- TR** : Temps de réalisation ;
  - DCP** : Date de commencement au plus tôt ;
  - DCPP** : Date de commencement au plus tard ;
  - DFP** : Date de finition au plus tôt ;
  - DFPP** : Date de finition au plus tard ;
  - MT** : Marge totale.

$$\begin{cases} DFP = DCP + TR \\ DCPP = DFPP - TR \end{cases}$$

Le chemin critique c'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle. Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$C.C \Leftrightarrow \begin{cases} MT = 0 \\ \sum TR_{c.c} = D.T.P \end{cases}$$

**e. Attribution des durées de chaque opération**

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

- Le nombre des ressources (moyens humains et matériels) ;
- Dimensions du projet.

En utilisant les normes C.N.A.T, on pourra appliquer la formule suivante :

$$T = \frac{Q \cdot N}{n}$$

Avec : **Q** : Quantité de travail  
**N** : Rendement  
**n** : Nombre d'équipes

**VIII.2.5. Symboles des différentes opérations**

- A. Piquetage.
- B. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D. Aménagement du lit dépose.
- E. Construction des regards.
- F. La mise en place des canalisations en tranchée.
- G. Assemblage des tuyaux.
- H. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- I. Remblai des tranchées.
- J. Travaux de finition.

VIII.2.6. Détermination des délais

Tableau VIII-1 : Détermination des délais.

Opération	TR	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
<b>A</b>	7	0	7	0	7	0
<b>B</b>	20	7	27	7	27	0
<b>C</b>	55	27	82	27	82	0
<b>D</b>	20	82	102	122	142	40
<b>E</b>	60	82	142	82	142	0
<b>F</b>	30	82	112	112	142	30
<b>G</b>	20	142	162	142	162	0
<b>H</b>	15	162	177	162	177	0
<b>I</b>	20	177	197	177	197	0
<b>J</b>	10	197	<b>207</b>	197	207	0

Le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle est donné par le chemin suivant : **A – B – C – E – G – H – I – J.**

VIII.3. Devis quantitatif et estimatif

L’estimation du devis quantitatif et estimatif permet primo de quantifier toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet et secundo effectuer une estimation du coût de notre projet. En faisant une étude technico-économique du projet, ce devis est utile pour opter pour une variante entre plusieurs.

Les différentes opérations à quantifier et à effectuer par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale ;
- L’exécution des tranchées ;
- La fourniture et la pose du lit de sable ;
- La fourniture et la pose des conduites PVC ou en béton armé ;
- La construction des regards en béton armé ;
- Les Travaux de remblaiement de la tranchée ;
- Le transport des sols excédentaires.

VIII.3.1. Détermination des différents volumes

a. Volume du décapage de la couche végétale

$$V_{d\acute{e}c} = H_{cv} \cdot L \cdot B_{cv}$$

Avec :  $V_{d\acute{e}c}$  : volume de la couche végétale décapée (m<sup>3</sup>).  
 $H_{cv}$  : profondeur de la couche végétale (m)  
 $L$  : longueur totale de la tranchée (m).  
 $B_{cv}$  : largeur de la couche végétale (m).



**b. Volume des déblais des tranchées**

$$V_d = H.L.B$$

Avec :  $V_d$  : volume du déblai des tranchées (m<sup>3</sup>).  
 $B$  : largeur de la tranchée (m).  
 $H$  : profondeur de la tranchée (m).  
 $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**c. Volume occupé par le lit de sable**

$$V_{ls} = e.L.b$$

Avec :  $V_{ls}$  : volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).  
 $e$  : épaisseur de la couche de sable ( $e = 0,10\text{ m}$ ).  
 $b$  : largeur de la tranchée (m).

**d. Volume occupé par les conduites**

$$V_c = \frac{\pi.D_{ext}}{4}.L$$

Avec :  $V_c$  : volume occupé par les conduites (m<sup>3</sup>).  
 $D_{ext}$  : diamètre extérieur de la conduite (m).

**e. Volume du remblai**

$$V_{rem} = V_d - (V_c + V_{déc} + V_{ls})$$

Avec :  $V_{rem}$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).

**f. Volume excédentaire**

$$V_{exc} = V_f - V_{rem}$$

Avec :  $V_{exc}$  : Volume du sol excédentaire (m<sup>3</sup>).  
 $V_f$  : Volume du sol foisonné (m<sup>3</sup>).  
 $V_{rem}$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).

Sachant que :  $V_f = V_d.K_f$  Avec :  $K_f$  : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

Le tableau VIII-2 donne la valeur des coefficients de foisonnement en fonction de la nature du sol

**Tableau VIII-2 : Coefficient de foisonnement**

Terrain	Foisonnement
Argile, limon, sable argileux	1,25
Grave et sable graveleux	1,10
Sols rocheux altérés	1,30
Sol meuble	1,35

❖ Notre coefficient de foisonnement est de 1,25.

Les différents volumes sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VIII-3 : Volumes de travaux**

Les volumes	$V_d$ (m <sup>3</sup> )	$V_{ls}$ (m <sup>3</sup> )	$V_c$ (m <sup>3</sup> )	$V_{rem}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{exc}$ (m <sup>3</sup> )
La somme	29 987	1 229	5175	19 894	14 591

**Tableau VIII -4 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.**

N°	Désignation des travaux	Quantité	Unité	Prix unitaire	Montant
<b>A</b>	<b>Travaux de terrassement</b>				
<b>1</b>	Démolition et réfection de la chaussée	12 296	m <sup>2</sup>	2 800	16 712 360
<b>2</b>	Déblais de tranché	29 987	m <sup>3</sup>	450	13 442 059
<b>3</b>	Pose de lit de sable	1 229	m <sup>3</sup>	1 500	1 835 166
<b>4</b>	Remblai de tranché	19 894	m <sup>3</sup>	300	5 947 675
<b>5</b>	Evacuation du déblai excédentaire	14 591	m <sup>3</sup>	500	7 263 173
<b>B</b>	<b>Canalisation</b>				
	<b>Fourniture, transport et pose de canalisation</b>				
<b>1</b>	<b>Canalisation en PVC PN6</b>				
	315	3 465	ml	1 950	6 757 257
	400	1 169	ml	3 050	3 566 182
	500	697	ml	5 000	3 485 500
	630	723	ml	8 000	5 780 160
<b>2</b>	<b>Canalisation en béton armé classe 135A</b>				
	800	1 145	ml	4 800	5 497 920
	1 000	525	ml	8 000	4 201 040
	1 200	232	ml	10 800	2 510 460
	1 500	752	ml	14 700	11 054 400
	1 800	749	ml	29 000	21 721 000
<b>C</b>	<b>Construction</b>				
<b>1</b>	Construction des regards en béton armé	256	<u>U</u>	35 000	8 960 000
	<b>THT</b>				118 734 352
	<b>TVA 19%</b>				22 559 527
	<b>TTC</b>				141 293 878

Le devis estimatif de notre projet est de cent quarante et un millions deux cents quatre-vingt-treize milles huit cent soixante-dix-huit Dinars Algériens.

#### VIII.4. Conclusion

On a conclu que l'organisation de chantier à comme but : La rapidité d'exécution selon les moyens existants tout en assurant une qualité de travail satisfaisante et en évitant les incidents financiers

L'étude estimative des volumes des travaux nous permet d'établir une estimation du coût total du projet, qui est de cent quarante et un millions deux cents quatre-vingt-treize milles huit cent soixante-dix-huit dinars algériens, avec une durée de réalisation de **207** jours.

## CONCLUSION GENERALE

L'étude de la conception et extension du réseau d'assainissement de l'agglomération de Sour (wilaya de Mostaganem) a dégagé une longueur totale des conduites de 16,4 km et un nombre total des regards égal à 294 dont 149 pour le réseau en extensif.

Le diagnostic effectué dans le réseau d'assainissement a révélé des anomalies dans sa conception relative à la pose des conduites et la conception des regards. Il faut noter aussi que beaucoup de saletés encombrant des composantes, ce qui perturbe les écoulements des eaux usées provoquant ainsi des risques d'inondation.

L'évaluation du coût du projet de l'ordre de cent quarante et un millions deux cents quatre-vingt-treize milles huit cent soixante-dix-huit Dinars Algérien nous conduit à un coût unitaire moyen de 860 millions de DA le mètre linéaire. Le débit total des eaux usées calculé est de l'ordre de 10,53 m<sup>3</sup>/s.

Toutefois l'aspect technique du projet n'est pas une fin en soi, une maintenance du réseau est indispensable pour un bon fonctionnement de l'écoulement et ainsi éviter les débordements et les risques d'inondation.

Pour éviter la pollution des sols et des cours d'eau où sont évacués la totalité des eaux usées, il est fortement recommandé d'aménager le canal trapézoïdal et prévoir une station de traitement des eaux usées à l'extrémité aval du réseau. Et dans un avenir proche, avec l'explosion de l'urbanisation du chef-lieu de Sour, il faudrait penser d'ores et déjà à l'introduction des techniques alternatives de gestion intégrée des eaux pluviales urbaines.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abidat A.2018. « Dimensionnement du réseau d'assainissement des localités M'HADA et OULED HANNECH commune de MEFTAH (w.Blida).» Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. 107 pages

Benlaoukli.B, « Cours management de projet », E.N.S.H, 2019, Blida.

Boukoftane A.2018. « Diagnostic du système d'assainissement de La ville de bouinan (W. BLIDA) » Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. 113 pages

Djaziri.R.2018. « Dimensionnement du réseau d'assainissement de la nouvelle Ville de BATNA Hamla trois (W. Batna) » Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. 82 pages

Guerree.H et Gomella.C. 1982 « les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales (tome 1) » Ed. MISE A JOUR. 243 pages

Kahlerras.D, « Cours organisation de chantier », E.N.S.H, 2018, Blida.

Toubal.K.2011. « Diagnostic et conception du réseau d'assainissement de la nouvelle ville de Relizane (Bormadia). W. Relizane » Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique. Ecole nationale supérieure de l'hydraulique. 183 pages

Touabia.B 2004 « manuel pratique d'hydrologie ». Presse madani frères. Blida Algérie.

SARL Aqua Engineering 2017. « Etude des schémas directeurs d'assainissement de la wilaya de Mostaganem » direction en eau de Mostaganem.

Salah.B « Cours d'assainissement » E.N.S.H, 2019, Blida.

# Annexes

# Annexe I

**Tableau 1 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 08**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R'91-R'92	BA	40,20	1,42%	247,80	247,78	245,70	245,13	20,764	1,482	789	800	3,05	1,535	0,97	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	3,43	0,96	650,7	57,6	V
R'92-R'93	BA	39,95	0,43%	247,78	247,26	245,13	244,96	21,205	1,514	997	1000	1,94	1,525	0,99	0,014	1,12	0,32	0,84	0,07	2,18	0,62	844,2	73,0	V
R'93-R'99	BA	39,95	0,65%	247,26	248,00	244,96	244,70	21,647	1,547	928	1000	2,40	1,886	0,82	0,011	1,11	0,30	0,68	0,07	2,65	0,73	684,7	66,8	V
R'94-R'95	PVC	43,81	0,89%	247,76	247,07	246,06	245,67	0,484	0,035	191	315	1,73	0,135	0,26	0,004	0,85	0,25	0,35	0,05	1,47	0,44	110,0	14,5	V
R'95-R'96	PVC	60,47	0,66%	247,07	246,47	245,67	245,27	1,152	0,084	279	315	1,49	0,116	0,72	0,010	1,09	0,29	0,63	0,06	1,63	0,44	197,5	19,8	V
R'96-R'97	PVC	31,22	0,74%	246,47	246,84	245,27	245,04	1,497	0,109	302	315	1,58	0,123	0,89	0,012	1,11	0,31	0,74	0,07	1,76	0,48	233,1	21,6	V
R'97-R'98	PVC	31,50	0,54%	246,84	247,52	245,04	244,87	1,845	0,135	346	400	1,58	0,199	0,68	0,009	1,08	0,29	0,60	0,06	1,71	0,46	241,2	24,5	V
R'98-R'99	PVC	31,50	0,54%	247,52	248,00	244,87	244,70	2,193	0,160	369	400	1,58	0,199	0,81	0,011	1,10	0,30	0,68	0,07	1,75	0,47	270,2	26,3	V
R'99-R'100	BA	38,70	1,81%	248,00	247,00	244,70	244,00	24,267	1,738	801	1000	4,00	3,144	0,55	0,008	1,03	0,28	0,53	0,06	4,13	1,12	534,7	57,1	V
R'100-R'101	BA	42,33	1,70%	247,00	244,58	243,50	242,78	24,735	1,772	816	1000	3,88	3,049	0,58	0,008	1,05	0,28	0,55	0,06	4,06	1,09	551,1	58,1	V
R'101-R'103	BA	37,25	1,93%	244,58	243,76	242,78	242,06	25,146	1,802	802	1000	4,14	3,250	0,55	0,008	1,03	0,28	0,54	0,06	4,27	1,15	535,8	57,1	V
R'102-R'103	PVC	59,45	1,28%	244,82	243,76	242,82	242,06	0,657	0,048	200	315	2,08	0,162	0,30	0,004	0,87	0,25	0,37	0,05	1,80	0,53	116,8	14,9	V
R'103-R'104	BA	40,00	2,05%	243,76	243,24	242,06	241,24	26,245	1,883	806	1000	4,26	3,347	0,56	0,008	1,04	0,28	0,54	0,06	4,42	1,19	540,4	57,4	V
R'104-R'105	BA	40,60	0,76%	243,24	242,93	241,24	240,93	26,693	1,916	976	1000	2,60	2,043	0,94	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	2,91	0,81	784,4	70,9	V
R'105-R'149	BA	38,20	0,99%	242,93	242,75	240,93	240,55	27,115	1,947	935	1000	2,97	2,332	0,83	0,012	1,11	0,30	0,70	0,07	3,29	0,90	695,1	67,2	V
R'149-R'198	BA	31,45	1,11%	242,75	242,70	240,55	240,20	52,733	3,728	1168	1200	3,55	4,010	0,93	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	3,97	1,11	931,4	85,3	V
R77-R355	PVC	58,00	2,36%	248,27	246,40	245,57	244,20	0,641	0,047	176	315	2,82	0,220	0,21	0,003	0,81	0,25	0,32	0,04	2,30	0,70	100,2	13,9	V
R355-R354	PVC	44,50	1,78%	246,40	245,91	244,20	243,41	1,132	0,083	230	315	2,45	0,191	0,43	0,006	0,95	0,27	0,46	0,05	2,34	0,65	145,0	16,5	V
R354-R130	PVC	35,00	1,03%	245,91	245,55	243,41	243,05	1,519	0,111	285	315	1,86	0,145	0,77	0,010	1,10	0,30	0,65	0,06	2,05	0,55	204,8	20,2	V
R70-R208	PVC	29,00	1,28%	245,71	245,49	244,06	243,69	0,320	0,023	153	315	2,08	0,162	0,14	0,002	0,74	0,24	0,27	0,04	1,55	0,50	84,4	13,1	V
R208-R75	PVC	28,00	1,25%	245,49	245,44	243,69	243,34	0,630	0,046	197	315	2,05	0,160	0,29	0,004	0,86	0,25	0,37	0,05	1,77	0,52	115,1	14,8	V
R76-R205	PVC	58,00	0,86%	247,06	246,36	245,06	244,56	0,641	0,047	213	315	1,71	0,133	0,35	0,005	0,90	0,26	0,41	0,05	1,53	0,44	128,1	15,5	V
R205-R206	PVC	44,00	0,93%	246,36	245,85	244,56	244,15	1,127	0,082	259	315	1,77	0,138	0,60	0,008	1,05	0,28	0,56	0,06	1,87	0,50	176,2	18,3	V
R206-R75	PVC	35,00	0,89%	245,85	245,44	244,15	243,84	1,513	0,111	293	315	1,73	0,135	0,82	0,011	1,11	0,30	0,69	0,07	1,91	0,52	216,0	20,9	V
R75-R130	PVC	28,50	1,72%	245,44	245,55	243,84	243,35	2,458	0,180	310	315	2,41	0,188	0,96	0,013	1,12	0,31	0,81	0,07	2,70	0,75	253,6	22,3	V
R130-R78	PVC	74,00	1,91%	245,55	244,24	243,35	241,94	4,794	0,351	391	400	2,97	0,374	0,94	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	3,33	0,92	314,0	28,1	V

R78-R210	PVC	23,50	2,26%	244,24	243,81	241,94	241,41	5,054	0,370	386	400	3,24	0,407	0,91	0,012	1,12	0,31	0,76	0,07	3,61	1,00	302,6	27,7	V
R210-R211	PVC	21,00	0,95%	243,81	243,41	241,41	241,21	5,286	0,387	461	500	2,44	0,479	0,81	0,011	1,10	0,30	0,68	0,07	2,69	0,73	338,0	32,8	V
R211-R79	PVC	25,50	0,86%	243,41	243,19	241,21	240,99	5,568	0,407	479	500	2,32	0,456	0,89	0,012	1,11	0,31	0,74	0,07	2,59	0,71	371,0	34,3	V
R79-R80	PVC	16,50	1,33%	243,19	242,87	240,99	240,77	5,750	0,421	447	500	2,89	0,567	0,74	0,010	1,10	0,29	0,64	0,06	3,16	0,85	318,4	31,7	V
R68-R69	BA	40,50	0,79%	246,61	246,19	245,21	244,89	0,447	0,033	211	300	1,19	0,084	0,39	0,005	0,92	0,26	0,43	0,05	1,10	0,31	129,4	15,2	V
R69-R204	BA	34,00	0,94%	246,19	245,87	244,89	244,57	0,823	0,060	256	300	1,29	0,091	0,66	0,009	1,08	0,29	0,59	0,06	1,39	0,37	177,7	18,1	V
R204-R71	BA	23,00	1,00%	245,87	245,74	244,57	244,34	1,077	0,079	280	300	1,33	0,094	0,84	0,011	1,11	0,30	0,70	0,07	1,48	0,40	208,7	20,0	V
R71-R263	BA	30,00	1,70%	245,74	245,63	244,34	243,83	1,408	0,103	281	300	1,74	0,123	0,84	0,011	1,11	0,30	0,70	0,07	1,93	0,53	209,2	20,0	V
R263-R72	BA	18,50	1,62%	245,63	245,48	243,83	243,53	1,613	0,118	298	300	1,70	0,120	0,98	0,013	1,12	0,31	0,83	0,07	1,91	0,53	249,7	21,5	V
R72-R390	BA	22,50	2,13%	245,48	245,25	243,53	243,05	1,861	0,136	299	300	1,95	0,138	0,99	0,014	1,12	0,32	0,84	0,07	2,19	0,61	251,8	21,6	V
R390-R73	BA	17,00	2,82%	245,25	244,97	243,05	242,57	2,049	0,150	294	300	2,24	0,158	0,95	0,013	1,12	0,31	0,79	0,07	2,51	0,70	237,9	21,2	V
R73-R74	PVC	40,50	0,86%	244,97	244,82	242,57	242,22	2,497	0,183	355	400	2,00	0,252	0,73	0,010	1,09	0,29	0,63	0,06	2,19	0,59	251,2	25,1	V
R74-R269	PVC	17,50	1,03%	244,82	244,74	242,22	242,04	2,690	0,197	353	400	2,18	0,275	0,72	0,010	1,09	0,29	0,62	0,06	2,38	0,64	249,2	25,0	V
R269-R257	PVC	31,00	0,55%	244,74	244,37	242,04	241,87	3,032	0,222	415	500	1,85	0,364	0,61	0,008	1,06	0,28	0,57	0,06	1,96	0,52	283,5	29,3	V
R257-R253	PVC	19,00	0,58%	244,37	244,11	241,87	241,76	3,242	0,237	422	500	1,90	0,373	0,63	0,009	1,07	0,28	0,58	0,06	2,03	0,54	290,2	29,8	V
R253-R256	PVC	19,50	0,72%	244,11	243,82	241,76	241,62	3,458	0,253	415	500	2,12	0,416	0,61	0,008	1,06	0,28	0,57	0,06	2,24	0,60	282,9	29,3	V

**Tableau 2 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 04**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R15-R357	BA	66,00	4,18%	248,22	245,56	246,72	243,96	0,589	0,037	161	300	2,73	0,193	0,19	0,003	0,80	0,25	0,30	0,04	2,17	0,68	90,9	13,3	V
R357-R14	BA	63,00	1,25%	245,56	244,67	243,96	243,17	1,152	0,072	260	300	1,49	0,106	0,68	0,011	1,08	0,30	0,60	0,07	1,62	0,45	181,3	19,6	V
R14-R13	BA	20,00	1,00%	244,67	244,67	243,17	242,97	1,331	0,083	286	300	1,33	0,094	0,88	0,014	1,11	0,32	0,73	0,07	1,48	0,43	219,2	22,0	V
R13-R12	BA	57,50	0,56%	244,67	244,25	242,97	242,65	1,844	0,115	361	400	1,21	0,151	0,76	0,012	1,10	0,31	0,65	0,07	1,32	0,37	258,7	27,4	V
R01-R262	BA	66,50	1,89%	247,47	245,66	245,47	244,21	0,594	0,037	187	300	1,84	0,130	0,29	0,005	0,86	0,26	0,36	0,05	1,58	0,47	109,2	14,6	V
R262-R02	BA	60,50	1,22%	245,66	245,02	244,21	243,47	1,134	0,071	259	300	1,48	0,104	0,68	0,011	1,08	0,30	0,60	0,07	1,60	0,44	180,9	19,6	V
R02-R03	BA	12,00	0,75%	245,02	244,93	243,47	243,38	1,241	0,077	294	300	1,16	0,082	0,95	0,015	1,12	0,33	0,80	0,08	1,29	0,38	238,6	22,9	V
R270-R05	BA	29,50	0,78%	245,31	245,33	244,26	244,03	0,263	0,016	163	300	1,18	0,083	0,20	0,003	0,80	0,25	0,31	0,04	0,94	0,29	92,3	13,4	V
R05-R04	BA	50,50	0,71%	245,33	245,22	244,03	243,67	0,714	0,045	241	300	1,13	0,080	0,56	0,009	1,03	0,29	0,54	0,06	1,17	0,32	161,6	18,1	V



R04-R359	BA	16,00	0,87%	245,22	245,23	243,67	243,53	0,857	0,053	249	300	1,25	0,088	0,61	0,010	1,06	0,29	0,56	0,06	1,32	0,36	169,5	18,7	V
R359-R03	BA	31,00	0,97%	245,23	244,93	243,53	243,23	1,134	0,071	271	300	1,31	0,093	0,76	0,012	1,10	0,31	0,65	0,07	1,44	0,40	194,6	20,6	V
R03-R10	PVC	67,00	0,85%	244,93	244,56	243,23	242,66	2,974	0,186	358	400	1,99	0,250	0,74	0,012	1,10	0,31	0,64	0,07	2,18	0,61	255,0	27,2	V
R10-R12	PVC	36,50	1,12%	244,56	244,25	242,66	242,25	3,300	0,206	353	400	2,28	0,287	0,72	0,011	1,09	0,30	0,62	0,07	2,49	0,69	249,4	26,8	V
R12-R11	PVC	7,00	2,86%	244,25	244,25	242,25	242,05	5,206	0,325	352	400	3,64	0,458	0,71	0,011	1,09	0,30	0,62	0,07	3,97	1,10	247,8	26,6	V
R11-R16	PVC	75,00	0,81%	244,25	243,44	242,05	241,44	5,876	0,367	466	500	2,25	0,443	0,83	0,013	1,11	0,31	0,69	0,07	2,49	0,71	345,1	35,7	V
R06-R07	BA	54,00	1,09%	245,16	244,72	243,81	243,22	0,482	0,030	192	300	1,39	0,099	0,31	0,005	0,87	0,26	0,38	0,05	1,21	0,36	112,9	14,8	V
R07-R22	BA	71,00	1,69%	244,72	244,22	243,22	242,02	1,116	0,070	243	300	1,73	0,123	0,57	0,009	1,04	0,29	0,54	0,06	1,80	0,50	163,1	18,2	V
R'35-R'36	PVC	32,52	2,77%	246,30	245,80	244,60	243,70	13,710	0,981	536	630	4,85	1,512	0,65	0,009	1,07	0,29	0,59	0,06	5,21	1,39	370,0	38,2	V
R'36-R'37	BA	33,65	0,71%	245,80	245,46	243,70	243,46	14,011	0,999	775	800	2,17	1,089	0,92	0,013	1,12	0,31	0,76	0,07	2,42	0,67	611,6	56,3	V
R'37-R271	BA	33,80	0,83%	245,46	245,28	243,46	243,18	14,313	1,018	759	800	2,33	1,173	0,87	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	2,59	0,72	576,1	54,9	V
R271-R09	BA	118,50	0,78%	245,28	244,86	243,18	242,26	15,371	1,084	786	800	2,26	1,136	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	2,53	0,71	641,2	57,6	V
R08-R09	BA	37,50	1,17%	244,80	244,86	243,65	243,21	0,335	0,021	165	300	1,44	0,102	0,20	0,003	0,81	0,25	0,31	0,05	1,17	0,36	93,8	13,5	V
R391-R24	BA	38,00	1,63%	244,45	243,88	243,00	242,38	0,339	0,021	156	300	1,70	0,120	0,18	0,003	0,78	0,25	0,29	0,04	1,33	0,42	87,7	13,1	V
R23-R24	BA	39,50	1,06%	244,10	243,88	242,80	242,38	0,353	0,022	172	300	1,38	0,097	0,23	0,004	0,82	0,25	0,33	0,05	1,13	0,35	98,0	13,8	V

**Tableau 3 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 03**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R24-R25	BA	72,00	1,01%	243,88	243,10	242,38	241,65	1,433	0,092	297	300	1,34	0,095	0,97	0,015	1,12	0,32	0,82	0,08	1,51	0,44	246,6	22,8	V
R17-R406	BA	33,50	0,75%	243,99	243,94	242,59	242,34	0,345	0,023	186	300	1,15	0,081	0,28	0,004	0,86	0,26	0,36	0,05	0,99	0,29	108,3	14,3	V
R406-R21	BA	33,00	0,97%	243,94	244,02	242,34	242,02	0,684	0,045	230	300	1,31	0,093	0,49	0,007	0,99	0,28	0,50	0,06	1,30	0,36	148,8	16,8	V
R22-R20	BA	66,00	0,47%	244,22	243,91	242,02	241,71	1,795	0,115	372	400	1,11	0,139	0,82	0,013	1,11	0,31	0,69	0,07	1,22	0,34	275,1	28,2	V
R413-R16	BA	37,00	2,30%	243,89	243,44	242,29	241,44	0,381	0,025	157	300	2,02	0,143	0,18	0,003	0,78	0,24	0,29	0,04	1,58	0,49	88,0	13,0	V
R16-R412	PVC	21,00	0,57%	243,44	243,62	241,44	241,32	6,472	0,406	517	630	2,20	0,687	0,59	0,009	1,05	0,29	0,56	0,06	2,32	0,64	350,6	38,8	V
R412-R18	PVC	46,00	0,63%	243,62	243,98	241,32	241,03	6,945	0,438	522	630	2,32	0,722	0,61	0,010	1,06	0,29	0,56	0,06	2,45	0,67	355,9	39,1	V
R18-R19	PVC	34,50	0,70%	243,98	243,94	241,03	240,79	7,300	0,461	523	630	2,43	0,758	0,61	0,010	1,06	0,29	0,57	0,06	2,57	0,71	356,6	39,1	V
R19-R20	PVC	33,00	0,70%	243,94	243,91	240,79	240,56	7,640	0,484	532	630	2,43	0,759	0,64	0,010	1,07	0,29	0,58	0,06	2,61	0,72	366,4	39,8	V
R20-R21	PVC	3,50	1,14%	243,91	244,02	240,56	240,52	9,471	0,601	526	630	3,12	0,972	0,62	0,010	1,06	0,29	0,57	0,06	3,31	0,91	360,0	39,3	V

R21-R364	BA	33,50	0,42%	244,02	243,53	240,52	240,38	10,499	0,669	737	800	1,66	0,833	0,80	0,013	1,10	0,31	0,67	0,07	1,83	0,51	538,6	55,7	V
R364-R25	BA	42,00	1,14%	243,53	243,10	240,38	239,9	10,931	0,698	620	800	2,74	1,378	0,51	0,008	1,00	0,28	0,51	0,06	2,75	0,77	405,3	46,1	V
R25-R29	BA	69,50	0,53%	243,10	242,93	239,9	239,53	13,078	0,838	766	800	1,87	0,941	0,89	0,014	1,11	0,32	0,74	0,07	2,08	0,59	591,8	58,4	V
R405-R366	PVC	23,00	1,48%	243,93	243,99	242,83	242,49	0,237	0,016	128	315	2,23	0,174	0,09	0,001	0,64	0,24	0,21	0,04	1,42	0,53	66,5	12,5	V
R366-R367	PVC	21,00	0,95%	243,99	244,04	242,49	242,29	0,453	0,030	177	315	1,79	0,140	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,04	1,46	0,45	100,7	14,2	V
R367-R26	PVC	13,50	0,89%	244,04	244,07	242,29	242,17	0,591	0,039	198	315	1,73	0,135	0,29	0,004	0,86	0,26	0,37	0,05	1,49	0,44	115,7	15,1	V
R410-R27	PVC	43,50	0,99%	244,18	244,25	242,98	242,55	0,447	0,030	175	315	1,83	0,142	0,21	0,003	0,81	0,25	0,32	0,04	1,48	0,45	99,4	14,1	V
R27-R26	PVC	52,50	0,72%	244,25	244,07	242,55	242,17	0,987	0,066	250	315	1,56	0,122	0,54	0,008	1,02	0,28	0,53	0,06	1,60	0,44	165,8	18,3	V
R26-R29	PVC	74,50	0,99%	244,07	243,93	242,17	241,43	2,345	0,156	326	400	2,15	0,270	0,58	0,009	1,04	0,28	0,55	0,06	2,24	0,61	219,6	23,8	V
R29-R277	BA	8,50	0,82%	243,93	242,86	241,28	241,21	15,511	1,000	754	800	2,33	1,170	0,85	0,013	1,11	0,31	0,71	0,07	2,58	0,73	567,7	57,1	V
R27-R30	BA	40,50	0,72%	243,95	243,76	242,65	242,36	0,417	0,028	202	300	1,13	0,080	0,35	0,005	0,90	0,26	0,40	0,05	1,01	0,30	120,9	15,1	V
R30-R404	BA	34,00	0,88%	243,76	243,36	242,36	242,06	0,766	0,051	244	300	1,25	0,089	0,58	0,009	1,04	0,28	0,55	0,06	1,31	0,36	164,3	17,9	V
R404-R119	BA	42,50	0,61%	243,36	242,8	242,06	241,8	1,203	0,080	309	400	1,26	0,159	0,50	0,008	1,00	0,28	0,50	0,06	1,27	0,35	202,0	22,7	V
R119-R122	BA	70,50	0,48%	242,8	243,26	241,8	241,46	1,928	0,128	386	400	1,12	0,141	0,91	0,014	1,12	0,32	0,76	0,07	1,25	0,35	302,5	29,0	V
R33-R122	BA	42,50	0,96%	243,47	243,26	241,87	241,46	0,437	0,029	194	300	1,31	0,093	0,31	0,005	0,88	0,26	0,38	0,05	1,15	0,34	114,5	14,7	V
R31-R32	BA	50,00	0,82%	243,67	243,66	242,47	242,06	0,514	0,034	213	300	1,21	0,085	0,40	0,006	0,93	0,27	0,44	0,05	1,12	0,32	131,4	15,8	V
R32-R372	BA	32,50	0,74%	243,66	243,62	242,06	241,82	0,848	0,056	262	300	1,15	0,081	0,70	0,010	1,09	0,30	0,61	0,06	1,25	0,34	183,7	19,3	V
R372-R34	BA	32,00	0,78%	243,62	243,57	241,82	241,57	1,178	0,078	293	300	1,18	0,083	0,94	0,014	1,12	0,32	0,79	0,07	1,32	0,38	235,7	22,1	V
R125-R126	BA	34,00	1,68%	243,06	242,89	241,76	241,19	0,350	0,023	161	300	1,73	0,122	0,19	0,003	0,80	0,25	0,30	0,04	1,37	0,43	90,9	13,2	V
R35-R126	BA	39,00	1,41%	243,24	242,89	241,74	241,19	0,401	0,027	175	300	1,58	0,112	0,24	0,004	0,83	0,25	0,33	0,05	1,32	0,40	100,3	13,8	V

**Tableau 4 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 07**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	Auto cur
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R198-R84	BA	33,00	1,12%	242,7	242,58	240,65	240,28	53,020	3,748	1168	1200	3,56	4,025	0,93	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	3,98	1,11	933,2	85,4	V
R84-R383	BA	33,50	0,42%	242,58	242,54	240,28	240,14	53,312	3,768	1409	1500	2,52	4,455	0,85	0,012	1,11	0,31	0,70	0,07	2,79	0,77	1054,6	102,1	V
R383-R218	BA	36,00	0,39%	242,54	242,5	240,14	240	53,626	3,789	1431	1500	2,43	4,298	0,88	0,012	1,11	0,31	0,73	0,07	2,71	0,75	1097,8	104,1	V
R218-R219	BA	31,00	0,42%	242,5	242,47	240	239,87	53,897	3,808	1413	1500	2,53	4,463	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	2,80	0,77	1063,2	102,5	V
R219-R220	BA	37,00	0,38%	242,47	242,43	239,87	239,73	54,219	3,830	1444	1500	2,40	4,240	0,90	0,013	1,12	0,31	0,75	0,07	2,68	0,75	1126,8	105,2	V

R220-R85	BA	33,50	0,45%	242,43	242,38	239,73	239,58	54,511	3,850	1402	1500	2,61	4,612	0,83	0,012	1,11	0,30	0,70	0,07	2,89	0,80	1042,7	101,6	V
R80-R213	PVC	23,50	0,72%	242,87	242,75	240,77	240,6	5,955	0,435	508	630	2,48	0,773	0,56	0,008	1,04	0,28	0,54	0,06	2,57	0,69	340,3	35,9	V
R213-R81	PVC	47,50	0,29%	242,75	242,56	240,6	240,46	6,369	0,463	615	630	1,58	0,494	0,94	0,013	1,12	0,31	0,79	0,07	1,77	0,49	494,6	44,4	V
R81-R352	PVC	32,00	0,41%	242,56	242,48	240,46	240,33	6,648	0,482	588	630	1,86	0,579	0,83	0,011	1,11	0,30	0,69	0,07	2,06	0,56	436,9	42,1	V
R352-R178	PVC	34,00	0,65%	242,48	242,41	240,33	240,11	6,944	0,503	610	630	2,35	0,731	0,69	0,009	1,08	0,29	0,61	0,06	2,55	0,68	383,0	38,9	V
R178-R83	BA	30,00	0,30%	242,41	242,47	240,11	240,02	7,206	0,521	714	800	1,40	0,706	0,74	0,010	1,09	0,29	0,63	0,06	1,54	0,41	507,6	50,8	V
R83-R82	BA	40,00	0,42%	242,47	242,55	240,02	239,85	7,555	0,545	680	800	1,67	0,841	0,65	0,009	1,07	0,29	0,59	0,06	1,80	0,48	469,9	48,3	V
R82-R85	BA	39,50	0,43%	242,55	242,38	239,85	239,68	7,899	0,569	689	800	1,68	0,846	0,67	0,009	1,08	0,29	0,60	0,06	1,82	0,49	479,9	49,0	V
R85-R182	BA	33,50	0,45%	242,38	242,33	239,58	239,43	62,703	4,439	1479	1500	2,61	4,612	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	2,93	0,82	1215,6	108,3	V
R09-R272	BA	39,00	0,79%	244,86	244,45	242,26	241,95	16,046	1,128	794	800	2,29	1,149	0,98	0,014	1,12	0,32	0,83	0,07	2,57	0,73	665,1	58,5	V
R272-R256	BA	38,50	0,86%	244,45	243,82	241,95	241,62	16,382	1,152	789	800	2,37	1,194	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	2,66	0,75	650,2	58,0	V
R256-R255	BA	27,50	1,38%	243,82	243,49	241,62	241,24	20,079	1,421	781	800	3,02	1,516	0,94	0,013	1,12	0,31	0,78	0,07	3,38	0,95	627,3	57,1	V
R255-R254	BA	36,00	1,28%	243,49	243,08	241,24	240,78	20,393	1,443	797	800	2,90	1,457	0,99	0,014	1,12	0,32	0,84	0,07	3,25	0,92	672,5	58,5	V
R254-R389	BA	31,50	1,08%	243,08	242,84	240,78	240,44	20,668	1,462	827	1000	3,09	2,429	0,60	0,009	1,06	0,28	0,56	0,06	3,26	0,88	562,5	59,1	V
R389-R214	BA	34,00	0,68%	242,84	242,71	240,44	240,21	20,964	1,482	907	1000	2,45	1,923	0,77	0,011	1,10	0,30	0,65	0,07	2,69	0,73	653,3	65,4	V
R393-R214	BA	47,00	1,57%	242,95	242,71	241,75	241,01	0,410	0,028	175	300	1,67	0,118	0,24	0,003	0,83	0,25	0,33	0,05	1,39	0,42	100,4	13,7	V
R214-R215	BA	33,50	0,18%	242,71	242,6	240,21	240,15	21,666	1,530	1178	1200	1,42	1,609	0,95	0,013	1,12	0,31	0,80	0,07	1,59	0,45	958,0	86,2	V
R215-R216	BA	30,00	0,17%	242,6	242,5	240,15	240,1	21,928	1,548	1199	1200	1,37	1,552	1,00	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	1,54	0,44	1019,5	88,2	V
R394-R216	BA	49,00	1,06%	242,52	242,5	241,22	240,7	0,427	0,029	192	300	1,37	0,097	0,30	0,004	0,87	0,26	0,37	0,05	1,19	0,35	112,5	14,4	V
R216-R351	BA	54,00	0,19%	242,5	242,4	240,1	240	22,826	1,610	1193	1200	1,45	1,636	0,98	0,014	1,12	0,32	0,83	0,07	1,62	0,46	1001,3	87,7	V
R351-R381	BA	50,50	0,20%	242,4	242,5	240	239,9	23,266	1,641	1186	1200	1,50	1,692	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	1,68	0,47	982,0	87,1	V
R251-R87	BA	49,00	0,94%	243,62	243,06	242,22	241,76	0,427	0,029	196	300	1,29	0,091	0,32	0,005	0,88	0,26	0,39	0,05	1,14	0,33	116,1	14,7	V
R273-R87	BA	46,00	1,02%	243,53	243,06	242,23	241,76	0,401	0,028	189	300	1,35	0,095	0,29	0,004	0,86	0,26	0,37	0,05	1,16	0,34	110,0	14,3	V
R87-R417	PVC	66,50	0,92%	243,06	242,45	241,76	241,15	1,408	0,097	277	315	1,76	0,137	0,71	0,010	1,09	0,29	0,62	0,06	1,92	0,52	194,8	20,1	V
R88-R417	BA	45,00	1,22%	242,85	242,45	241,7	241,15	0,392	0,027	181	300	1,47	0,104	0,26	0,004	0,84	0,25	0,35	0,05	1,24	0,37	104,3	13,9	V
R417-R89	BA	50,00	0,66%	242,45	242,42	241,15	240,82	2,237	0,154	390	400	1,31	0,165	0,93	0,014	1,12	0,32	0,78	0,07	1,47	0,41	312,3	28,8	V
R89-R90	BA	57,00	0,96%	242,42	242,17	240,82	240,27	2,734	0,188	391	400	1,59	0,199	0,94	0,014	1,12	0,32	0,79	0,07	1,78	0,50	316,4	29,0	V
R277-R278	BA	40,50	0,74%	242,86	242,71	241,21	240,91	15,864	1,024	776	800	2,21	1,110	0,92	0,014	1,12	0,32	0,77	0,07	2,47	0,71	615,5	59,2	V

**Tableau 5 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 06**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	A- C
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R121-R120	BA	51,50	0,97%	242,83	242,73	241,63	241,13	0,339	0,024	179	300	1,31	0,093	0,25	0,004	0,84	0,25	0,34	0,05	1,10	0,33	103,2	13,8	V
R120-R278	BA	27,00	0,81%	242,73	242,71	241,13	240,91	0,517	0,036	217	300	1,20	0,085	0,42	0,006	0,95	0,27	0,45	0,05	1,14	0,32	135,6	15,8	V
R278-R279	BA	30,00	1,00%	242,71	242,41	240,91	240,61	16,578	1,074	747	800	2,56	1,289	0,83	0,013	1,11	0,31	0,69	0,07	2,84	0,80	554,8	56,3	V
R279-R90	BA	31,50	0,76%	242,41	242,17	240,61	240,37	16,785	1,088	790	800	2,24	1,125	0,97	0,015	1,12	0,32	0,81	0,08	2,51	0,72	651,9	60,4	V
R91-R92	BA	42,50	1,11%	242,74	242,47	241,54	241,07	0,280	0,019	163	300	1,40	0,099	0,20	0,003	0,80	0,25	0,31	0,04	1,12	0,34	92,0	13,1	V
R92-R90	BA	46,00	1,52%	242,47	242,17	241,07	240,37	0,582	0,040	202	300	1,65	0,116	0,35	0,005	0,90	0,26	0,40	0,05	1,47	0,43	121,1	14,9	V
R90-R381	BA	71,50	0,35%	242,17	242,32	240,37	240,12	20,572	1,349	991	1000	1,76	1,382	0,98	0,015	1,12	0,32	0,83	0,08	1,98	0,57	825,3	75,4	V
R349-R100	BA	24,00	1,87%	242,79	242,79	241,39	240,94	0,158	0,011	119	300	1,83	0,129	0,09	0,001	0,62	0,23	0,20	0,04	1,14	0,43	61,3	11,8	V
R100-R86	BA	35,00	0,91%	242,79	242,42	240,94	240,62	0,388	0,027	191	300	1,28	0,090	0,30	0,004	0,87	0,26	0,37	0,05	1,11	0,33	111,8	14,4	V
R86-R381	BA	7,50	4,00%	242,42	242,32	240,52	240,22	0,438	0,030	151	300	2,67	0,189	0,16	0,002	0,77	0,24	0,28	0,04	2,04	0,65	84,4	12,7	V
R381-R182	BA	77,00	0,25%	242,32	242,33	239,72	239,53	44,782	3,056	1437	1500	1,94	3,424	0,89	0,013	1,11	0,31	0,74	0,07	2,16	0,61	1112,0	106,3	V
R182-R222	BA	20,00	1,20%	242,33	242,04	239,43	239,19	107,617	7,504	1497	1500	4,27	7,550	0,99	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	4,79	1,37	1267,9	110,8	V
R222-R184	BA	82,00	1,21%	242,04	241,20	239,19	238,20	108,156	7,541	1498	1500	4,29	7,573	1,00	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	4,81	1,37	1271,2	110,9	V
R122-R123	BA	7,00	0,86%	243,26	243,20	241,41	241,35	2,411	0,160	377	400	1,50	0,188	0,85	0,013	1,11	0,31	0,71	0,07	1,66	0,47	283,6	28,1	V
R123-R400	BA	19,50	0,77%	243,20	243,10	241,35	241,20	2,540	0,169	393	400	1,42	0,178	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	1,59	0,45	319,2	29,5	V
R400-R419	BA	47,00	0,94%	243,10	242,86	241,20	240,76	2,849	0,191	396	400	1,56	0,196	0,97	0,015	1,12	0,32	0,82	0,07	1,75	0,50	328,0	29,8	V
R419-R348	BA	72,00	1,26%	242,86	242,75	240,76	239,85	3,323	0,224	397	400	1,82	0,228	0,98	0,015	1,12	0,32	0,83	0,07	2,04	0,58	331,9	29,8	V
R348-R380	BA	38,50	1,45%	242,75	242,79	239,85	239,29	3,576	0,241	398	400	1,95	0,245	0,99	0,015	1,12	0,32	0,84	0,07	2,19	0,63	334,3	29,9	V
R380-R184	BA	44,50	1,78%	242,79	241,20	239,29	238,50	3,869	0,262	395	400	2,15	0,271	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	2,42	0,69	326,3	29,6	V
R184-R223	BA	66,50	1,37%	241,20	241,04	238,20	237,29	112,463	7,834	1484	1500	4,56	8,062	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	5,12	1,45	1230,4	109,6	V
R93-R246	BA	24,50	0,94%	243,00	243,22	242,25	242,02	0,161	0,011	137	300	1,29	0,091	0,12	0,002	0,71	0,24	0,25	0,04	0,92	0,31	74,3	12,3	V
R246-R94	BA	23,00	0,91%	243,22	243,41	242,02	241,81	0,313	0,022	176	300	1,27	0,090	0,24	0,003	0,83	0,25	0,34	0,05	1,06	0,32	100,8	13,7	V
R94-R280	BA	31,00	1,26%	243,41	242,72	241,81	241,42	0,517	0,036	200	300	1,50	0,106	0,34	0,005	0,89	0,26	0,40	0,05	1,33	0,39	119,4	14,8	V
R280-R281	BA	35,00	2,23%	242,72	242,04	241,42	240,64	0,747	0,052	206	300	1,99	0,141	0,37	0,005	0,91	0,26	0,42	0,05	1,81	0,52	125,2	15,2	V
R420-R281	BA	48,00	1,15%	242,59	242,04	241,19	240,64	0,316	0,022	169	300	1,43	0,101	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,04	1,17	0,35	96,3	13,4	V

R281-R101	BA	38,00	0,95%	242,04	241,78	240,64	240,28	1,313	0,091	299	300	1,30	0,092	0,99	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	1,46	0,42	253,7	22,2	V
R102-R101	BA	49,50	1,33%	242,54	241,78	240,94	240,28	0,326	0,023	166	300	1,54	0,109	0,21	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	1,25	0,38	94,4	13,3	V
R101-R223	BA	45,50	2,29%	241,78	241,04	240,28	239,24	1,938	0,135	294	300	2,02	0,143	0,94	0,014	1,12	0,32	0,79	0,07	2,26	0,64	237,5	21,7	V
R223-R103	BA	67,00	1,36%	241,04	240,13	237,29	236,38	114,842	7,999	1498	1500	4,55	8,032	1,00	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	5,10	1,45	1271,2	110,9	V
R347-R346	BA	26,50	3,43%	242,98	242,17	241,78	240,87	0,174	0,012	110	300	2,47	0,175	0,07	0,001	0,57	0,23	0,18	0,04	1,42	0,58	54,6	11,6	V
R346-R97	BA	24,50	2,73%	242,17	241,40	240,87	240,20	0,336	0,023	147	300	2,21	0,156	0,15	0,002	0,75	0,24	0,27	0,04	1,66	0,53	81,6	12,6	V
R97-R284	BA	68,00	0,81%	241,40	241,15	240,20	239,65	0,783	0,054	254	300	1,20	0,085	0,64	0,009	1,07	0,29	0,58	0,06	1,29	0,35	175,2	18,3	V
R99-R284	BA	50,50	1,17%	241,84	241,15	240,24	239,65	0,332	0,023	172	300	1,44	0,102	0,23	0,003	0,82	0,25	0,33	0,05	1,19	0,36	98,1	13,5	V
R284-R384	BA	35,00	0,46%	241,15	240,89	239,65	239,49	1,346	0,094	346	400	1,09	0,137	0,68	0,010	1,08	0,29	0,60	0,06	1,18	0,32	241,8	25,0	V
R283-R384	BA	49,00	1,37%	241,56	240,89	240,16	239,49	0,322	0,022	165	300	1,56	0,110	0,20	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	1,26	0,38	93,5	13,2	V
R384-R103	BA	45,00	1,91%	240,89	240,13	239,49	238,63	1,964	0,137	305	400	2,23	0,281	0,49	0,007	0,99	0,27	0,49	0,06	2,21	0,61	197,6	22,1	V
R95-R96	BA	20,00	2,30%	243,27	243,16	242,17	241,71	0,132	0,009	107	300	2,02	0,143	0,06	0,001	0,56	0,23	0,17	0,04	1,12	0,47	52,1	11,6	V
R96-R127	BA	33,00	1,18%	243,16	242,92	241,71	241,32	0,349	0,024	175	300	1,45	0,102	0,24	0,003	0,83	0,25	0,33	0,05	1,20	0,36	100,0	13,6	V
R124-R127	BA	34,50	1,33%	243,03	242,92	241,78	241,32	0,227	0,016	145	300	1,54	0,109	0,14	0,002	0,74	0,24	0,27	0,04	1,15	0,37	80,4	12,5	V
R127-R241	BA	69,00	2,52%	242,92	241,18	241,32	239,58	1,030	0,072	227	300	2,12	0,150	0,48	0,007	0,98	0,27	0,49	0,05	2,08	0,58	146,6	16,4	V
R243-R98	BA	26,50	1,55%	241,41	241,30	240,41	240,00	0,174	0,012	128	300	1,66	0,117	0,10	0,001	0,67	0,24	0,23	0,04	1,11	0,39	68,1	12,0	V
R98-R241	BA	26,00	1,62%	241,30	241,18	240,00	239,58	0,345	0,024	164	300	1,70	0,120	0,20	0,003	0,80	0,25	0,31	0,04	1,36	0,42	92,9	13,2	V

**Tableau 6 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 05**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	A-C
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R103-R163	BA	25,50	1,41%	240,13	239,87	236,38	236,02	116,994	8,148	1497	1500	4,63	8,189	0,99	0,014	1,12	0,32	0,85	0,07	5,20	1,48	1269,7	110,9	V
R379-R224	BA	39,50	1,52%	240,78	240,28	239,28	238,68	0,290	0,019	153	300	1,64	0,116	0,17	0,002	0,77	0,24	0,29	0,04	1,27	0,40	85,6	12,9	V
R224-R163	BA	23,00	1,35%	240,28	239,87	238,68	238,37	0,459	0,031	186	300	1,55	0,109	0,28	0,004	0,86	0,26	0,36	0,05	1,33	0,40	108,1	14,3	V
R163-R107	BA	66,50	1,55%	239,87	237,29	236,02	234,99	117,941	8,211	1476	1500	4,85	8,578	0,96	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	5,44	1,54	1207,1	108,9	V
R107-R108	BA	23,00	1,52%	237,29	236,14	233,89	233,54	118,110	8,222	1481	1500	4,81	8,502	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	5,40	1,53	1223,0	109,4	V
R108-R109	BA	38,00	1,55%	236,14	234,65	232,64	232,05	118,389	8,241	1477	1500	4,86	8,588	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	5,45	1,54	1210,8	109,0	V
R109-R110	BA	82,00	1,59%	234,65	231,75	230,85	229,55	118,991	8,281	1474	1500	4,91	8,678	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	5,51	1,55	1202,2	108,7	V
R110-R111	BA	34,00	0,74%	231,75	231,50	228,95	228,70	119,240	8,298	1704	1800	3,78	9,610	0,86	0,012	1,11	0,31	0,72	0,07	4,19	1,16	1290,3	124,5	V

R225-R226	BA	38,50	4,49%	239,67	238,04	237,97	236,24	0,283	0,019	124	300	2,83	0,200	0,09	0,001	0,65	0,24	0,22	0,04	1,83	0,67	64,9	12,0	V
R226-R106	BA	35,50	4,56%	238,04	235,62	235,54	233,92	0,543	0,036	158	300	2,85	0,201	0,18	0,003	0,79	0,25	0,30	0,04	2,24	0,70	88,6	13,0	V
R228-R106	BA	35,00	1,11%	236,01	235,62	234,31	233,92	0,257	0,017	155	300	1,41	0,100	0,17	0,003	0,78	0,24	0,29	0,04	1,10	0,34	87,0	12,9	V
R106-R113	BA	76,00	3,25%	235,62	233,05	233,92	231,45	1,358	0,091	237	300	2,40	0,170	0,53	0,008	1,02	0,28	0,52	0,06	2,45	0,67	156,9	17,3	V
R113-R290	BA	36,50	3,75%	233,05	231,68	231,45	230,08	1,626	0,108	247	300	2,58	0,183	0,59	0,009	1,05	0,29	0,56	0,06	2,72	0,74	167,4	18,1	V
R290-R112	BA	32,00	1,81%	231,68	230,90	230,08	229,50	1,861	0,124	298	300	1,80	0,127	0,98	0,015	1,12	0,32	0,83	0,07	2,02	0,58	248,2	22,5	V
R112-R111	BA	24,50	2,45%	230,90	231,50	229,50	228,90	2,041	0,136	291	300	2,09	0,148	0,92	0,014	1,12	0,32	0,77	0,07	2,33	0,66	230,8	21,8	V
R111-R295	BA	197,00	0,79%	231,50	229,95	228,70	227,15	122,728	8,530	1700	1800	3,91	9,941	0,86	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	4,33	1,20	1282,7	124,3	V
R104-R105	BA	38,00	1,29%	240,86	240,57	239,26	238,77	0,279	0,019	156	300	1,51	0,107	0,17	0,003	0,78	0,24	0,29	0,04	1,18	0,37	87,3	13,0	V
R105-R227	BA	38,50	4,18%	240,57	238,76	238,77	237,16	0,562	0,037	162	300	2,73	0,193	0,19	0,003	0,80	0,25	0,31	0,04	2,18	0,67	91,7	13,2	V
R227-R427	BA	34,00	4,74%	238,76	236,25	236,26	234,65	0,811	0,054	182	300	2,90	0,205	0,26	0,004	0,85	0,25	0,35	0,05	2,46	0,74	105,1	14,1	V
R238-R239	BA	41,50	1,08%	238,37	238,52	237,07	236,62	0,305	0,020	166	300	1,39	0,098	0,21	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	1,12	0,34	94,3	13,4	V
R239-R378	BA	43,00	0,84%	238,52	238,26	236,62	236,26	0,620	0,041	228	300	1,22	0,086	0,48	0,007	0,99	0,28	0,49	0,06	1,20	0,34	147,0	16,7	V
R378-R427	BA	43,00	3,74%	238,26	236,25	236,26	234,65	0,936	0,062	201	300	2,58	0,182	0,34	0,005	0,89	0,26	0,40	0,05	2,30	0,67	120,0	15,0	V
R427-R229	BA	35,50	4,62%	236,25	234,71	234,65	233,01	2,008	0,134	257	300	2,87	0,203	0,66	0,010	1,08	0,29	0,59	0,06	3,09	0,84	178,2	18,8	V
R229-R230	BA	37,50	4,13%	234,71	233,06	233,01	231,46	2,284	0,152	275	300	2,71	0,192	0,79	0,012	1,10	0,31	0,67	0,07	2,99	0,83	200,4	20,4	V
R234-R235	BA	36,00	0,83%	235,34	235,44	234,14	233,84	0,264	0,018	166	300	1,22	0,086	0,20	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	0,98	0,30	93,8	13,3	V
R235-R115	BA	49,00	0,86%	235,44	235,62	233,84	233,42	0,624	0,042	227	300	1,23	0,087	0,48	0,007	0,98	0,27	0,49	0,06	1,21	0,34	146,4	16,7	V
R116-R115	BA	44,00	4,07%	237,81	235,62	235,21	233,42	0,323	0,022	133	300	2,69	0,190	0,11	0,002	0,69	0,24	0,24	0,04	1,86	0,64	71,4	12,2	V
R115-R231	BA	18,00	4,39%	235,62	234,23	233,32	232,53	1,079	0,072	205	300	2,79	0,198	0,36	0,005	0,91	0,26	0,41	0,05	2,53	0,74	124,3	15,3	V
R115*-R232	BA	45,50	1,19%	234,77	234,53	233,47	232,93	0,334	0,022	169	300	1,45	0,103	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,04	1,19	0,36	96,2	13,5	V
R232-R231	BA	39,50	1,01%	234,53	234,23	232,93	232,53	0,624	0,042	220	300	1,34	0,095	0,44	0,007	0,96	0,27	0,46	0,05	1,28	0,36	139,0	16,2	V
R231-R230	BA	49,00	2,18%	234,23	233,06	232,53	231,46	2,063	0,138	299	300	1,97	0,139	0,99	0,015	1,12	0,32	0,84	0,08	2,21	0,64	251,5	22,6	V
R230-R423	PVC	69,00	3,83%	233,06	230,12	231,46	228,82	4,854	0,324	333	400	4,21	0,530	0,61	0,009	1,06	0,29	0,57	0,06	4,47	1,21	227,1	24,3	V
R423-R118	PVC	36,50	1,01%	230,12	230,35	228,82	228,45	5,122	0,342	435	500	2,52	0,494	0,69	0,010	1,09	0,30	0,61	0,06	2,73	0,74	304,9	32,0	V
R118-R292	PVC	40,50	1,04%	230,35	230,53	228,45	228,03	5,419	0,361	443	500	2,55	0,500	0,72	0,011	1,09	0,30	0,63	0,07	2,78	0,76	313,3	32,6	V
R292-R293	PVC	27,00	1,30%	230,53	230,68	228,03	227,68	5,617	0,375	430	500	2,85	0,559	0,67	0,010	1,08	0,29	0,60	0,06	3,08	0,84	299,4	31,6	V
R293-R294	PVC	21,00	1,33%	230,68	230,90	227,68	227,40	5,771	0,385	432	500	2,89	0,567	0,68	0,010	1,08	0,29	0,60	0,06	3,13	0,85	301,7	31,7	V
R294-R295	PVC	21,00	1,19%	230,90	229,95	227,40	227,15	5,926	0,395	446	500	2,73	0,536	0,74	0,011	1,09	0,30	0,63	0,07	2,99	0,82	317,3	32,9	V

R295-R333	BA	39,00	0,69%	229,95	230,28	227,15	226,88	128,940	8,945	1772	1800	3,66	9,325	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	4,11	1,16	1452,2	131,0	V
R130-R240	BA	61,50	1,90%	240,48	239,31	238,88	237,71	0,452	0,030	173	300	1,84	0,130	0,23	0,003	0,83	0,25	0,33	0,05	1,52	0,46	99,0	13,7	V
R240-R237	BA	62,50	4,16%	239,31	236,71	237,71	235,11	0,911	0,061	195	300	2,72	0,192	0,32	0,005	0,88	0,26	0,38	0,05	2,39	0,70	114,9	14,7	V
R237-R236	BA	27,50	4,04%	236,71	234,90	234,31	233,20	1,112	0,074	211	300	2,68	0,189	0,39	0,006	0,92	0,27	0,43	0,05	2,48	0,71	129,7	15,6	V
R236-R*2	BA	25,00	4,16%	234,90	233,36	232,60	231,56	1,296	0,086	222	300	2,72	0,192	0,45	0,007	0,96	0,27	0,47	0,05	2,62	0,74	141,1	16,3	V

**Tableau 7 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 02**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	A-C
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R126-R128	BA	67,00	2,54%	242,89	241,29	241,19	239,49	1,228	0,081	238	300	2,12	0,150	0,54	0,008	1,02	0,28	0,53	0,06	2,18	0,60	158,2	17,5	V
R241-R128	BA	7,00	1,29%	241,18	241,29	239,58	239,49	1,425	0,099	291	300	1,51	0,107	0,92	0,013	1,12	0,31	0,77	0,07	1,69	0,48	231,4	21,5	V
R38-R128	BA	41,50	1,93%	242,04	241,29	240,29	239,49	0,295	0,019	146	300	1,85	0,131	0,15	0,002	0,75	0,24	0,27	0,04	1,39	0,45	81,2	12,7	V
R128-R129	BA	23,50	5,02%	241,29	240,66	239,44	238,26	3,115	0,210	299	300	2,99	0,211	1,00	0,015	1,12	0,32	0,85	0,08	3,35	0,96	254,1	22,5	V
R129-R339	BA	38,50	1,30%	240,66	240,26	238,26	237,76	3,389	0,228	398	400	1,84	0,231	0,99	0,015	1,12	0,32	0,84	0,07	2,07	0,59	334,7	29,9	V
R339-R340	BA	44,00	1,52%	240,26	239,79	237,76	237,09	3,703	0,249	399	400	1,99	0,251	0,99	0,015	1,12	0,32	0,84	0,08	2,24	0,64	337,6	30,1	V
R340-R426	BA	59,00	1,97%	239,79	239,03	237,09	235,93	4,122	0,276	396	400	2,27	0,285	0,97	0,014	1,12	0,32	0,82	0,07	2,54	0,73	327,5	29,8	V
R34-R36	BA	60,00	1,40%	243,57	242,73	241,57	240,73	1,605	0,106	295	300	1,58	0,112	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	1,77	0,51	239,9	22,2	V
R36-R37	BA	6,50	1,54%	242,73	242,63	240,73	240,63	1,651	0,109	292	300	1,65	0,117	0,93	0,014	1,12	0,32	0,78	0,07	1,85	0,53	234,3	22,0	V
R37-R338	BA	50,00	2,12%	242,63	241,17	240,63	239,57	2,007	0,133	296	300	1,94	0,137	0,97	0,015	1,12	0,32	0,81	0,07	2,18	0,63	244,2	22,4	V
R338-R388	BA	64,00	4,58%	241,17	239,54	239,57	236,64	2,462	0,162	277	300	2,85	0,202	0,81	0,012	1,10	0,31	0,67	0,07	3,15	0,88	202,4	20,6	V
R388-R426	BA	20,50	3,46%	239,54	239,03	236,64	235,93	2,608	0,172	298	300	2,48	0,175	0,98	0,015	1,12	0,32	0,83	0,08	2,79	0,80	248,9	22,6	V
R426-R39	BA	3,50	1,71%	239,03	238,97	235,93	235,87	6,755	0,450	487	500	2,45	0,482	0,93	0,014	1,12	0,32	0,78	0,07	2,75	0,78	389,9	36,6	V
R40-R39	PVC	44,00	3,43%	239,38	238,97	237,38	235,87	0,313	0,021	121	315	3,40	0,265	0,08	0,001	0,60	0,23	0,19	0,04	2,04	0,80	61,0	12,4	V
R39-R47	BA	21,00	1,90%	238,97	238,47	235,87	235,47	7,218	0,480	490	500	2,59	0,508	0,95	0,014	1,12	0,32	0,79	0,07	2,90	0,83	395,9	36,9	V
R336-R47	PVC	43,00	3,98%	239,28	238,47	237,18	235,47	0,306	0,020	116	315	3,66	0,286	0,07	0,001	0,58	0,23	0,18	0,04	2,11	0,86	57,7	12,3	V
R47-R42	BA	24,00	2,00%	238,47	238,09	235,47	234,99	7,695	0,511	497	500	2,65	0,521	0,98	0,015	1,12	0,32	0,83	0,08	2,98	0,86	416,1	37,6	V
R327-R42	BA	39,00	2,38%	239,02	238,09	236,32	235,39	0,278	0,018	138	300	2,06	0,146	0,12	0,002	0,71	0,24	0,25	0,04	1,47	0,49	74,9	12,4	V
R42-R46	BA	42,00	2,38%	238,09	237,29	234,99	233,99	8,271	0,549	494	500	2,89	0,568	0,97	0,015	1,12	0,32	0,81	0,07	3,25	0,93	407,5	37,3	V
R63-R323	BA	36,50	1,62%	239,96	239,57	237,96	237,37	0,260	0,017	144	300	1,70	0,120	0,14	0,002	0,74	0,24	0,27	0,04	1,26	0,41	79,6	12,6	V

R323-R44	BA	32,50	2,83%	239,57	238,85	237,37	236,45	0,491	0,032	165	300	2,24	0,159	0,20	0,003	0,81	0,25	0,31	0,04	1,81	0,56	93,4	13,4	V
R44-R45	BA	6,50	0,92%	238,85	238,79	236,45	236,39	0,537	0,035	210	300	1,28	0,091	0,39	0,006	0,92	0,27	0,43	0,05	1,18	0,34	129,1	15,7	V
R45-R46	BA	34,50	4,06%	238,79	237,29	236,39	234,99	0,783	0,051	184	300	2,69	0,190	0,27	0,004	0,85	0,25	0,35	0,05	2,28	0,68	106,3	14,2	V
R46-R301	BA	47,00	4,47%	237,29	233,79	233,99	231,89	9,389	0,622	460	500	3,96	0,778	0,80	0,012	1,10	0,31	0,67	0,07	4,37	1,21	335,6	34,2	V
R301-R333	BA	62,00	4,69%	233,79	230,28	230,99	228,08	9,830	0,651	463	500	4,06	0,798	0,82	0,012	1,10	0,31	0,68	0,07	4,49	1,25	341,2	34,5	V
R341-R342	BA	70,00	1,86%	240,23	238,93	238,63	237,33	0,498	0,033	179	300	1,82	0,128	0,25	0,004	0,84	0,25	0,34	0,05	1,53	0,46	103,3	14,0	V
R342-R131	BA	49,00	4,51%	238,93	236,82	237,33	235,12	0,847	0,055	185	300	2,83	0,200	0,28	0,004	0,85	0,26	0,36	0,05	2,42	0,72	107,6	14,3	V
R41-R131	BA	56,00	3,20%	238,41	236,82	236,91	235,12	0,399	0,026	149	300	2,38	0,169	0,15	0,002	0,76	0,24	0,28	0,04	1,81	0,58	82,9	12,8	V
R131-R132	BA	50,50	4,69%	236,82	233,75	234,52	232,15	1,605	0,105	234	300	2,89	0,204	0,51	0,008	1,01	0,28	0,51	0,06	2,91	0,81	153,6	17,2	V
R43-R132	BA	52,00	3,63%	236,14	233,75	234,04	232,15	0,370	0,024	142	300	2,54	0,180	0,13	0,002	0,73	0,24	0,26	0,04	1,86	0,61	77,7	12,5	V
R132-R*2	BA	12,00	3,25%	233,75	233,36	231,95	231,56	2,060	0,135	275	300	2,40	0,170	0,79	0,012	1,10	0,31	0,67	0,07	2,65	0,74	200,3	20,5	V
R*2-R333	BA	52,50	4,72%	233,36	230,28	231,16	228,68	3,730	0,246	321	400	3,51	0,441	0,56	0,008	1,03	0,28	0,54	0,06	3,63	1,00	214,9	23,6	V
R333-R*3	BA	7,00	0,86%	230,28	229,97	226,88	226,82	142,550	9,845	1765	1800	4,08	10,376	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	4,57	1,29	1432,4	130,6	V

**Tableau 8 : Dimensionnement du Collecteur de sous bassin 01**

Tronçon	Mat	Dis	Pente	Côte terrain		Côte radier		Q eu (l/s)	Q tot (m³/s)	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m³/s)	Rq	R q min	Rv	Rv min	Rh	Rh min	V (m/s)	Vmin (m/s)	H	Hmin	A-C
				Amont	Aval	Amont	Aval																	
R48-R*3	PVC	17,00	2,65%	230,12	229,97	228,52	228,07	0,134	0,009	92	315	2,99	0,233	0,04	0,001	0,45	0,23	0,13	0,04	1,34	0,69	39,9	11,8	V
R*3-R*4	BA	21,00	0,86%	229,97	228,89	226,47	226,29	143,605	9,915	1770	1800	4,08	10,376	0,96	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	4,57	1,29	1445,1	131,0	V
R*4-R*5	BA	20,00	0,85%	228,89	227,62	225,19	225,02	143,605	9,915	1772	1800	4,06	10,333	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	4,55	1,29	1452,8	131,3	V
R*5-R*6	BA	17,00	0,94%	227,62	226,56	224,12	223,96	143,605	9,915	1739	1800	4,27	10,873	0,91	0,013	1,12	0,31	0,76	0,07	4,77	1,34	1366,2	128,2	V
R*6-R*7	BA	20,00	1,25%	226,56	225,41	223,06	222,81	143,605	9,915	1649	1800	4,92	12,530	0,79	0,011	1,10	0,30	0,67	0,07	5,43	1,49	1198,4	120,2	V
R*7-R*8	BA	20,00	1,15%	225,41	224,18	221,71	221,48	143,605	9,915	1675	1800	4,72	12,019	0,82	0,012	1,11	0,31	0,69	0,07	5,22	1,44	1238,5	122,5	V
R*8-R134	BA	19,00	0,84%	224,18	222,92	220,38	220,22	143,605	9,915	1775	1800	4,04	10,285	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	4,53	1,29	1461,5	131,6	V
R54-R55	PVC	21,00	2,05%	236,88	237,65	235,58	235,15	0,165	0,011	105	315	2,63	0,205	0,05	0,001	0,51	0,23	0,16	0,04	1,35	0,61	48,9	12,0	V
R55-R40*	PVC	26,00	3,69%	237,65	235,99	235,15	234,19	0,370	0,024	127	315	3,53	0,275	0,09	0,001	0,63	0,24	0,21	0,04	2,23	0,83	65,7	12,5	V
R40*-R56	PVC	38,00	4,82%	235,99	232,96	233,19	231,36	0,669	0,044	151	315	4,03	0,314	0,14	0,002	0,74	0,24	0,26	0,04	2,97	0,97	83,0	13,2	V
R57-R56	PVC	16,50	2,73%	231,11	232,96	229,91	229,46	0,130	0,009	91	315	3,03	0,236	0,04	0,001	0,44	0,23	0,12	0,04	1,33	0,70	38,8	11,8	V
R56-R376	PVC	15,00	1,13%	232,96	231,89	229,46	229,29	0,918	0,060	222	315	1,96	0,152	0,40	0,006	0,93	0,27	0,43	0,05	1,81	0,52	136,9	16,5	V



R376-R58	PVC	22,00	2,27%	231,89	230,39	229,29	228,79	1,091	0,072	208	315	2,77	0,216	0,33	0,005	0,89	0,26	0,39	0,05	2,46	0,72	123,8	15,7	V
R299-R53	PVC	18,00	2,83%	236,61	235,9	235,01	234,5	0,142	0,009	93	315	3,09	0,241	0,04	0,001	0,45	0,23	0,13	0,04	1,39	0,71	40,4	11,8	V
R53-R58	PVC	66,00	4,86%	235,9	230,39	232	228,79	0,662	0,043	150	315	4,05	0,316	0,14	0,002	0,73	0,24	0,26	0,04	2,97	0,98	82,4	13,2	V
R58-R52	PVC	35,00	4,54%	230,39	228	227,99	226,4	1,152	0,076	187	315	3,92	0,305	0,25	0,004	0,84	0,25	0,34	0,05	3,28	0,99	107,2	14,6	V
R298-R50	PVC	21,50	2,37%	234,57	233,76	232,67	232,16	0,169	0,011	103	315	2,83	0,221	0,05	0,001	0,50	0,23	0,15	0,04	1,42	0,66	47,5	12,0	V
R50-R51	PVC	27,00	4,70%	233,76	231,79	231,36	230,09	0,382	0,025	123	315	3,98	0,311	0,08	0,001	0,61	0,23	0,20	0,04	2,43	0,94	62,5	12,4	V
R51-R52	PVC	52,00	4,98%	231,79	228	228,99	226,4	0,792	0,052	159	315	4,10	0,320	0,16	0,002	0,77	0,24	0,28	0,04	3,15	1,00	89,0	13,5	V
R52-R49	PVC	25,50	4,94%	228	225,64	225,3	224,04	2,144	0,141	232	315	4,08	0,318	0,44	0,007	0,96	0,27	0,47	0,05	3,92	1,11	146,7	17,1	V
R49-R134	PVC	32,50	4,98%	225,64	222,92	222,54	220,92	2,400	0,158	242	315	4,10	0,320	0,49	0,008	0,99	0,28	0,50	0,06	4,08	1,14	156,9	17,8	V
R134-R*9	BA	20,00	1,25%	222,92	221,57	219,22	218,97	146,462	10,102	1660	1800	4,92	12,530	0,81	0,012	1,10	0,30	0,68	0,07	5,43	1,50	1215,7	121,3	V
R*9-R*10	BA	18,00	0,89%	221,57	220,11	217,67	217,51	146,462	10,102	1770	1800	4,15	10,566	0,96	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	4,66	1,32	1446,1	131,1	V
R*10-R135	BA	20,00	1,20%	220,11	217,97	215,61	215,37	146,462	10,102	1673	1800	4,82	12,277	0,82	0,012	1,11	0,31	0,69	0,07	5,33	1,47	1235,9	122,4	V
R135-R*11	BA	20,00	1,15%	217,97	217,04	214,47	214,24	146,620	10,134	1688	1800	4,72	12,019	0,84	0,012	1,11	0,31	0,70	0,07	5,23	1,45	1262,2	123,6	V
R*11-R*12	BA	21,00	0,90%	217,04	216,05	213,54	213,35	146,620	10,134	1766	1800	4,19	10,660	0,95	0,014	1,12	0,32	0,80	0,07	4,70	1,33	1435,7	130,7	V
R*12-R136	BA	20,00	1,00%	216,05	215,05	212,55	212,35	146,620	10,134	1733	1800	4,40	11,207	0,90	0,013	1,12	0,31	0,75	0,07	4,91	1,38	1353,3	127,6	V
R136-R*13	BA	25,00	0,92%	215,05	213,82	211,45	211,22	147,021	10,160	1762	1800	4,22	10,750	0,95	0,014	1,12	0,32	0,79	0,07	4,73	1,34	1425,5	130,3	V
R*13-R137	BA	26,00	1,04%	213,82	212,05	209,72	209,45	147,021	10,160	1723	1800	4,49	11,421	0,89	0,013	1,11	0,31	0,74	0,07	5,00	1,40	1329,7	126,7	V
R58-R330	PVC	24,00	4,83%	230,39	227,28	226,94	225,78	1,065	0,070	179	315	4,04	0,315	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,05	3,31	1,01	102,1	14,3	V
R330-R331	PVC	24,50	8,41%	227,28	223,22	223,78	221,72	1,258	0,083	172	315	4,00	0,311	0,27	0,004	0,85	0,25	0,35	0,05	3,39	1,02	110,6	14,9	V
R331-R59	PVC	21,00	8,29%	223,22	219,48	219,72	217,98	1,424	0,093	181	315	3,97	0,309	0,30	0,005	0,87	0,26	0,37	0,05	3,45	1,02	118,0	15,3	V
R59-R66	PVC	11,50	4,17%	219,48	218,1	216,98	216,5	1,514	0,099	210	315	3,75	0,293	0,34	0,005	0,89	0,26	0,40	0,05	3,35	0,98	125,5	15,8	V
R67-R304	PVC	26,00	2,35%	227,03	224,42	223,73	223,12	0,205	0,013	111	315	2,81	0,219	0,06	0,001	0,55	0,23	0,17	0,04	1,54	0,66	53,3	12,1	V
R304-R306	PVC	29,00	7,69%	224,42	220,09	220,92	218,69	0,433	0,028	117	315	3,82	0,298	0,10	0,001	0,65	0,24	0,22	0,04	2,49	0,90	68,6	12,6	V
R306-R65	PVC	20,50	4,20%	220,09	218,33	217,59	216,73	0,595	0,039	148	315	3,76	0,293	0,13	0,002	0,73	0,24	0,26	0,04	2,73	0,90	81,1	13,1	V
R65-R66	PVC	28,50	2,91%	218,33	218,1	216,73	215,9	0,819	0,054	179	315	3,14	0,244	0,22	0,003	0,82	0,25	0,32	0,05	2,57	0,78	101,7	14,3	V
R66-R63	PVC	14,00	4,64%	218,1	216,65	215,3	214,65	2,443	0,160	246	315	3,96	0,309	0,52	0,008	1,01	0,28	0,52	0,06	4,00	1,11	162,2	18,1	V
R60-R319	PVC	18,50	2,59%	219,58	219,4	218,28	217,8	0,146	0,010	95	315	2,96	0,231	0,04	0,001	0,46	0,23	0,13	0,04	1,37	0,68	42,2	11,9	V
R319-R320	PVC	19,00	1,63%	219,4	219,29	217,8	217,49	0,295	0,019	136	315	2,35	0,183	0,11	0,002	0,68	0,24	0,23	0,04	1,58	0,56	72,4	12,7	V
R320-R61	PVC	18,50	3,41%	219,29	218,66	217,49	216,86	0,441	0,029	137	315	3,39	0,264	0,11	0,002	0,68	0,24	0,23	0,04	2,32	0,81	73,7	12,8	V

R61-R62	PVC	31,00	7,90%	218,66	215,71	216,86	214,41	0,685	0,045	138	315	3,87	0,302	0,15	0,002	0,75	0,24	0,27	0,04	2,91	0,94	85,5	13,3	V
R62-R312	PVC	23,00	0,65%	215,71	215,96	214,41	214,26	0,866	0,057	241	315	1,48	0,116	0,49	0,007	0,99	0,28	0,50	0,06	1,47	0,41	156,7	17,8	V
R312-R311	PVC	30,00	0,90%	215,96	216,29	214,26	213,99	1,103	0,072	249	315	1,74	0,136	0,53	0,008	1,02	0,28	0,52	0,06	1,78	0,49	164,7	18,3	V
R311-R63	PVC	22,00	0,64%	216,29	216,65	213,99	213,85	1,276	0,084	280	315	1,47	0,114	0,73	0,011	1,09	0,30	0,63	0,07	1,60	0,44	199,1	20,8	V
R63-R64	PVC	18,50	4,59%	216,65	214,4	213,25	212,4	3,865	0,254	293	315	3,94	0,307	0,83	0,013	1,11	0,31	0,69	0,07	4,35	1,22	217,1	21,9	V
R64-R137	PVC	19,50	4,87%	214,4	212,05	211,5	210,55	4,019	0,264	294	315	4,06	0,316	0,83	0,013	1,11	0,31	0,70	0,07	4,49	1,26	218,9	22,0	V
R137-R*14	BA	20,00	0,90%	212,05	210,27	207,65	207,47	151,650	10,464	1789	1800	4,18	10,632	0,98	0,014	1,12	0,32	0,83	0,07	4,69	1,34	1501,6	132,9	V
R*14-R*15	BA	19,00	0,89%	210,27	208,6	205,97	205,8	151,650	10,464	1791	1800	4,17	10,601	0,99	0,014	1,12	0,32	0,84	0,07	4,68	1,33	1507,4	133,1	V
R*15-R*16	BA	20,00	1,10%	208,6	206,78	204,2	203,98	151,650	10,464	1723	1800	4,62	11,754	0,89	0,013	1,11	0,31	0,74	0,07	5,14	1,44	1330,7	126,8	V
R*16-R315	BA	18,50	1,19%	206,78	205,26	202,68	202,46	151,650	10,464	1698	1800	4,80	12,222	0,86	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	5,33	1,48	1280,0	124,6	V
R315-R*17	BA	19,00	0,95%	205,26	203,18	200,76	200,58	152,249	10,503	1775	1800	4,29	10,908	0,96	0,014	1,12	0,32	0,81	0,07	4,81	1,36	1459,2	131,6	V
R*17-R*18	BA	19,00	1,16%	203,18	201,26	198,68	198,46	152,249	10,503	1709	1800	4,74	12,060	0,87	0,013	1,11	0,31	0,72	0,07	5,27	1,47	1301,2	125,5	V
R*18-R*19	BA	19,00	1,21%	201,26	199,33	196,76	196,53	152,249	10,503	1695	1800	4,85	12,331	0,85	0,012	1,11	0,31	0,71	0,07	5,37	1,49	1273,9	124,3	V
R*19-R138	BA	19,00	1,26%	199,33	197,79	195,23	194,99	152,249	10,503	1681	1800	4,95	12,596	0,83	0,012	1,11	0,31	0,69	0,07	5,48	1,52	1249,9	123,1	V
R318-R139	BA	31,50	1,17%	197,79	195,22	192,99	192,62	152,497	10,520	1706	1800	4,77	12,146	0,87	0,013	1,11	0,31	0,72	0,07	5,30	1,48	1294,1	125,2	V

**Avec :**



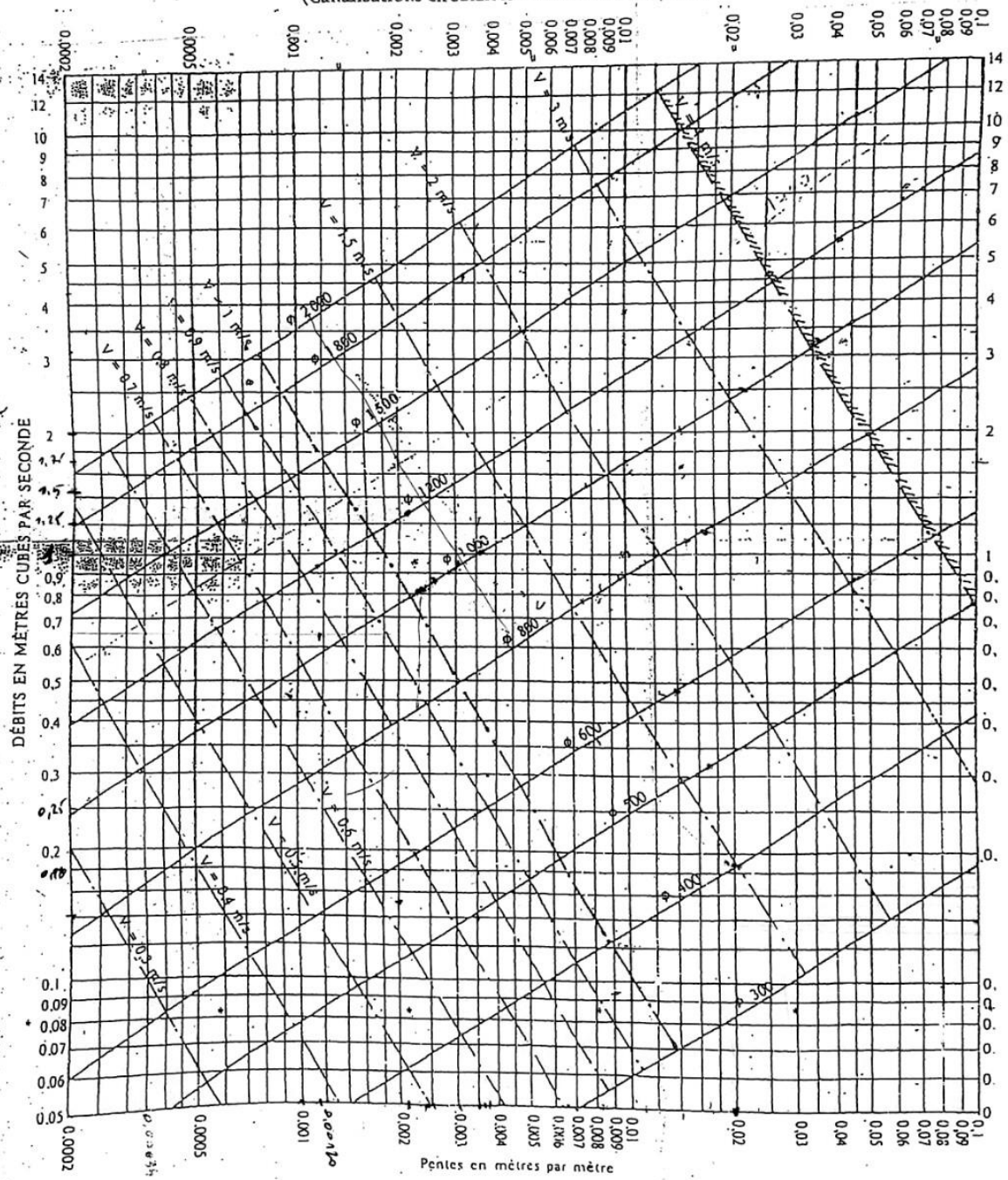
Les nouvelles collecteurs

Les collecteurs à changer

Les collecteurs à ne pas changer

# Annexe II

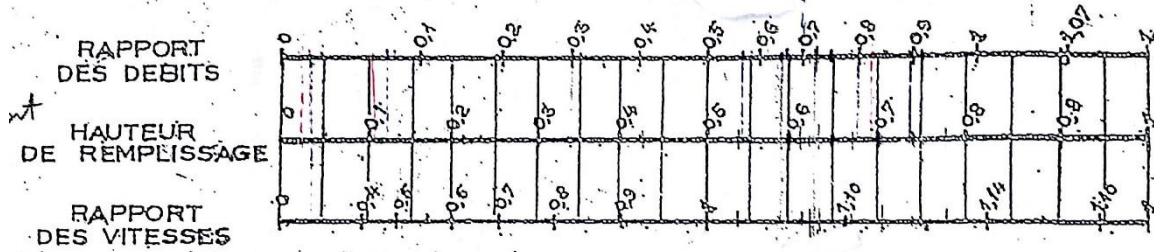
RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF  
(Canalisations circulaires – Formule de Bazin)



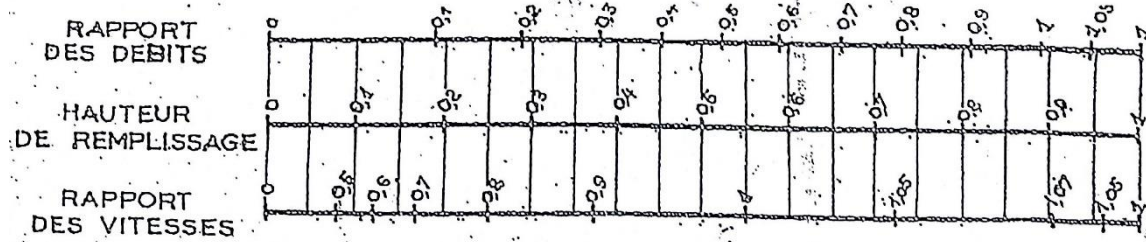
Abaque N°1 : Dimensionnement du réseau d'assainissement

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES  
 EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE  
 (d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux  $\frac{3}{10}$ , le débit est les  $\frac{2}{10}$  du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les  $\frac{78}{100}$  de la vitesse correspondant au débit à pleine section

Abaque N°2 : Variation de la vitesse en fonction de la hauteur de remplissage