

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – M'SILA**



**Faculté de Technologie**

**Département d'Hydraulique**

**Mémoire présenté pour l'obtention du  
diplôme De Master**

**Filiere : Hydraulique  
Option : Hydraulique urbaine**

**Par : ZOUBIRI Fatima Zohra**

**Intitulé :**

**Etude du diagnostic d'un réseau d'assainissement.  
Cas des lotissements -Est de Mouilha  
Dans la Commune de Msila**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Mr HASBAIA Mahmoud  
Mr HAMIDOU Mohamed  
Mr SAHLI Youcef

Université de M'sila  
Université de Msila  
Université de M'sila

Président  
Examineur  
Encadreur

**Année universitaire : 2022/2023**

# Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon Encadreur, Monsieur **SAHLI Youcef**. Je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je remercie mes très chers parents, Ibrahim, Aicha, qui ont toujours été là pour moi. Je remercie ma sœur Rekia, ma nièce Amina, mes frères Zoubir et Aymen pour leurs encouragements.

Enfin, je remercie mes amies Zakia et Khaoula, qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

**ZOUBIR FATIMA ZOHRA**

# Dédicaces

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **Ibrahim**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Aicha**.*

*A ma chère sœur **Rekia** et ma nièce **Amina** qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A ma grand-mère **Zahra**, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant, Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

**ZOUBIR / FATIMA ZOHRA**

**Résumé :**

L'objectif de notre travail dans ce mémoire de fin d'étude est savoir faire une étude de diagnostic d'un réseau d'assainissement existant, qui commencera par un diagnostic superficiel consacré à connaître l'état physique des ouvrages d'assainissement. Nous avons passé par la suite au diagnostic approfondie; consacré à la vérification du fonctionnement hydraulique du réseau existant. Les résultats nous renseignent sur l'état du réseau avec des recommandations à faire pour sa réhabilitation.

**ABSTRACT :**

The objective of our work in this final thesis is to know how to make a diagnostic study of an existing sanitation network, which will begin with a superficial diagnosis devoted to knowing the physical condition of sanitation works. We then moved on to the in-depth diagnosis; dedicated to the verification of the hydraulic operation of the existing network. The results tell us about the state of the network with recommendations to be made for its rehabilitation.

**ملخص :**

ان الهدف من عملنا في هذه الأطروحة النهائية هو معرفة كيفية إجراء دراسة تشخيصية لشبكة الصرف الصحي الحالية والتي ستبدأ بتشخيص سطحي مخصص لمعرفة الحالة المادية لأعمال الصرف الصحي ثم انتقلنا إلى التشخيص المتعمق. مخصص للتحقق من التشغيل الهيدروليكي للشبكة الحالية. تخبرنا النتائج عن حالة الشبكة مع التوصيات التي يتعين تقديمها لإعادة تأهيلها

# Sommaire

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre 1 : Généralités sur l'assainissement</b>	
1.1 Introduction :.....	3
1.2 Historique de l'évolution des systèmes d'assainissement : .....	3
1.3 Objectif de l'assainissement : .....	4
1.4 Choix du type du réseau :.....	4
1.4.1 Les bases du choix d'un réseau d'assainissement : .....	4
1.4.2 Type des réseaux d'assainissement :.....	4
A. système unitaire : .....	5
B. Système séparatif :.....	6
C. Système pseudo-séparatif (Mixte) :.....	7
1.4.3 Le choix du type des réseaux:.....	7
1.5 Les étapes d'un projet d'assainissement :.....	8
1.6 Eléments constitutifs d'un réseau d'assainissement : .....	9
1.6.1 Les ouvrages de transport :.....	10
1.6.2 Les ouvrages annexes : .....	10
1.7 Choix du type de canalisation :.....	10
1.8 L'assainissement en Algérie : .....	10
1.9 L'assainissement dans le monde :.....	11
1.10 Conclusion: .....	11
<b>Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude</b>	
2.1 Introduction :.....	12
2.2 Situation géographique de M'sila : .....	12
2.3 Situation géographique de la zone d'étude :.....	13
2.4 Situation topographique du site de l'étude :.....	14
2.5 Equipements existants et futurs : .....	14
2.6 Situation démographique : .....	15
2.7 Données naturelles du site : .....	15
2.7.1 Structure géologique :.....	15
2.7.2 Effets climatiques : .....	16

A. Température :.....	16
B. Pluviométrie :.....	16
C. Humidité :.....	17
2.8 Conclusion : .....	17

### **Chapitre 3 : Etude hydrologique relative à la région d'étude**

3.1 Introduction :.....	18
3.2 Choix de la période de retour :.....	18
3.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations :[10].....	18
3.3.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement : [2] .....	19
A. Analyse des données statistiques :.....	19
B. Choix de la loi d'ajustement :.....	22
3.3.2 Calcul des paramètres de la loi choisie :.....	22
A. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :.....	22
B. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton :.....	26
3.4 Calcul de l'intensité de pluie de 15min de durée et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :.....	29
a- D'après la loi de GUMBEL :.....	29
b- D'après la loi de GALTON :.....	29
3.5 Interprétation des graphes (3.1 et 3.2) : .....	29
3.6 Conclusion : .....	30

### **Chapitre 4 : Diagnostic superficiel (Pré-diagnostic) du réseau d'assainissement existant**

4.1 Introduction :.....	31
4.2 Objectif du diagnostic superficiel (pré-diagnostic) : .....	31
4.2.1 Diagnostic des conduites : .....	31
4.2.1.1 Facteurs Pro vocatifs de l'encrassement des conduites:.....	32
A. Facteurs de comportement de la ville :.....	32
B. Facteurs de fonctionnement :.....	32
C. Facteurs de gestion : .....	32
4.2.1.2 Effet de l'encrassement sur le fonctionnement des réseaux :.....	32
4.2.1.3 Solutions au phénomène d'encrassement :.....	33
A. Solution préventives pour éviter l'encrassement :.....	33
B. Solution curative pour le phénomène l'encrassement : .....	33
4.2.2 Diagnostic superficiel des ouvrages annexes : .....	33

4.2.3 Les étapes à suivre pour effectuer diagnostic superficiel des réseaux : [11].....	33
4.2.4 Synthèse du pré diagnostic : .....	34
4.3 Aperçu général du réseau d'assainissement existant du site d'étude : .....	35
4.4 Etat du système d'assainissement existant : .....	35
4.4.1 Etat des regards : .....	35
4.4.2 Etat des bouches d'égout : .....	36
4.5 Résultats du diagnostic superficiel du réseau d'assainissement existant: .....	37
4.5.1 Etat physique des conduites:.....	37
4.5.2 Etat physique des bouches d'égout (Avaloirs):.....	38
4.5.3 Etat physique des Regards: .....	38
A. Etat physique des Regards de la Zone 1:.....	39
B. Etat physique des Regards de la Zone 2: .....	40
C. Etat physique des Regards de la Zone 3: .....	41
4.6 Conclusion: .....	42

## **Chapitre 5 : Estimation des débits des eaux usées**

5.1 Introduction : .....	44
5.2 L'objectif de l'estimation des débits d'eaux usées : .....	44
5.3 Les différents types d'eaux usées : .....	44
A. Eaux usées domestiques : .....	44
B. Eaux des établissements publics : .....	45
C. Eaux industrielles : .....	45
D. Eaux de ruissellement : .....	45
E. Eau parasitaire : .....	45
5.4 Evaluation des débits de pointe (Qp) des eaux usées : .....	45
5.4.1 Eaux usées domestiques : .....	45
5.4.2 Eaux usées des établissements publics : .....	46
5.5 Estimation des débits d'eaux usées : .....	46
5.5.1 Evaluation de la population à l'horizon 2048 : .....	46
5.5.2 Estimation des débits d'eau usée des établissements publics : .....	47
5.5.3 Estimation des débits d'eaux usées domestiques : .....	49
5.5.3.1 Débit moyen journalier : .....	49
5.5.3.2 Débit de pointe : .....	50
A. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin : .....	51

B. Calcul de la densité : .....	51
5.6 L'état actuel : .....	52
5.7 L'état futur : .....	58
5.8 Conclusion : .....	66

### **Chapitre 6 : Diagnostic approfondi du réseau d'assainissement existant**

6.1 Introduction : .....	67
6.2 Objectif du diagnostic approfondi : .....	67
6.3 Les étapes à suivre pour effectuer diagnostic approfondi du réseau d'assainissement :[3] .....	67
6.4 Méthodes et formules utilisées pour l'estimation des débits des pluviales:.....	68
6.4.1 Intensité de pluie dans un bassin versant : .....	68
6.4.2 Méthodes de calcul utilisées : .....	69
6.4.2.1 Méthode Rationnelle : .....	69
6.4.2.2 Méthode Superficielle (CAQUOT) : .....	71
6.5 Méthodes et formules de dimensionnement d'un réseau d'assainissement des eaux pluviales ou unitaire : .....	74
6.5.1 La méthode Rationnelle : .....	74
6.5.2 La méthode de Caquot : .....	76
6.6 Conclusion : .....	83

### **Chapitre 7 : Devis quantitatif et estimatif après diagnostic**

7.1 Introduction : .....	85
7.2 Etapes de calcul du coût de réhabilitation : .....	85
A) Calcul de volume du remblai (Vr) : .....	86
B) Evacuation des terres en excès : .....	86
C) Calcul de volume du lit du sable : $V_{ls} = e.L.l$ .....	87
D) Volume occupé par les conduites : .....	87
E) Volume d'enrobage : .....	87
F) Volume évacué : .....	87
7.3 Exécution des travaux : .....	88
A) Exécution des fouilles : .....	88
B) Pose de canalisation : .....	88
C) Remblais des feuilles et compactage : .....	89
C1) Remblais des fouilles : .....	89

C2) Captage des fouilles :.....	89
D. Exécution des regards : .....	89
7.4 Conclusion :.....	92
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>93</b>
<b>Bibliographie : .....</b>	<b>94</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>95</b>

## Liste des tableaux

N° du Tableau	Titre	Page
Tableau 2.1	Situation démographique de la zone d'étude	15
Tableau 2.2	Température Max, Min, Moyenne	16
Tableau 2.3	La pluviométrie	16
Tableau 2.4	L'humidité	17
Tableau 3.1	Précipitations mensuelles et maximales journalières à la station de CHELLAL	20
Tableau 3.2	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	25
Tableau 3.3	Caractéristiques de l'échantillon	26
Tableau 3.4	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	28
Tableau 4.1	Etat des Regards de la Zone 1	39
Tableau 4.2	Etat des Regards de la Zone 1	40
Tableau 4.3	Etat des Regards de la Zone 1	41
Tableau 5.1	Estimation de la population	47
Tableau 5.2	Inventaire des équipements actuels et futur	48
Tableau 5.3	Découpage de la zone d'étude	51
Tableau 5.4	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 1)	52
Tableau 5.5	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 2)	53
Tableau 5.6	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 3)	54
Tableau 5.7	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 1)	54
Tableau 5.8	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 2)	55
Tableau 5.9	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 3)	56
Tableau 5.10	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées des équipements pour chaque sous bassin	57
Tableau 5.11	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 1)	58
Tableau 5.12	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 2)	59
Tableau 5.13	Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 3)	60
Tableau 5.14	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 1)	61
Tableau 5.15	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 2)	62
Tableau 5.16	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 3)	63
Tableau 5.17	Evaluation des débits de pointe d'eaux usées des équipements pour chaque sous bassin	64
Tableau 6.1	les formules de Qp	72
Tableau 6.2	Formules utilisées dans la méthode de CAQUOT	73
Tableau 6.3	Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 1	79

### Suite (liste des tableaux)

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau 6.4	Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 2	80
Tableau 6.5	Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 3	81
Tableau 6.6	Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 1)	82
Tableau 6.7	Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 2)	82
Tableau 6.8	Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 3)	83
Tableau 7.1	Estimation du coût des conduites	90
Tableau 7.2	Estimation du coût des déblais	90
Tableau 7.3	Estimation du coût des remblais	90
Tableau 7.4	Estimation du coût de l'enrobage	91
Tableau 7.5	Estimation du coût de lit de sable	91
Tableau 7.6	Estimation du coût de projet (réhabilitation)	91

## Liste des figures

<b>N° de la figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Figure 1.1	Schéma de principe d'un réseau unitaire	5
Figure 1.2	Schéma de principe d'un réseau séparatif	6
Figure 1.3	Schéma de principe d'un système pseudo-séparatif	7
Figure 2.1	Situation géographique de la ville de M'sila	13
Figure 2.2	Situation géographique de la zone d'étude	13
Figure 2.3	Histogramme de la variation de la pluviométrie	16
Figure 3.1	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL	26
Figure 3.2	Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	28
Figure 4.1	Photos de quelques regards (02/05/2023)	36
Figure 4.2	Echantillon de bouches d'égout de la zone d'étude (02/05/2023)	36
Figure 4.3	Ouvrage annexes obstrués causant une stagnation des eaux pluviales des pluies de ce mois de mai (29/05/2023)	37
Figure 4.4	Plan d'occupation du sol	43
Figure 6.1	Courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence)	68
Figure 6.2	Délimitation des BV de la zone 1	77
Figure 6.3	Plan d'assainissement de la zone 1 après diagnostic	84

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

## **Introduction générale**

Après une durée de fonctionnement d'un réseau d'assainissement, une étude de diagnostic s'impose pour détecter les défaillances dans le réseau et apporter des solutions nécessaires. Le fait que notre zone d'étude se trouve dans la commune de M'sila; qui est caractérisée par des extensions en matière d'urbanisme suite à un accroissement démographique, cela contribue à plus de raccordement dans le réseau qui peut nécessiter une vérification de sa capacité d'évacuation.

L'objectif de notre étude est d'une part de détecter toutes les anomalies du réseau d'assainissement existant et de proposer des solutions techniques afin d'assurer l'évaluation rapide et sans stagnation des eaux usées et pluviales, qui peuvent submerger ou incommoder les lieux d'habitation, d'autre part, la projection et le dimensionnement des collecteurs ainsi que les ouvrages annexes.

Le principe d'une étude de diagnostic est de procéder au diagnostic préliminaire qui consiste à vérifier l'état physique des ouvrages d'assainissement du réseau existant ; il est appelé un pré-diagnostic. L'étape suivante est la vérification du fonctionnement hydraulique du réseau appelé souvent le diagnostic approfondie.

Tous les rejets d'assainissement engendrent une pollution de l'eau avec tous les risques que cela comporte sur le plan d'hygiène et de la protection de l'environnement, pour cela les eaux usées doivent être acheminés vers la station d'épuration et les eaux pluviales doivent être rejetées dans les points de rejets bien choisis .

Notre étude de diagnostic du réseau d'assainissement sera établit selon les étapes suivantes :

- Un rappel sur les notions d'assainissement qui sera consacré à des définitions et des normes appliquées dans l'étude, la réalisation et l'exploitation des réseaux d'assainissement ;
- Description de la zone d'étude qui sera consacrée à la situation géographique, inventaire des établissements existant dans la zone d'étude et d'autres informations utiles à notre étude ;
- L'occupation du sol actuelle et future de la zone d'étude dont l'horizon d'étude est 2048, qui seront suivi par l'estimation des débits eaux usées (habitations et équipements public) ;
- Une étude hydrologique pour connaître l'intensité moyenne de la pluie dans cette région ;
- Etablir un inventaire des ouvrages d'assainissement existants avec analyses constats sur leurs états (diagnostic superficiel).
- Procéder par la suite au calcul des débits des eaux pluviales en fonction de la délimitation des sous bassins versants comme première étape du diagnostic approfondie;
- Entamer le redimensionnement du réseau d'assainissement existant en tenant compte des débits calculés et des résultats du pré-diagnostic;
- Etablir les plans d'assainissement et profils en long nécessaires ;
- Justifier les points de rejets utilisés et donner les recommandations nécessaires ;
- Elaborer un devis quantitatif et estimatif du diagnostic afin de procéder à sa réhabilitation.
- Enfin, une conclusion générale résumant les résultats de notre travail.

# **Chapitre 1**

## **Généralités sur l'assainissement**

### Chapitre 1 : Généralités sur l'assainissement

#### 1.1 Introduction :

Le but de l'assainissement est de s'assurer que toutes les eaux pluviales et les eaux usées sont évacuées et rejetées dans des points de rejet d'une manière conforme aux exigences de santé publique et environnementales. L'assainissement est une action qui s'intéresse à l'élimination hygiénique des eaux usées (domestique et industrielles), de manière à éviter les dangers qui peuvent devenir une source de contamination et de pollution du milieu.

#### 1.2 Historique de l'évolution des systèmes d'assainissement : [1]

Durant le siècle précédent, la politique d'assainissement (loi sur le « tout à l'égout » de 1894) consistait essentiellement en une évacuation rapide des eaux usées et pluviales le plus possible des zones agglomérées.

Dès 1970, la croissance rapide de la population urbaine (22% en 1950, 75% en 1970) rend la situation critique. En effet le développement rapide de l'urbanisation des villes à leur périphérie a entraîné une forte augmentation des surfaces imperméabilisées ce qui accru considérablement les volumes et débits ruisselés entraînant ainsi une insuffisance des exutoires. On a donc assisté à une surcharge progressive de réseaux existants et à une augmentation du risque d'inondation. Si la solution traditionnelle de réseaux d'assainissement est une bonne réponse sur le plan de l'évacuation des eaux, elle a sa limite et présente de nombreux inconvénients sur le cycle naturel de l'eau (augmentation des débits vers les rivières entraînant une manque d'eau vers les nappes, une saturation des exutoires, ...). Devant l'impasse à laquelle conduisait l'assainissement pluvial classique, il a fallu innover. Pour cela on a fait appel à des techniques alternatives basées essentiellement sur un stockage temporaire des eaux de pluie permettant de retarder l'écoulement avant l'exutoire ou d'infiltrer au maximum. Pour atteindre cet objectif,

## 1.3 Objectif de l'assainissement : [12]

L'assainissement a pour objectif de protéger la santé et la salubrité publique ainsi que l'environnement contre les risques liés aux rejets des eaux usées, notamment domestiques. En fonction de la concentration de l'habitat et des constructions, l'assainissement peut être collectif ou non collectif.

- En matière d'assainissement collectif : Il s'agit d'engager les actions et projets nécessaires afin d'assurer le contrôle des raccordements au réseau public, la collecte, le transport et l'épuration des eaux usées, ainsi que l'élimination des boues produites.
- En matière d'assainissement non collectif : Il s'agit de contrôler la conformité des installations privées dans les zones non raccordées au réseau collectif.

## 1.4 Choix du type du réseau :

Parmi les différents réseaux d'assainissements réalisés pour desservir les agglomérations, on cite les cinq les plus répandus à savoir :

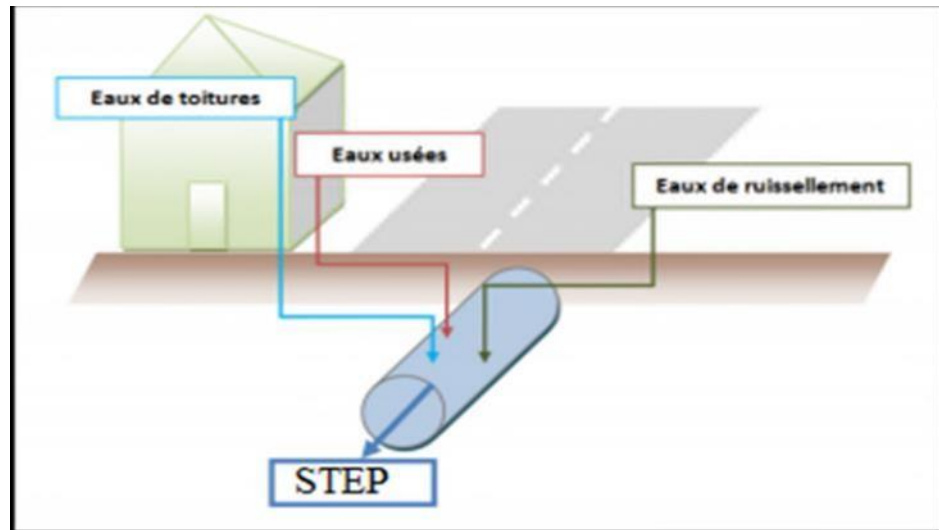
### 1.4.1 Les bases du choix d'un réseau d'assainissement :

La conception des réseaux d'assainissement se base sur quatre principes :

- a- Un écoulement gravitaire le long de la trajectoire.
- b- Le choix de type de canalisation et le respect de leurs fourchettes (pas faible pour éviter la stagnation et pas forte pour protéger les parois contre l'effet des frottements)
- c- Le choix économique
- d- L'impact sur l'environnement.

### 1.4.2 Type des réseaux d'assainissement :

Parmi les réseaux existants on cite :

**A. système unitaire :**

**Figure 1.1** : Schéma de principe d'un réseau unitaire. [11]

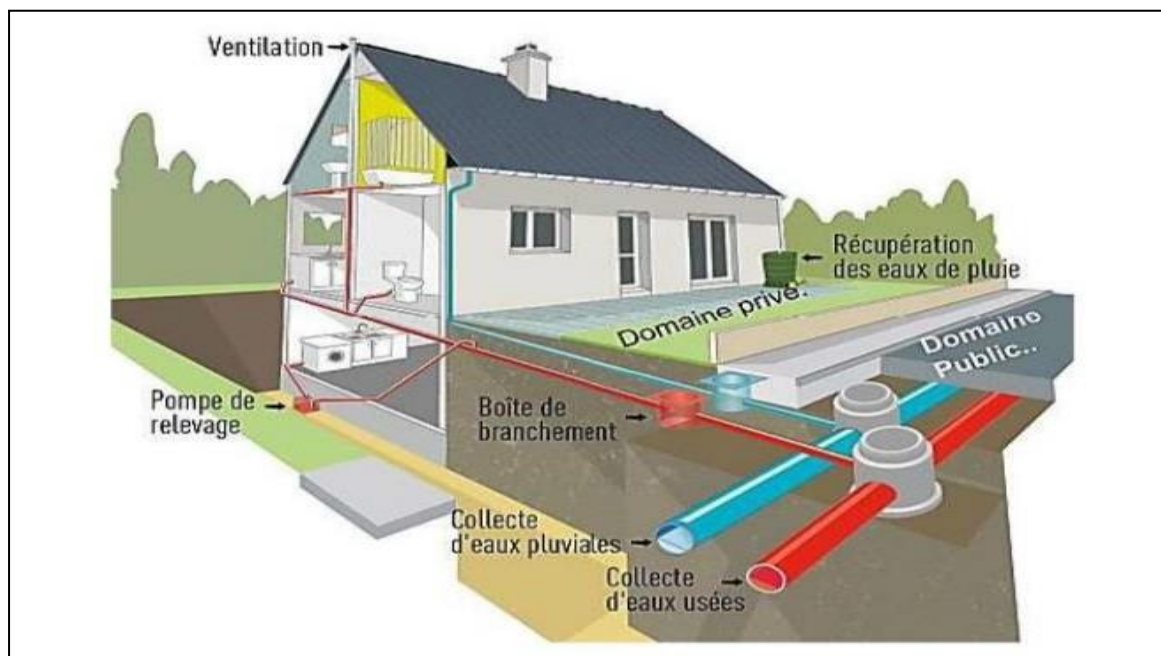
Le système unitaire est l'héritage du « tout-à-l'égout », né vers 1830 à la suite des épidémies et du mouvement hygiéniste, dont la doctrine était « qu'on lave tout et qu'on évacue le tout à l'égout ». La notion de « tout-à-l'égout » est aujourd'hui à proscrire, car elle suggère que tout et n'importe quoi peut être rejeté dans le réseau d'assainissement unitaire. L'ensemble des eaux usées et pluviales est évacué par un réseau unique, généralement équipé de déversoirs d'orage.

Le système unitaire s'impose de fait lorsqu'il n'ya plus de possibilité de concevoir économiquement un réseau séparatif et une reprise des branchements particuliers.

Par ailleurs, si l'agglomération d'importance moyenne est située en bordure d'un cours d'eau important à très gros débit d'étiage, susceptible de recevoir d'un réseau des quantités d'eau peu polluées, le déversement des eaux n'est pas gênant, par la suite de la dilution que provoque le débit du cours d'eau. On peut créer des réservoirs d'orage rendant possible des réductions de section des collecteurs en aval de la ville. Néanmoins, la sensibilité du milieu naturel, non seulement en termes de qualité physico-chimique des eaux, mais aussi en termes d'impact sur la vie aquatique doit être prise en compte. Le système

unitaire présente l'avantage de la simplicité, puisqu'il suffit d'une canalisation unique dans chaque bloc d'immeuble ou parcelle, sans souci de conformité. Il fournit également l'avantage de collecter les eaux de « petites pluies » fortement souillées, qui représentent 90% des événements pluviométriques, et de les traiter en station d'épuration. Il présente, toutefois, un inconvénient majeur qui consiste en des déversements parfois intempestifs qu'il convient de gérer au plus juste.

### B. Système séparatif :



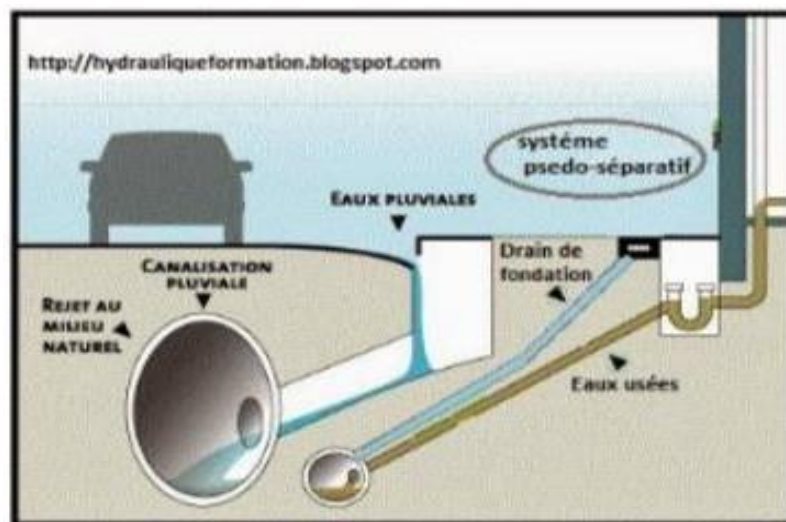
**Figure 1.2:** Schéma de principe d'un réseau séparatif [11]

Le système séparatif consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents. Un réseau est affecté à l'évacuation des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et des effluents industriels, sous la condition qu'ils aient des caractéristiques analogues aux eaux usées domestiques. Un autre réseau assure l'évacuation des eaux pluviales directement rejetées dans le milieu récepteur. L'origine du système séparatif est liée à la création des stations d'épuration : l'on pensait alors les alimenter des seules eaux usées

domestiques, sans eaux parasites et sans mauvais branchements. Le système séparatif est celui adopté par un grand nombre de petites et moyennes agglomérations, mais c'est surtout celui choisi pour les extensions des villes, qui constituent de véritables appendices sur le réseau initial, souvent en système unitaire, créant ainsi un système hybride (dont le détail de fonctionnement sera présenté en paragraphe). On l'adopte également lorsque le réseau d'égout existant dans la ville-centre doit reprendre l'extension nécessitée par les zones résidentielles en voie de création.

### C. Système pseudo-séparatif (Mixte) :

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en Partie en système unitaire et en partie en système séparatif.



**Figure 1.3** : Schéma de principe d'un système pseudo-séparatif [11]

### 1.4.3 Le choix du type des réseaux:

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- ✚ L'aspect économique: Une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire.
- ✚ Il faut tenir compte les conditions de rejet.

- ✚ S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant .
- ✚ La topographie du terrain naturel.

Le réseaux unitaire est généralement le plus économique vu que l'évacuation des eaux usées et les eaux potables se font dans la même conduite, ce qui nous permet d'économiser le coût d'investissement initial dans le réseau usé domestique et industriel, et par conséquent sur le volume des tranchées et des remblais, contrairement au réseau séparatif qui nécessite deux réseaux indépendants plus d'investissements mais qui nous permet de drainer un débit bien limité (débit des EU) vers les stations de traitement.

### 1.5 Les étapes d'un projet d'assainissement :[13]

L'installation d'un dispositif d'assainissement est un projet complexe. Il se décompose en plusieurs phases et requiert l'implication de multiples acteurs. Aujourd'hui, nous allons vous lister les six étapes d'un projet d'assainissement.

#### ✚ **Etape 1 : Contacter un bureau d'étude pour réaliser une étude de la filière**

L'étude de la filière n'est pas systématiquement demandée. Pourtant, elle peut être obligatoire, et dans ce cas, il vaut mieux le savoir à temps.

Pour ce faire, vous devez vous adresser à un spécialiste de l'assainissement.

Le professionnel va déterminer la nature du sol, la pente et l'accessibilité du terrain, le type de logement, etc.

Grâce à ces éléments, il pourra déterminer le modèle du dispositif à privilégier, son dimensionnement et les travaux nécessaire pour sa mise en place.

#### ✚ **Etape 2 : Déposer un exemplaire de l'étude de sol**

Avant de commencer les travaux, vous devez remplir un formulaire de demande de projet d'assainissement non collectif.

Pour faciliter l'obtention de l'accord de ce service, il est recommandé de joindre à la demande le rapport de l'étude de la filière.

### **Etape 3 : Réaliser les travaux**

L'installation d'un système d'assainissement doit être réalisée par un spécialiste.

### **Etape 4 : Vérification des travaux par l'organisme de contrôle**

Avant de remblayer le système d'assainissement, vous devez fixer une heure de rendez-vous avec un représentant des services de contrôle désigné par le maître d'ouvrage.

### **Etape 5 : Entretenir le système d'assainissement non collectif**

L'entretien d'un système d'assainissement est à votre charge. La plupart des fabricants proposent de nos jours des contrats d'entretien annuel. C'est bien suffisant pour s'assurer du bon fonctionnement de votre dispositif.

Néanmoins, même si votre système fonctionne normalement, des boues vont toujours s'accumuler dans la cuve de décantation primaire au fil des années. Au bout d'un certain temps, il va donc falloir les extraire de la cuve. C'est aussi une opération qui doit être réalisée par un professionnel.

### **Etape 6 : Contrôler le fonctionnement et l'entretien du dispositif**

Enfin, le service d'exploitation va effectuer des contrôles réguliers pour s'assurer que votre dispositif est en bon état et qu'il est entretenu correctement.

Lors du passage du service d'exploitation, vous pouvez donc présenter l'historique de toutes les interventions effectuées sur votre dispositif. Cela ne fera que faciliter les tâches du spécialiste.

## **1.6 Eléments constitutifs d'un réseau d'assainissement :**

Un réseau d'assainissement est constitué de deux types d'ouvrages:

- Les ouvrages de transport des eaux.
- Les ouvrages annexes.

### 1.6.1 Les ouvrage de transport :

C'est un réseau d'ouvrages principalement souterrain ou peut être ouverts.  
Nous allons définir ces ouvrages par leurs formes et les matériaux qui les constituent.

### 1.6.2 Les ouvrages annexes :

Ils se distinguent par deux types :

- Les ouvrages systématiques ;
- Les ouvrages particuliers

### 1.7 Choix du type de canalisation :[11]

Pour faire le choix des différents types des conduites on doit tenir compte :

- Pentes du terrain ;
- Diamètres utilisés ;
- La nature du sol traversé ;
- La nature chimique des eaux usées ;
- Efforts extérieurs dus au remblai.

### 1.8 L'assainissement en Algérie :[7]

Historiquement, en Algérie, l'assainissement a toujours fait partie des missions relatives au domaine de l'hydraulique et sa gestion est restée indissociable de celle de l'alimentation dans l'eau potable. De ce fait, l'assainissement a été très longtemps considéré comme un problème secondaire, ce qui a entraîné une mauvaise gestion du réseau et des équipements, notamment celui des stations d'épuration.

L'assainissement reste hygiéniste de l'assainissement, pour réseau, puisqu'il est très rarement considéré dans sa dimension environnementale.

Parmi les établissements de l'assainissement en Algérie :

- **ONA** (office national de l'assainissement)
- **SEAAL** (Société des Eaux et d'Assainissement d'ALger )

### **1.9 L'assainissement dans le monde :[14]**

Le monde est en retard alarmant pour fournir des services d'assainissement pour tous d'ici 2030. Malgré les progrès réalisés ces dernières années en matière de couverture mondiale de l'assainissement, plus de la moitié de la population mondiale, soit 4,2 milliards de personnes, utilise des services d'assainissement qui ne traitent pas les déchets humains, menaçant ainsi la santé humaine et l'environnement. Ce rapport présente l'état de l'assainissement dans le monde d'aujourd'hui et vise à accroître la sensibilisation aux progrès accomplis dans la réalisation des cibles des objectifs de développement durable en matière d'assainissement et à identifier les possibilités de relever les défis qui subsistent. Il appelle les États Membres du système des Nations Unies et les partenaires à relever d'urgence ces défis dans le cadre du Cadre mondial d'accélération. (UNICEF et OMS, novembre 2020).

### **1.10 Conclusion:**

Ce chapitre nous permet d'avoir un aperçu sur l'assainissement sur plusieurs volets, des divers systèmes composants les réseaux d'évacuation. Afin d'assurer une durée de vie raisonnable, une exploitation rationnelle du réseau d'assainissement est nécessaire. Il est nécessaire de faire un choix des conduites qui le constituent et ceci selon la forme et le matériau par lequel elles sont construites.

## **Chapitre 2**

# **Présentation de la zone d'étude**

## Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

### 2.1 Introduction :

Avant de commencer tout projet d'assainissement, l'étude de site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent la conception de ce projet.

En effet, chaque site présente des spécificités liées à l'assainissement, à savoir :

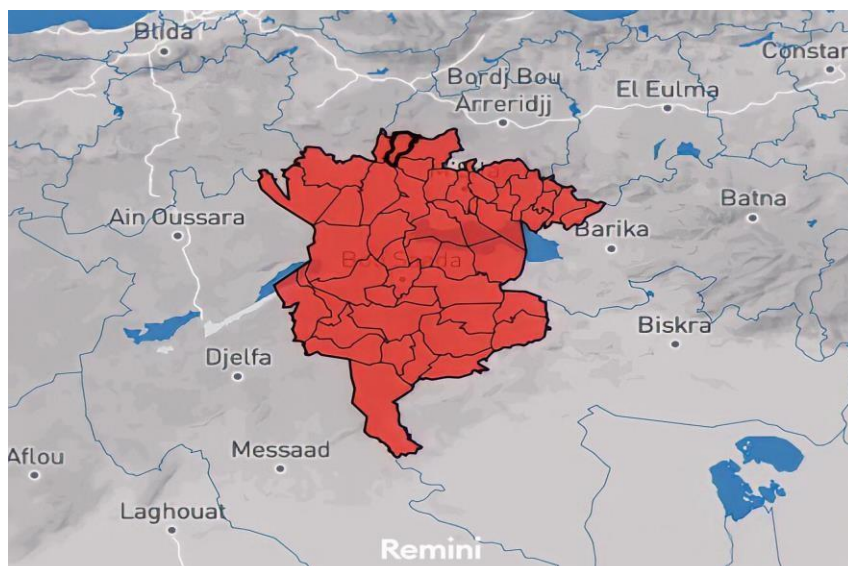
- Les données naturelles du site (topographie, climat, etc.).
- Données relatives à l'agglomération.
- Données relatives au développement futur de l'agglomération.
- Données spécifiques à l'assainissement.

La présentation de l'agglomération est donc une phase importante pour toute étude du diagnostic d'un réseau d'assainissement particulièrement en zone urbaine.

### 2.2 Situation géographique de M'sila :[15]

M'sila est située dans la partie centre-est de l'Algérie, à environ 250 km de la capitale Alger, d'une superficie de 18 175 km<sup>2</sup> et sa population estimée à 1 429 616 habitants (2022). M'sila est limité :

- Au nord-est, par Bordj Bou-Argeridj et Sétif,
- Au nord-ouest, par Médéa et Bouira.
- A l'est, par Batna.
- À l'ouest, par Djelfa.
- Au sud-est, par Ouled Djellal.



**Figure 2.1** : Situation géographique de la ville de M'sila [15]

### 2.3 Situation géographique de la zone d'étude :

Le site de l'étude qui fait partie de la commune de M'sila située à son nord-ouest est d'une superficie de 96.0269 ha.

Cette zone est délimitée par la voie ferrée du côté sud, le campus universitaire du côté est, des logements collectifs du côté ouest et des terres vierges du côté nord réservés à la future extension de la ville.



**Figure 2.2** : Situation géographique de la zone d'étude [1]

## **2.4 Situation topographique du site de l'étude : [1]**

La topographie permet de mesurer toutes les caractéristiques d'un terrain afin de les représenter sur un plan. Selon nos besoins, de nombreux éléments peuvent être intégrés dans le rendu final : niveaux de terrain, routes, arbres, plans d'eau, bâtiments, collines...

Notre site d'étude se caractérise par une nature géographique semi-plate et une faible pente qui varie entre 0 et 5% et une altitude comprise entre 498 et 504 m au-dessus du niveau de la mer.

## **2.5 Equipements existants et futurs : [1]**

### **❖ Les équipements actuels prévus dans notre zone d'étude sont les suivants :**

- Une (01) école primaire,
- Une (01) mosquée,
- Une (01) salle de soins,
- Un (01) Siège de la sécurité urbaine,
- Un (01) Marché couvert.

### **❖ Les équipements à projeter dans notre zone d'étude vers l'horizon d'étude 2048 sont :**

- Cinq (05) écoles primaires ;
- Deux (02) collèges ;
- Deux (02) lycées ;
- Deux (02) crèches ;
- Trois (03) jardins pour enfants ;
- Un (01) centre de jeunesse ;
- Un (01) Salle multisports ;
- Un (02) terrains de sport ;
- Un (01) piscine ;
- Un (01) Centre culturel ;

- Un (01) Libraire ;
- Deux (02) mosquées ;
- Deux (02) marchés couverts ;
- Une (01) Clinique ;
- Un (01) centre commercial ;
- Deux (02) centres de santé ;
- Un (01) Centre des postes et télécommunications ;
- Un (01) Siège de la Protection civile ;
- Quatre (04) branches administratives.

## 2.6 Situation démographique :

La démographie est l'étude quantitative des populations humaines et de leur dynamique, basée sur leurs composantes. Le paramètre population est nécessaire à connaître pour pouvoir estimer le débit d'eau usée du site étudié.

**Tableau 2.1** : Situation démographique de la zone d'étude [10]

Année	Nombre d'habitants	Taux d'augmentation (%)
2023	11982	2.5
2048	22214	2.5

## 2.7 Données naturelles du site :

### 2.7.1 Structure géologique : [1]

La géologie examine certaines des questions les plus importantes de la société d'aujourd'hui, notamment les sources d'énergie et la durabilité, le changement climatique, les impacts des développements sur l'environnement, la gestion de l'eau, les ressources minérales et les risques naturels.

## 2.7.2 Effets climatiques :

### A. Température :

La température moyenne mensuelle est estimée à 17,5 ° C, tandis que la température maximale est de 40 ° C, enregistrée en juillet et la valeur minimale est de 4,6 ° C en janvier.

**Tableau 2.2 : Température Max, Min, Moyenne.[1]**

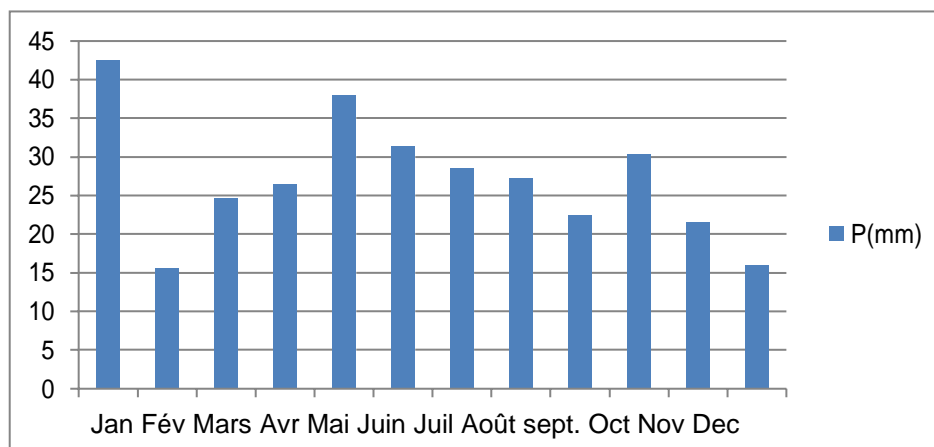
Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	sept	Oct.	Nov.	Dec.
Max °C	12,3	14,3	17,2	22	30,7	38,1	40	39,4	35,1	27,3	18,1	10,1
Min °C	4,6	7,4	8,2	10,5	10	11,8	18,2	16,1	12,1	8,5	9,7	7,8
Moy °C	8,45	10,8	12,7	12,5	20,3	24,9	29,1	27,7	23,6	17,9	13,9	8,95

### B. Pluviométrie :

La pluviométrie est une donnée essentielle pour le dimensionnement d'un réseau d'assainissement qui vise à prévenir les inondations causées par les eaux pluviales.

**Tableau 2.3 : La pluviométrie [1]**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	sept.	Oct	Nov	Dec
P(mm)	42.5	15.6	24.6	26.4	38	31.4	28.5	27.2	22.4	30.4	21.5	16



**Figure 2.3 : Histogramme de la variation de la pluviométrie [1]**

### C. Humidité :

Dans ce tableau, nous observons que l'humidité maximale est estimée à 69 % en février, tandis que l'humidité minimale est de 32 % pendant le mois de juillet, ce qui nous donne une humidité annuelle moyenne de 54 %.

**Tableau 2.4 : L'humidité [1]**

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	sept.	Oct	Nov	Dec
Humidité (%)	68	69	62	61	50	40	32	38	44	56	63	63

### 2.8 Conclusion :

Dans cette partie nous avons présenté la situation géographique de M'sila en général, et de notre site d'étude en particulier. Ensuite, nous avons défini les équipements existants et futurs ainsi que les données nécessaires concernant notre site d'étude du point de vue topographie, climatologie et démographie

## **Chapitre 3**

# **Etude hydrologique relative à la région d'étude**

## Chapitre 3 : Etude hydrologique relative à la région d'étude

### 3.1 Introduction :

Les ouvrages d'assainissement doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations causées par la pluie.

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 » ou sa période de retour « T = 1/F ».

L'estimation des débits des eaux pluviales a pour objectif de pouvoir dimensionner le réseau d'assainissement et les ouvrages annexes (déversoir d'orage, bassin de retenue ...) ainsi que les conditions favorables à leur fonctionnement dans le temps.

### 3.2 Choix de la période de retour : [6]

La période de retour de suffisance du réseau d'assainissement est le résultat d'un compromis entre le coût de sa construction et celui de son entretien.

Elle est généralement prise égale à 10 ans, cette période est prise comme base de calcul.

### 3.3 Détermination de l'intensité moyenne des précipitations : [10]

L'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout.

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales qui se définissent par le rapport de la hauteur d'eau tombée et la durée  $\Delta t$ .

Soit :

$$i_m = \frac{dh}{dt}$$

Avec :

- $i_m$  : intensité moyenne en mm/h.
- $\Delta h$  : hauteur de pluie tombée pendant la durée  $\Delta t$ .

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.

- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

### **3.3.1 Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :** **[2]**

#### **A. Analyse des données statistiques :**

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station pluviométrique de Station de Chellal dont le code est : 050701, sur une période de fonctionnement de 1980 à 2005 qui a été fournie par l'ANRH de M'sila.

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations mensuelles et maximales journalières, de 25 ans.

**Tableau 3.1:** Précipitations mensuelles et maximales journalières à la station de CHELLAL.[1]

Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Pmax	Pjannulle
1980 - 1981	16,3	0	18,6	11	0	12,5	2,6	4,6	1,9	3,6	8,3	3,4	18,6	82,3
1981 - 1982	7,4	6,8	0	8,9	3,8	4,6	9,5	17,4	19,9	0	0	0	19,9	78,3
1982 - 1983	2,8	15,6	17,9	1,3	0	5,3	0	16,3	3,5	3,8	0	27,2	27,2	93,7
1983 - 1984	0	0	1,3	1,4	13,1	2,4	4,7	5,9	6,4	4,2	0	5,9	13,3	45,3
1984 - 1985	0	7,2	11,3	0,7	15,5	15,6	9,4	5,9	5,3	2,3	1,5	0	15,6	74,7
1985 - 1986	10,4	9,3	9,1	11	5,3	3,4	10,8	7,5	0	14,4	0	4,3	14,4	85,2
1986 - 1987	4,3	6,9	5,8	7,8	12,4	6,7	9,9	8,9	6,2	6,5	3,9	7,9	12,4	87,2
1987 - 1988	0	12,9	21,5	4,2	3,8	0	4,8	24,5	17,8	18,3	0	0	24,5	107,8
1988 - 1989	0	3,8	9,4	5,3	0	4,6	0	4,8	6,8	12,5	0	7,2	12,5	54,4
1989 - 1990	22,4	14,2	6,9	6,9	9,3	0	9,7	20,2	26,4	5,7	9,2	0	26,4	130,9
1990 - 1991	8,9	0	8,6	9,5	0	6,2	22,9	0	20,3	0	0	0	22,9	76,4
1991 - 1992	6,6	27,8	14,7	6,9	9,5	5,6	9,9	4,5	16,5	4,3	18,2	0	27,8	124,5
1992 - 1993	5,6	0	5,6	0,5	0	11,5	1,3	3,9	14	1,4	0	0,4	14	44,2
1993 - 1994	20,1	0	19,3	15	3,8	3,9	3,5	0	0	0	0	0	20,1	65,1
1994 - 1995	12,5	6,9	1,7	2,8	14,2	0,4	24,6	4,5	0	3,9	0	0	24,6	71,5
1995 - 1996	6,7	1,2	2,6	12	22,7	10,1	16,8	17,1	26,7	31,4	21,8	10,5	31,4	179,7
1996 - 1997	8	11	4	4,3	10	10,7	2,5	5,3	11	16,9	28,5	9	28,5	120,7
1997 - 1998	17	2,9	2,5	11	13,2	10,7	15,7	16,8	38	23,1	13,7	2,6	37,7	204,4
1998 - 1999	12,5	1,2	13,1	6,8	11,42	3,4	3,4	7	3,3	3,5	0	13,1	13,1	33,7
1999 - 2000	17,5	30,4	8,5	15	0	0	4,9	1,7	30,4	5,9	0	4,3	30,4	118,7
2000 - 2001	9	6,7	3,4	8,9	29	4	2,1	10,5	10,6	0	0	1,7	29	85,9
2001 - 2002	10,9	12,5	6,6	6,9	2,7	0	2,4	2,6	2,7	7,9	1,8	3,3	12,5	60,3
2002 - 2003	7,9	6,3	5,4	6,8	42,5	7,4	1,3	5,1	9,3	9,1	1,9	0	42,5	103
2003 - 2004	11,2	22,6	13,1	11	0	1,7	13,1	26,4	29	7,1	4,5	8,9	29	148,2
2004 - 2005	12,6	8,1	14	16	8	10,3	11,9	3,5	0	6,7	5,6	1,9	15,6	98,2

- Les caractéristiques de cette série sont : [2]

- La somme des précipitations maximales journalières :

$$\sum_{i=1}^{n=27} X_i = 5639 \text{ mm}$$

- Moyenne des précipitations maximales journalières :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{5639}{25} = 225,6 \text{ mm}$$

N : le nombre d'années d'observations (N= 25 ans).

- Ecart type  $\sigma$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{27} (X_i - 22,56)^2}{25 - 1}}$$

Donc :

$$\sigma = 8,42 \text{ mm}$$

- Coefficient de variation:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{8,42}{22,56}$$

Donc :  $C_v = 0,37$

- *Exposant climatique :*

Il est donné par l'ANRH de M'sila:  $b = 0,33$

### B. Choix de la loi d'ajustement :

Les lois d'ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité - stationnarité sont réunies.

- Loi de Gumbel.
- Loi de Galton ou Loi Log Normale.

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

### 3.3.2 Calcul des paramètres de la loi choisie : [2]

#### A. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Gumbel :

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est :

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-x_0)}}$$

- $F(x)$  : Fréquence au dépassement de la valeur de  $x$ .
- $\alpha, x_0$  : Coefficients d'ajustement.
- $x_0$  : Paramètre de position (mode).
- $\alpha$  : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex ».

Par un changement de variable  $y = \alpha(x - x_0)$  donc la loi de GUMBEL s'écrit :

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

$y = \alpha(x - x_0)$  Est la variable réduite de Gumbel. Et

l'équation de la droite de GUMBEL est :

$$\left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0.$$

**Procédé d'ajustement :**

- Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de HAZEN qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n}$$

**m** : Numéro d'ordre.

**n** : Taille de la série.

- Calculer les caractéristiques empiriques de la série (moyenne, écart type ...).
- Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y = -[\ln(-\ln f(x))]$$

- Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.
- Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de GUMBEL dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n-25} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-25} (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n-25} (y_i - \bar{y})^2}}$$

$\bar{x}$  et  $\bar{y}$  : Sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y.

**- Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de GUMBEL :**

$$\frac{1}{\alpha} = \left( \frac{\sqrt{6}}{\pi} \right) \sigma_x = 0.78 * \sigma_x$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\alpha} = 0.78 * \sigma_x \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = 0.78 * 842 = 656 \text{ mm}$$

$\bar{y}$  Moyenne de la variable réduite de GUMBEL :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n=25} y}{n} = \frac{14.15}{25} = 0.56 \text{ mm}$$

$x_0$ : Représente l'ordonnée à l'origine :

$$x_0 = \bar{x} - \left(\frac{1}{\alpha}\right)\bar{y}$$

$$x_0 = 2256 - 656 * 0.56$$

$$\Rightarrow x_0 = 1888 \text{ mm}$$

Donc : la droite de GUMBEL devient :

$$x = 656 y + 1888$$

D'où :

$$P_{max}(P\%) = 656 y + 1888$$

- *Coefficient de corrélation :*

$$r = \frac{-\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} = 0.98$$

La corrélation est satisfaisante donc à partir du graphe nous tirons la précipitation maximale journalière pour une fréquence au non dépassement de 10%. Le tracé de la droite est représenté sur papier GUMBEL : (Voir graphe 3.1).

La variable réduite est égale à :

$$y = -\ln(-\ln F(90\%)) = 2.25$$

- **L'intervalle de confiance du quantile :**

$$P_{\max j 10\%} \Rightarrow p [26.6 < 33.5 < 40.4] = 95\% \quad (\text{voir tableau 3.1})$$

**- Résultats de l'ajustement par la loi de Gumbel :**

- GUMBEL (Méthode des moments)

Nombre d'observations : 25

**Quantiles :** $q = F(X)$  (probabilité au non dépassement) $T = 1 / (1-q)$ **Tableau 3.2:** Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

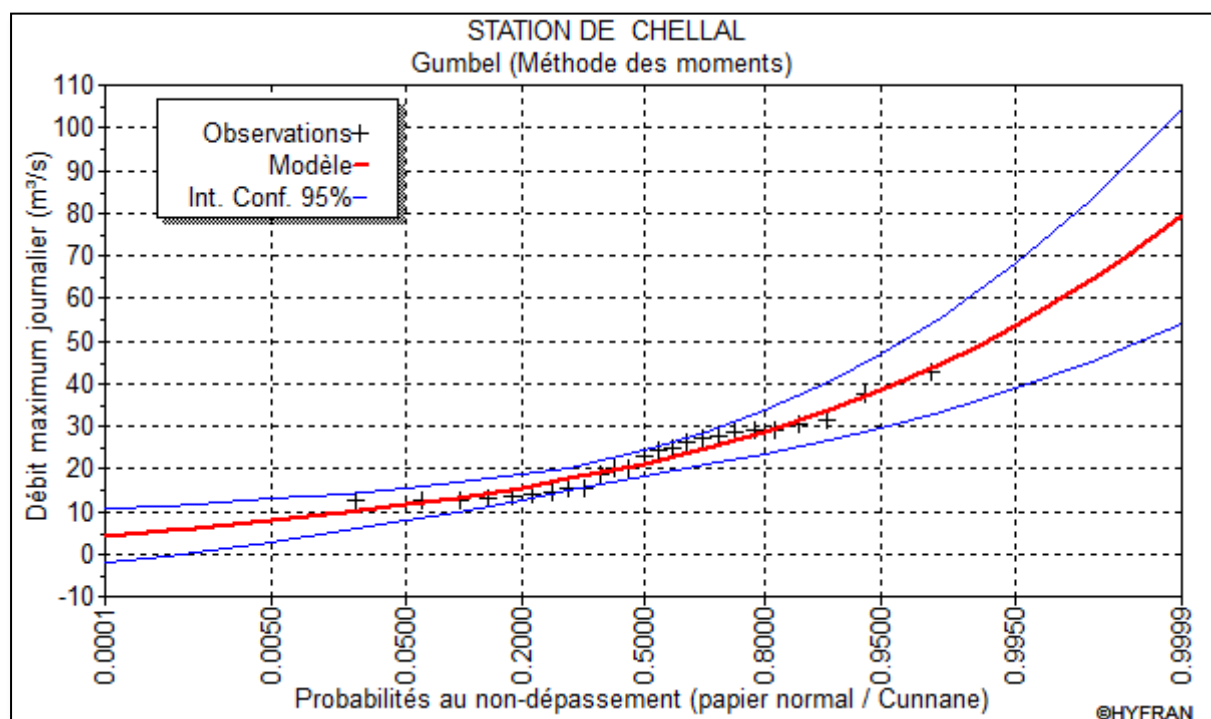
<b>T</b>	<b>q</b>	<b>XT</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Intervalle de confiance (95%)</b>
1000	0.999	64.1	9.74	45 - 83.2
200	0.995	53.5	7.55	38.7- 68.3
100	0.99	49	6.61	36 - 61.9
50	0.98	44.4	5.67	33.3 - 55.5
20	0.95	38.3	4.44	29.6-47
10	0.9	33.5	3.52	26.6-40.4
5	0.8	28.6	2.6	23.5-33.7
3	0.6667	24.7	1.96	20.8-28.5
2	0.5	21.2	1.55	18.1-24.2

Avec :

- **T** : période de retour (T=10ans).
- **Q** : probabilité au non dépassement.
- **XT** : précipitation maximale journalière

**Tableau 3.3** : Caractéristiques de l'échantillon

	Caractéristiques. de l'échantillon
Minimum	12.4
Maximum	42.5
Moyenne	22.65
Ecart-type	8.42
Médiane	22.9
Coefficient de variation (Cv)	0.37
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.52



**Figure 3.1: Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL**

### **B. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton :**

Une variable aléatoire a une distribution log normale lorsque  $y = \ln(x)$  est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais est rendue dissymétrique par un changement de variables. Sa fonction de répartition est donnée par :

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

**F(x)** : Fréquence au non dépassement.

- **La variable réduite est de la forme :**

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

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

$$\text{Log } x(p\%) = \text{Log } \bar{x} + \sigma \text{Log } u(p\%)$$

- **Procédé d'ajustement :**

a - Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).

b - Calcul de la fréquence expérimentale.

c - Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale  $\bar{x}$  et  $\sigma_{\text{Log } x}$

d - Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme  $\text{Log } \bar{x}$  et  $\sigma_{\text{Log } x}$ .

e - Report des valeurs sur papier GAUSS Logarithmique.

f - Détermination de la droite de Galton :  $\text{Log } x = \text{Log } \bar{x} + u\sigma_{\text{Log } x}$

g- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$xp \% = 10^{\text{Log } xp \%}$$

- **Résultats de l'ajustement par la loi de Galton :**

Log normale (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observations : 25.

- **Quantiles :**

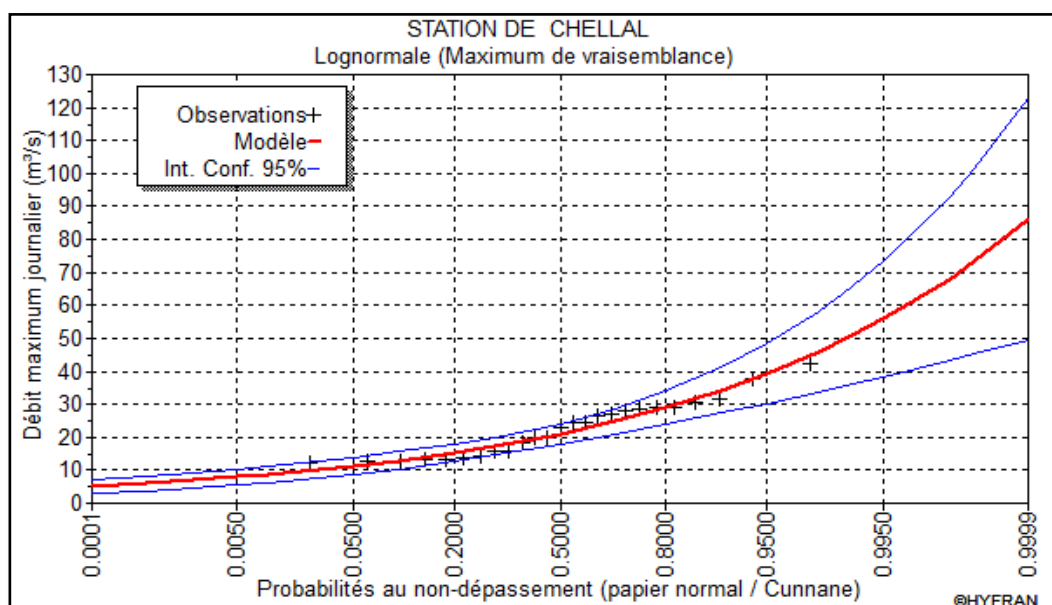
- $q = F(X)$  (probabilité au non dépassement)
- $T = 1 / (1 - q)$

**Tableau 3.4:** Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
1000	0.999	68	12.6	43.3-92.6
200	0.995	55.9	8.94	38.4-73.5
100	0.99	50.9	7.53	36.1-65.7
50	0.98	45.9	6.22	33.7-58.1
20	0.95	39.3	4.62	30.2-48.4
10	0.9	34.2	3.53	27.3-41.2
5	0.8	29	2.57	24-34
3	0.6667	24.8	1.97	20.9-28.7
2	0.5	21.1	1.6	17.9-24.2

Avec :

- **T** : période de retour (T=10ans).
- **Q** : probabilité au non dépassement.
- **XT** : précipitation maximale journalière.

**Figure 3.2:** Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

### 3.4 Calcul de l'intensité de pluie de 15min de durée et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI : [2]

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

$$I_t(15\text{min})(p\%) = I_{24}(p\%) \left( \frac{t}{24} \right)^{b-1}$$

- $I_t(15\text{min})(p\%)$  : Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence (p%).
- $I_{24}(p\%)$  : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée.
- $t$  : durée de l'averse en heures,  $t = 0,25h = 15$  min pour une période de retour de 10 ans.
- $b$  : Exposant climatique de la région ( $b=0,33$ ) qui est donné par l'ANRH (M'Sila).

Pour l'estimation de l'intensité moyenne de précipitation, nous admettons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans ; durant 15min, peut être la valeur optimale. Nous aurons donc:

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

#### a- D'après la loi de GUMBEL :

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{335}{24} \left( \frac{0,25}{24} \right)^{-0,67} = 2971 \Rightarrow I_{15\text{min},10\%} = 2971 \text{ mm/h}$$

#### b- D'après la loi de GALTON :

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{342}{24} \left( \frac{0,25}{24} \right)^{-0,67} = 3033 \Rightarrow I_{15\text{min},10\%} = 3033 \text{ mm/h}$$

### 3.5 Interprétation des graphes (3.1 et 3.2) : [6]

La projection des données expérimentales sur les graphes 4.1 et 4.2 a permis de voir que la loi de Galton est meilleure du moment que, la donnée expérimentale est proche de la droite théorique.

**3.6 Conclusion :**

Cette étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations.

On observe que les résultats obtenus par les deux lois d'ajustement (loi de Gumbel et la loi de Galton) soit analytiquement ou graphiquement sont très rapprochés.

Pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement on va prendre la valeur obtenue par la loi de Galton et on déterminera la valeur de l'intensité pluviale.

# **Chapitre 4**

## **Diagnostic superficiel du réseau d'assainissement existant**

## **Chapitre 4 : Diagnostic superficiel (Pré-diagnostic) du réseau d'assainissement existant**

### **4.1 Introduction :**

L'objectif initial d'une étude de diagnostic est principalement l'amélioration de la collecte des eaux et des conditions épuratoires notamment par l'élimination des eaux parasites. Il permet par la suite de s'informer sur l'état physique et le fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement.

Le diagnostic du réseau se fait souvent en deux grandes étapes :

- Diagnostic superficiel (pré-diagnostic).
- Diagnostic approfondie avec une vérification fonctionnement hydraulique du réseau hydraulique.

### **4.2 Objectif du diagnostic superficiel (pré-diagnostic) : [3]**

Le diagnostic superficiel consiste à faire un constat général sur l'état physique du réseau existant ainsi que les ouvrages annexes (Regards, avaloirs, DO, ....Etc.), Cela se fait par des visites sur site et la récolte d'informations sur le terrain et auprès des services chargés pour la gestion du réseau (DHW, ONA .... etc.).

#### **4.2.1 Diagnostic des conduites : [3]**

La première étape pour le diagnostic des Conduites est de s'informer sur leurs diamètres en utilisant les plans de récolement du projet, la deuxième étape consiste à vérifier l'état physique des conduites et la troisième étape consiste à se renseigner leurs fonctionnements hydrauliques.

Les conduites d'assainissement sont souvent confrontées à un phénomène d'encrassement qui se matérialise par la présence et sédimentation de différents matériaux à l'intérieur des conduites.

**4.2.1.1 Facteurs Pro vocatifs de l'encrassement des conduites:****A. Facteurs de comportement de la ville :**

- Matières solides de différentes natures générés par la présence éventuelle des chantiers (sable, graviers, terre, morceaux de bois ...etc),
- Circulation automobile (gaz d'échappement, usure de pneus, fuites des moteurs, hydrocarbures ... etc.),
- Ejection des animaux et déchets divers (papiers, matières plastiques, morceaux de verres ...etc.),
- Déchets éjectés par les abattoirs.

**B. Facteurs de fonctionnement :**

- Type de réseaux,
- Caractéristiques des conduites (diamètre, pente ... etc.),
- Débits évacués,
- Vitesse d'écoulement,
- Nature des charges polluées et leurs caractéristiques,
- Durée de temps sec précédent une pluie.

**C. Facteurs de gestion :**

- Fréquence d'entretien,
- Moyens et méthodes de curage utilisés,
- Méthodologie de contrôle et suivi du comportement du réseau,

**4.2.1.2 Effet de l'encrassement sur le fonctionnement des réseaux :**

Les dépôts solides engendrent des nuisances importantes de natures variées :

- Dysfonctionnement hydrauliques (mise en charges dues à la réduction du diamètre de la conduite),
- Obstruction d'arrivées latérales,
- Dégagement de gaz toxique qui sont à l'origine d'odeur incommodante,
- Facilité d'accumulation des polluants et remise en suspension en cas de fortes pluies,

- La sécurité du personnel d'exploitation (asphyxie ...etc.).

#### **4.2.1.3 Solutions au phénomène d'encrassement :**

##### **A. Solution préventives pour éviter l'encrassement :**

- Respecter les conditions hydrauliques assurant l'auto curage par temps sec, la garantie de cet auto curage a été recherché en imposant des valeurs minimales à certaines paramètres essentiellement :  $v$  (vitesses d'écoulement) et  $I$  (pente moyenne des collecteurs).
- Intercepter spécifiquement les solides constituant les dépôts.
- Assurer une hauteur de décantation suffisante pour les regards et avaloirs.

##### **B. Solution curative pour le phénomène l'encrassement :**

La solution curative consiste à entamer le curage des conduites par des moyens assurant le maintien des conduites en bon état. La fréquence d'entretien doit être défini en fonction de région et les caractéristiques du réseau.


#### **4.2.2 Diagnostic superficiel des ouvrages annexes : [3]**

Cela consiste à constater et vérifier sur site l'état physique des différents ouvrages annexes d'assainissement (regards, avaloirs, déversoirs d'orages ...etc), autrement dit voir pour chaque ouvrage si il en bon état ou non, obstrué ou non, fissuré ou non.

A la fin du diagnostic, une liste de l'ensemble des ouvrages est établie avec observation sur l'état de chaque ouvrage.

#### **4.2.3 Les étapes à suivre pour effectuer diagnostic superficiel des réseaux :**

**[11]**


-  **Contexte topographique et cartographique :** la topographie du site étudié ainsi que la configuration des réseaux existants ont une influence déterminante sur les conditions d'écoulement par temps sec ou par temps de pluie et les rejets dans le milieu récepteur.

Les moyens et supports utilisés pour cette phase sont :

- Les plans de recollement disponibles du réseau existant,
- Les relevés d'informations sur le réseau,
- Les levés topographiques supplémentaires,
- Les résultats d'inspection du réseau,
- Le découpage en zones et sous bassins versants,
- Les fichiers de gestion du réseau,
- Les outils de gestion (schéma de fonctionnement et autres).

 **Connaissance approfondie du réseau existant :**

La connaissance du réseau est basé sur l'historique des différentes modifications sur ce dernier, dans l'espace et dans le temps (modifications, renforcements et extensions).

 **Contexte urbain et industriel de la zone d'étude :** les données de base sont à extraire des fichiers de l'époque de l'étude. Cela concerne la démographie, la répartition des zones en secteurs (résidentiel, habitas collectifs .... etc).

Après exploitation des fichiers, on doit s'intéresser et vérifier ce qui suit :

- Est-ce que les industries existantes possèdent leur propre système d'épuration avant le rejet vers le réseau collectif,
- Vérifier la conception du réseau des eaux usées par apport au réseau d'EP, s'il s'agit d'un système séparatif. Cela a fin de s'assurer qu'il n'ya pas d'interférence entre les deux réseaux.

#### **4.2.4 Synthèse du pré diagnostic :[3]**

L'exploitation des informations recueillis sur site d'assainissement dont les résultats seront :

- Connaissance de l'état physique des ouvrages annexes du réseau (avaloirs, regards, DO ... etc).

- Connaissance de la disposition de l'état du réseau et l'état physique des conduites.
- Un bilan sur la qualité des EU rejetées sur le réseau en exploitant les résultats de la station d'épuration (en particulier pour les réseaux qui reçoivent les eaux industriels).
- Connaissance de la qualité des eaux au niveau des points de rejets pour le cas d'un réseau séparatif (partie EP).

### **4.3 Aperçu général du réseau d'assainissement existant du site d'étude :**

Actuellement le réseau d'assainissement s'étend sur une superficie de 95,17 Ha, le site d'étude est doté d'un réseau de type unitaire, Ce réseau qui rejette les eaux collectées vers l'oued, mais avec des regards bouchés et des tampons en béton. Ce réseau est composé de collecteurs de différents diamètres sur une longueur totale du réseau de : 9138 m.

### **4.4 Etat du système d'assainissement existant :**

#### **4.4.1 Etat des regards :**

Le réseau d'assainissement renferme dans sa totalité 195 regards (tous les regards son en béton) de type circulaire et carrés. La profondeur varie de 1,4 et 3 m, L'espacement entre les regards et de 5 à 80 m selon l'emplacement. Après suivi le tracé des collecteurs et le périphérique, plusieurs constatations ont été faites, à savoir :

- Des regards dégradés avec le temps, à cause des constructions qui ont été réalisées sur ces derniers ou des décharges illicites,
- Des regards sont sous plusieurs couches de goudron ce qui rend l'intervention impossible,
- Plusieurs regards présentent des couronnes « tampons » non scellées ou absence totale de ces tampons, l'absence de ces tampons crée alors une entrée potentielle d'eaux parasites en temps de pluie, ainsi que des déchets solides. Il convient donc de remplacer rapidement ces tampons.



**Figure 4.1 :** Photos de quelques regards (02/05/2023)

#### 4.4.2 Etat des bouches d'égout :

D'après le constat, on a remarqué que les bouches d'égout existent sur quelques rues seulement, ils sont tous en mauvais état et obturés par les boues, ou par des déchets solides, cela est dû à l'absence de l'entretien et du nettoyage, elles sont dans leurs majorité de type simple (classique).



**Figure 4.2 :** Echantillon de bouches d'égout de la zone d'étude (02/05/2023)



**Figure 4.3** : Ouvrage annexes obstrués causant une stagnation des eaux Pluviales des pluies de ce mois de mai (29/05/2023)

#### **4.5 Résultats du diagnostic superficiel du réseau d'assainissement existant:**

##### **4.5.1 Etat physique des conduites:**

La connaissance de l'état physique des conduites d'un réseau existant se fait souvent par trois manières à savoir :

- Visite sur site et constatation sur place ;
- Exploitation de l'historique des interventions effectuées par le service exploitant en particulier pendant les périodes de crues ;
- L'analyse les remarques signalées par les habitants.

Après des visites sur site et selon les informations recueillies auprès du service exploitant (ONA), les conduites du réseau existant sont dans un état physique acceptable.

#### **4.5.2 Etat physique des bouches d'égout (Avaloirs):**

Les avaloirs sont les premiers ouvrages annexes en contact avec les eaux de pluviales de ruissellement. C'est des ouvrages de collecte des eaux. L'état de ces avaloirs a un rôle déterminant sur le fonctionnement du réseau ; ils ont un rôle déterminant dans l'apparition des zones de stagnation des eaux.

Après des visites sur site, nous avons constatés que qu'une moyenne de 10 pour cent des bouches d'égout sont obstrués comme le montre **la Figure 4.2**. Cela nécessite une campagne de nettoyage et de curage afin d'éviter la situation des **Figure 4.3**.

#### **4.5.3 Etat physique des Regards:**

Suite à des visites sur site et en tenant compte des informations données par l'organisme exploitant (ONA) et certains habitants. Nous avons établis un inventaire de l'état actuel des regards qui sont repartis en trois types : Regards en bon état, Regards obstrués et Regards dégradés. Des recommandations seront données dans le chapitre 6 pour la prise en charge de chaque cas.

**A. Etat physique des Regards de la Zone 1:****Tableau 4.1 : Etat des Regards de la Zone 1**

N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard
R1	En bon état	R24	En bon état	R46	En bon état
R2	En bon état	R25	En bon état	R47	En bon état
R3	En bon état	R26	Regard dégradé	R48	En bon état
R4	En bon état	R27	En bon état	R49	En bon état
R 5	Regard obstrué	R28	En bon état	R50	En bon état
R6	En bon état	R29	En bon état	R51	Regard obstrué
R7	En bon état	R29	En bon état	R52	En bon état
R8	En bon état	R30	En bon état	R53	En bon état
R9	En bon état	R31	En bon état	R54	En bon état
R10	En bon état	R32	En bon état	R55	En bon état
R11	En bon état	R33	En bon état	R56	En bon état
R12	En bon état	R34	Regard obstrué	R57	En bon état
R13	En bon état	R35	En bon état	R58	En bon état
R14	Regard dégradé	R 36	En bon état	R59	En bon état
R15	En bon état	R37	En bon état	R60	En bon état
R16	En bon état	R38	En bon état	R61	Regard dégradé
R17	En bon état	R39	En bon état	R62	En bon état
R18	En bon état	R40	En bon état	R63	En bon état
R19	En bon état	R41	En bon état	R64	En bon état
R20	Regard obstrué	R42	En bon état	R65	En bon état
R21	En bon état	R43	En bon état	R66	En bon état
R22	En bon état	R44	En bon état	R67	En bon état
R23	En bon état	R45	En bon état		

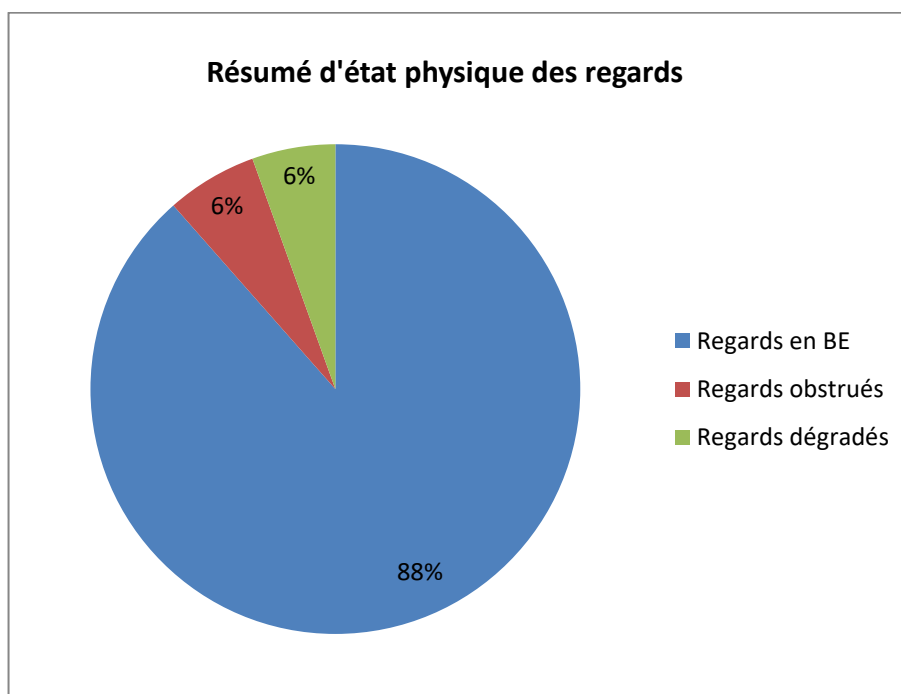
**B. Etat physique des Regards de la Zone 2:****Tableau 4.2 : Etat des Regards de la Zone 2**

N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard
R68	En bon état	R99	En bon état	R130	En bon état
R69	En bon état	R100	En bon état	R131	En bon état
R70	En bon état	R101	En bon état	R131	En bon état
R71	En bon état	R102	Regard obstrué	R132	En bon état
R72	En bon état	R103	En bon état	R 133	En bon état
R73	En bon état	R104	En bon état	R134	En bon état
R74	En bon état	R105	En bon état	R135	En bon état
R75	Regard dégradé	R106	En bon état	R136	Regard obstrué
R76	En bon état	R107	En bon état	R137	En bon état
R77	En bon état	R108	En bon état	R138	En bon état
R78	En bon état	R109	En bon état	R139	En bon état
R79	En bon état	R110	En bon état	R140	En bon état
R80	En bon état	R111	En bon état	R141	En bon état
R81	En bon état	R112	En bon état	R142	En bon état
R82	En bon état	R113	Regard obstrué	R143	En bon état
R83	En bon état	R114	En bon état	R144	En bon état
R84	En bon état	R115	En bon état	R145	En bon état
R85	En bon état	R116	En bon état	R146	Regard dégradé
R86	En bon état	R117	En bon état	R147	En bon état
R87	En bon état	R118	En bon état	R148	En bon état
R88	En bon état	R119	En bon état	R149	En bon état
R89	En bon état	R120	Regard dégradé	R150	En bon état
R90	En bon état	R121	En bon état	R151	En bon état
R91	Regard dégradé	R122	En bon état	R152	En bon état
R92	En bon état	R123	En bon état	R 153	En bon état
R93	En bon état	R124	En bon état	R154	En bon état
R94	En bon état	R125	En bon état	R155	En bon état
R95	En bon état	R126	En bon état	R156	En bon état
R96	En bon état	R127	En bon état	R157	Regard dégradé
R97	Regard obstrué	R128	En bon état	R158	En bon état
R98	En bon état	R129	En bon état		

### C. Etat physique des Regards de la Zone 3:

**Tableau 4.3 : Etat des Regards de la Zone 3**

N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard	N° du Regard	Etat du Regard
R159	En bon état	R174	En bon état	R189	En bon état
R160	En bon état	R175	Regard obstrué	R190	En bon état
R161	En bon état	R176	En bon état	R191	Regard obstrué
R162	En bon état	R177	En bon état	R192	En bon état
R163	Regard dégradé	R178	En bon état	R193	En bon état
R164	En bon état	R179	Regard dégradé	R194	En bon état
R165	En bon état	R180	En bon état	R195	Regard dégradé
R166	En bon état	R181	En bon état	R196	En bon état
R167	En bon état	R182	En bon état	R197	En bon état
R168	En bon état	R183	Regard obstrué	R198	En bon état
R 169	En bon état	R184	En bon état	R199	En bon état
R170	Regard obstrué	R185	En bon état	R200	En bon état
R171	En bon état	R186	En bon état	R201	En bon état
R172	En bon état	R187	En bon état		
R173	En bon état	R188	En bon état		



**4.6 Conclusion:**

Selon les résultats du diagnostic superficiel, un travail de réhabilitation de certains ouvrages annexes est nécessaire sur le terrain après l'élaboration d'un devis quantitatif et estimatif qui va prendre en compte les résultats du diagnostic approfondie.

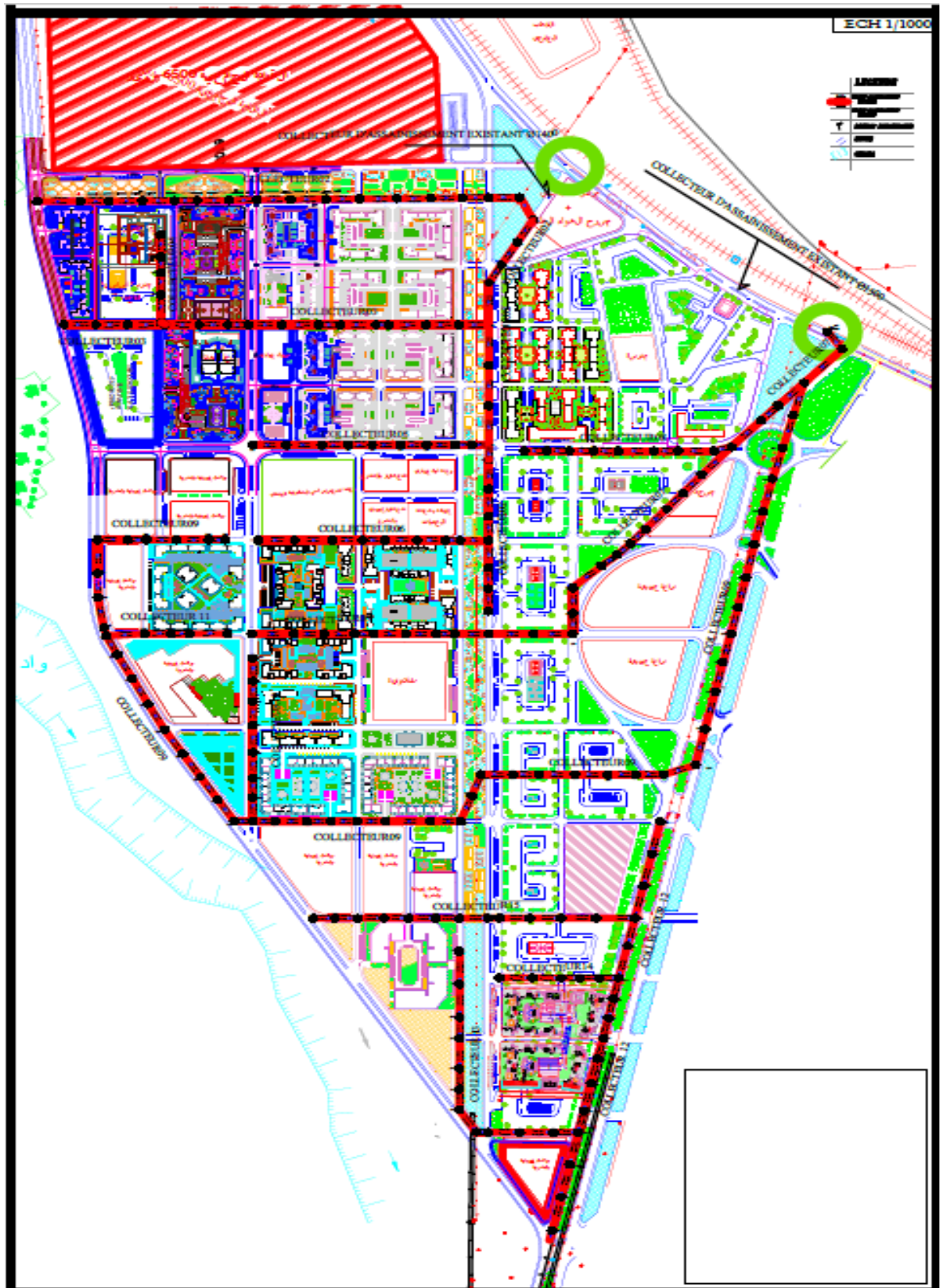


Figure 4.4 : Plan d'occupation du sol

# **Chapitre 5**

## **Estimation des débits des eaux usées**

## Chapitre 5 : Estimation des débits des eaux usées

### 5.1 Introduction :

Les eaux usées (ou eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Il peut donc s'agir d'eaux polluées provenant d'usines ou de ruissellement provenant d'un parking.

La mise en place de réseaux d'assainissement dans une agglomération doit répondre à deux objectifs principaux :

L'évacuation correcte des eaux de pluie permettant :

- Prévenir l'inondation des zones urbanisées.
- Éviter la stagnation de ces eaux notamment dans les points bas de l'agglomération.

La collecte et l'élimination des eaux usées de toute nature (égouts, eaux domestiques, eau industrielle) en la transportant, le plus rapidement possible, jusqu'au lieu de leur traitement (station d'épuration).

### 5.2 L'objectif de l'estimation des débits d'eaux usées : [4]

L'objectif principal de l'évaluation des flux d'eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets à traiter (liquides des habitations), car les eaux usées sont constituées d'effluents pollués et nocifs qui peuvent être source de plusieurs maladies de transmission de l'eau (fièvre, typhoïde, dysenterie, etc.), ces eaux doivent donc être évacuées au-delà des limites de l'agglomération. D'où l'utilité de l'évaluation des quantités à traiter.

### 5.3 Les différents types d'eaux usées : [3]

#### A. Eaux usées domestiques :

Il s'agit des eaux usées rejetées par les zones résidentielles (cuisines, buanderies et toilettes). Le débit dépend fortement des habitudes de la population.

**B. Eaux des établissements publics :**

Il s'agit de l'eau rejetée par divers établissements publics (écoles, hôpitaux, casernes, etc.)

**C. Eaux industrielles :**

Y compris les eaux de refroidissement. Les quantités et les qualités varient selon le type d'industrie. Leur raccordement au réseau urbain est soumis à autorisation. Dans certains cas, un prétraitement est nécessaire.

**D. Eaux de ruissellement :**

Il s'agit souvent d'eau provenant du nettoyage des routes et de divers espaces publics ou privés.

**E. Eau parasitaire :**

Infiltration et connexions clandestines.

**5.4 Evaluation des débits de pointe (Qp) des eaux usées :****5.4.1 Eaux usées domestiques :**

Ils proviennent des diverses utilisations domestiques de l'eau. Ils sont essentiellement porteurs de pollution organique. Ils sont distribués dans l'eau domestique qui provient des salles de bains et des cuisines, ils sont généralement chargés de détergents, de graisses, de solvants et de débris organiques. Il y a aussi des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. La pollution journalière produite par une personne utilisant 150 à 200 litres d'eau est évaluée pour :

- 70 à 90 grammes de solides en suspension.
- 60 à 70 grammes de matière organique.
- 15 à 17 grammes de matière azotée.
- 4 grammes de phosphore.
- plusieurs milliards de germes par 100 ml.

### 5.4.2 Eaux usées des établissements publics :

On appelle équipements différents services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d'utilité publique. L'estimation se fait à base du nombre de personnes qui fréquentent le lieu et sur la dotation requise pour chaque activité,

Pour déterminer le débit rejeté par les établissements publics, on utilise généralement la notion d'équivalent à habitant (e.q.h).

### 5.5 Estimation des débits d'eaux usées :

L'évaluation de la quantité d'eaux usées à évacuer journalièrement s'effectuera à partir de la consommation d'eau par habitant.

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

Pour calculer les débits des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 150 l/j/hab, et nous considérons que les 80 % de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation.

#### 5.5.1 Evaluation de la population à l'horizon 2048 :[3]

Chaque étude se fait à long terme de 20 à 30 ans pour prévoir toute extension prévisible de la région et pour satisfaire les besoins, dans ce cas nous allons étudier l'évolution de la population à l'horizon 2048 qui est donné par la relation suivante :

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

Avec :

$P_t$  : population à l'horizon de calcul

$P_0$  : Population de référence (au dernier recensement)

T : taux de croissance de la population considérée

n : L'écart d'années entre les deux horizons

$$P_t = 11982 (1 + 0,025)^{25} = 22214 \text{ habitants}$$

**Tableau 5.1** : Estimation de la population

Année	Nombre d'habitants	Taux d'accroissement
2016	11080	2,5 %
2023	11982	2,5 %
2048	22214	2,5 %

### 5.5.2 Estimation des débits d'eau usée des établissements publics :[13]

Pour déterminer le débit rejeté par les établissements publics, on utilise généralement la notion d'équivalent à habitant (e.q.h).

$$Q_{mi} = n_i * Q_{ci}$$

Avec :

$Q_{moyji}$  : débit moyen journalier rejeté par la catégorie i.

$Q_{ci}$  : débit de consommation par habitant ( Dotation).

$n_i$  : nombre d'habitants ou équivalent à habitant (e.q.h).

Avec :

$$n_i = \text{Nombre} / \text{e.q.h}$$

Pour le cas de l'Algérie, on prend :

$Q_{ci} = 220 \text{ l/hab./j}$  pour le Haut Standing.

$Q_{ci} = 150 \text{ l/hab./j}$  pour le Moyen Standing.

$Q_{ci} = 80 \text{ l/hab./j}$  pour le Bas Standing.

Pour  $n_i$ , nous avons une liste d'équivalent à habitant :

- Hôpital : 0.5 lits = 1 eqh.
- Bureaux et magasins : 3 employés = 1 eqh.
- Ecoles : 4 élèves = 1 eqh.
- Ecole avec internat (résidents) : 2 élèves = 1 eqh.
- Restaurants : 3 places = 1 eqh.

- Casernes et établissements communautaires : 1lit = 1 eqh.
- Hôtel : 1 lit = 1 eqh.
- Camping : 2 campeurs = 1 eqh

**Tableau 5.2 : Inventaire des équipements actuels et futur**

Les équipements actuels (2023)	Les équipements à projeter à l'horizon 2048
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 01 Ecole primaire</li> <li>- 01 mosquée</li> <li>- 01 salle de soins</li> <li>- 01 Siège de la sécurité urbaine</li> <li>- 01 Marché couvert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 05 écoles primaires.</li> <li>- 02 collèges.</li> <li>- 02 lycées.</li> <li>- 02 crèches.</li> <li>- 03 jardins pour enfants.</li> <li>- 01 centre de jeunesse.</li> <li>- 01 Salle multisports.</li> <li>- 02 terrains de sport.</li> <li>- 01 piscine.</li> <li>- 01 Centre culturel.</li> <li>- 01 Libraire.</li> <li>- 02 mosquées.</li> <li>- 02 marchés couverts.</li> <li>- 01 centre commercial.</li> <li>- 02 centres de santé.</li> <li>- 01 Centre des postes et télécommunications.</li> <li>- 01 Siège de la Protection civile.</li> <li>- 04 branches administratives.</li> </ul>

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_p = K_p * Q_{moyj}$$

Avec :

$Q_{moyj}$  : débit moyen journalier en l/s

$Q_p$  : débit de pointe (l/s)

$K_p$  : coefficient de pointe

Avec :

$$Kp = a + \frac{b}{\sqrt{Qm}}$$

Les valeurs « a » et « b » sont prises égaux : a = 1,5, b = 2,5

Donc :

$$Kp = 15 + \frac{25}{\sqrt{Q_{moyj}}} \quad \text{avec } Q_{moyj} \text{ en (l/s)}$$

Remarque : si  $Kp > 4$ , on prend :  $Kp = 4$ .

### 5.5.3 Estimation des débits d'eaux usées domestiques :

#### 5.5.3.1 Débit moyen journalier :[3]

Le débit moyen rejeté est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moyj} = (1 - \text{Pertes}) * Q_c$$

Avec :

Les pertes = 20 à 30 % du débit consommé.

$Q_c$  : débit de consommation donné souvent en (l/hab./j).

$$Q_c = D * N / 86400$$

Avec :

D : Dotation journalière en eau potable.

N : Nombre d'habitants total.

Pour notre projet et comme notre agglomération est moyenne, les besoins seront estimés sur la base d'une dotation de 150 l/j/hab.

### 5.5.3.2 Débit de pointe :[3]

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_p = K_p * Q_{moyj}$$

Avec :

$Q_{moyj}$  : débit moyen journalier en l/s

$Q_p$  : débit de pointe (l/s)

$K_p$  : coefficient de pointe

Avec :

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_m}}$$

Les valeurs « a » et « b » sont prises égaux : a = 1,5, b = 2,5

Donc :

$$K_p = 15 + \frac{25}{\sqrt{Q_{moyj}}} \quad \text{avec } Q_{moyj} \text{ en (l/s)}$$

Remarque : si  $K_p > 4$ , on prend :  $K_p = 4$ .

○ Valeurs type du coefficient de ruissellement C : [5]

➤ Selon les types d'habitat :

- Centre ville C = 0.7 à 0.9
- Pavillons groupés : C = 0.6 à 0.75
- Pavillon Isolés : C = 0.3

➤ Selon les types de surfaces :

- Toitures, rues : C = 0.9
- Pavages et trottoir : C = 0.6
- Terrain en terre ou gravier : C = 0.2
- Jardins : C = 0.1

- Sous Bassins Versants de la zone d'étude :

Notre projet est découpé en 03 zones (voir Tableau 5.3)

**Tableau 5.3** : Découpage de la zone d'étude

Zone	Surface	Nombre de sous bassins versants
Zone 01	36,16	16
Zone 02	43,15	24
Zone 03	15,86	12

### A. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin :

A défaut de connaître le nombre exact d'habitants de chaque sous bassin, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier :

- On estime le coefficient de ruissellement de chaque sous bassin,
- On calcule le coefficient le coefficient de ruissellement pondéré total,
- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin,
- On déduit le nombre d'habitants dans chaque sous bassin.  $\mu$

### B. Calcul de la densité :

La densité de population relative à chaque secteur correspondant à l'horizon de calcul **2023** est déterminée en appliquant la formule suivante :

$$D = N / S$$

Avec :

**N** : Nombre d'habitants à l'horizon d'étude (2023),  $N = 11982$

**S** : Surface du secteur considéré,  $S = 95,17$  ha

$$D = 125 \text{ hab / ha}$$

Pour le calcul de la densité partielle de chaque sous bassin pour l'horizon considéré, on peut utiliser la formule suivante :

$$D_i = C_i * P_t / C_{tp} * A_t$$

Avec :

$D_i$  : densité partielle (hab / ha).

$C_i$  : Coefficient de ruissellement partiel.

$P_t$  : nombre d'habitants à l'horizon considéré.

$C_{tp}$  : coefficient de ruissellement total pondéré égal à :

$$C_{tp} = \frac{\sum C_i * A_i}{\sum A_i}$$

Avec :

$A_i$  : surface totale de l'agglomération en ha

Donc, on procède par la suite au calcul du nombre d'habitants à chaque sous bassin par la relation suivante :

$$P_i = D_i * A_i$$

**Remarque :** Les résultats de calculs pour l'estimation de la population des sous bassins de chaque zone ainsi que les débits de pointe à l'état actuel et à l'horizon 2048, sont représentés dans les tableaux suivants :

### 5.6 L'état actuel :

**Tableau 5.4 :** Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 1)

N° de sous bassin	A (ha)	Cr	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
1	0,67	0,63	264	177
2	0,62	0,69	260	161
3	1,83	0,28	118	216
4	2,63	0,26	109	287
5	1,05	0,46	193	203
6	2,71	0,26	109	295
7	3,31	0,25	105	348
8	2,07	0,27	113	234
9	2,45	0,26	109	276
10	0,61	0,71	298	182
11	3,1	0,25	105	326
12	3,09	0,25	105	324
13	4,37	0,23	97	424
14	1,33	0,34	143	190
15	3,31	0,24	101	334
16	3,01	0,25	105	316

**Tableau 5.5** : Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 2)

N° de sous bassin	A (ha)	Cr	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
17	0,82	0,34	143	117
18	3	0,23	97	291
19	1,49	0,27	113	168
20	0,90	0,31	130	117
21	3,45	0,22	92	317
22	2,40	0,23	97	233
23	1,70	0,26	109	185
24	2,55	0,23	97	247
25	1,95	0,25	105	205
26	1,85	0,25	105	194
27	0,81	0,35	147	119
28	1,78	0,26	109	194
29	1,08	0,29	122	131
30	1,64	0,26	109	179
31	2,20	0,24	101	222
32	0,59	0,52	218	129
33	3,22	0,22	92	296
34	1,02	0,30	126	129
35	2,84	0,24	101	287
36	3,14	0,23	97	305
37	0,61	0,53	222	135
38	1,55	0,27	113	175
39	1,22	0,29	122	149
40	1,34	0,28	118	158

**Tableau 5.6:** Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 3)

N° de sous bassin	A (ha)	Cr	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
41	1,77	0,33	138	244
42	0,65	0,83	348	226
43	1	0,49	206	206
44	1,33	0,47	197	262
45	1,45	0,45	189	274
46	2,81	0,27	113	318
47	1,23	0,54	227	279
48	0,85	0,76	319	271
49	1,22	0,75	315	384
50	1,84	0,31	130	239
51	1,10	0,54	227	250
52	0,96	0,83	403	387

**Tableau 5.7 :** Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 1)

N° de SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p</sub> total (l/s)
1	177	0.31	0.25	4	0.98	23,85
2	161	0.28	0.22	4	0.89	
3	216	0.38	0.30	4	1.20	
4	287	0.50	0.40	4	1.59	
5	203	0.35	0.28	4	1.13	
6	295	0.51	0.41	4	1.64	
7	348	0.60	0.48	4	1.93	
8	234	0.41	0.32	4	1.39	
9	276	0.48	0.38	4	1.53	
10	182	0.33	0.25	4	1.01	
11	326	0.57	0.45	4	1.81	
12	324	0.56	0.45	4	1.80	
13	424	0.74	0.59	4	2.36	
14	190	0.33	0.26	4	1.06	
15	334	0.58	0.46	4	1.86	
16	316	0.55	0.44	4	1.76	

**Tableau 5.8** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 2)

N° SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p</sub> total (l/s)
17	117	0.20	0.16	4	0.65	26.01
18	291	0.51	0.40	4	1.62	
19	168	0.29	0.23	4	0.93	
20	117	0.20	0.16	4	0.65	
21	317	0.55	0.44	4	1.76	
22	233	0.40	0.32	4	1.29	
23	185	0.32	0.26	4	1.03	
24	247	0.43	0.34	4	1.37	
25	205	0.36	0.28	4	1.14	
26	194	0.34	0.27	4	1.08	
27	119	0.21	0.17	4	0.66	
28	194	0.34	0.27	4	1.08	
29	131	0.23	0.18	4	0.73	
30	179	0.31	0.25	4	0.99	
31	222	0.39	0.31	4	1.23	
32	129	0.22	0.18	4	0.72	
33	296	0.51	0.41	4	1.64	
34	129	0.22	0.18	4	0.72	
35	287	0.50	0.40	4	1.59	
36	305	0.53	0.42	4	1.69	
37	135	0.23	0.19	4	0.75	
38	175	0.30	0.24	4	0.97	
39	149	0.26	0.21	4	0.83	
40	158	0.27	0.22	4	0.88	

**Tableau 5.9** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 3)

N° de SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p</sub> total (l/s)
41	244	0.42	0.34	4	1.36	18,55
42	226	0.39	0.31	4	1.26	
43	206	0.36	0.29	4	1.14	
44	262	0.45	0.36	4	1.46	
45	274	0.48	0.38	4	1.52	
46	318	0.55	0.44	4	1.77	
47	279	0.48	0.39	4	1.55	
48	271	0.47	0.38	4	1.51	
49	384	0.67	0.53	4	2.13	
50	239	0.41	0.33	4	1.33	
51	250	0.43	0.35	4	1.39	
52	387	0,67	0,54	4	2,15	

**Tableau 5.10** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées des équipements pour chaque sous bassin

N° de la zone	N° de SB	Secteur	Type standing	Catégorie d'occupation	Nombre de Consom.	e.q.h	N <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> (l/j/hab)	Q <sub>t</sub> (l/j)	Q <sub>moy</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p</sub> total (l/s)
01	09	Scolaire	Moyen	Ecole	500	4	125	150	18750	0,22	4	0,88	1,6
	02	Socioculturel	Moyen	Mosqué	200	3	67	150	10050	0,12	4	0,48	
	03	Socioculturel	Bas	Marché couvert	200	3	67	80	5360	0,06	4	0,24	
02	26	Administratif	Bas	Siège de la sécurité urbaine	20	1	20	80	1600	0,02	4	0,08	0,52
	19	Socioculturel	Haut	Salle de soins	20	0,5	40	220	8800	0,11	4	0,44	

**5.7 L'état futur :****Tableau 5.11** : Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 1)

N° de SBV	A (ha)	Cr	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
1	0,67	0,63	479	321
2	0,62	0,69	524	325
3	1,83	0,28	213	389
4	2,63	0,26	198	520
5	1,05	0,46	350	367
6	2,71	0,26	198	536
7	3,31	0,25	190	629
8	2,07	0,27	205	425
9	2,45	0,26	198	484
10	0,61	0,71	540	329
11	3,1	0,25	190	589
12	3,09	0,25	190	587
13	4,37	0,23	175	764
14	1,33	0,34	258	344
15	3,31	0,24	182	604
16	3,01	0,25	190	572

**Tableau 5.12** : Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 2)

N° de SBV	A (ha)	Cr	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
17	0,82	0,34	258	212
18	3	0,23	175	524
19	1,49	0,27	205	306
20	0,90	0,31	236	212
21	3,45	0,22	167	577
22	2,40	0,23	175	420
23	1,70	0,26	198	336
24	2,55	0,23	175	446
25	1,95	0,25	190	371
26	1,85	0,25	190	352
27	0,81	0,35	266	215
28	1,78	0,26	198	352
29	1,08	0,29	220	238
30	1,64	0,26	198	324
31	2,20	0,24	182	401
32	0,59	0,52	395	233
33	3,22	0,22	167	538
34	1,02	0,30	228	233
35	2,84	0,24	182	518
36	3,14	0,23	175	549
37	0,61	0,53	403	246
38	1,55	0,27	205	318
39	1,22	0,29	220	269
40	1,34	0,28	213	285

**Tableau 5.13** : Estimation du nombre d'habitants de chaque sous bassin (Zone 3)

N° de SBV	Ai (ha)	Cri	D (hab/ha)	P (nombre d'habitants)
41	1.77	0.33	253	448
42	0.65	0.83	636	414
43	1	0.49	376	376
44	1.33	0.47	360	479
45	1.45	0.45	345	500
46	2.81	0.27	207	582
47	1.23	0.54	414	509
48	0.85	0.76	583	495
49	1.22	0.75	575	702
50	1.84	0.31	238	437
51	1.1	0.54	414	455
52	0.96	0.83	631	606

**Tableau 5.14** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 1)

N° de SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p total</sub> (l/s)
1	324	0.56	0.45	4	1.80	43.63
2	328	0.57	0.46	4	1.82	
3	393	0.68	0.55	4	2.18	
4	524	0.91	0.73	4	2.91	
5	370	0.64	0.51	4	2.06	
6	540	0.94	0.75	4	3	
7	635	1.10	0.88	4	3.53	
8	429	0.74	0.60	4	2.38	
9	488	0.85	0.68	4	2.71	
10	332	0.58	0.46	4	1.84	
11	594	1.03	0.82	4	3.30	
12	592	1.03	0.82	4	3.29	
13	771	1.34	1.07	4	4.28	
14	347	0.60	0.48	4	1.93	
15	609	1.06	0.85	4	3.38	
16	577	1	0.80	4	3.21	

**Tableau 5.15** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 2)

N° de SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p total</sub> (l/s)
17	214	0.37	0.30	4	1.19	47.50
18	529	0.92	0.73	4	2.94	
19	308	0.53	0.43	4	1.71	
20	214	0.37	0.30	4	1.19	
21	582	1.01	0.81	4	3.23	
22	423	0.73	0.59	4	2.35	
23	339	0.59	0.47	4	1.88	
24	450	0.78	0.62	4	2.50	
25	374	0.65	0.52	4	2.08	
26	355	0.62	0.49	4	1.97	
27	217	0.38	0.30	4	1.21	
28	355	0.62	0.49	4	1.97	
29	240	0.42	0.33	4	1.33	
30	327	0.57	0.45	4	1.82	
31	405	0.70	0.56	4	2.25	
32	235	0.41	0.33	4	1.31	
33	543	0.94	0.75	4	3.02	
34	235	0.41	0.33	4	1.31	
35	523	0.91	0.73	4	2.91	
36	554	0.96	0.77	4	3.08	
37	248	0.43	0.34	4	1.38	
38	321	0.56	0.45	4	1.78	
39	271	0.47	0.38	4	1.51	
40	288	0.5	0.40	4	1.60	

**Tableau 5.16** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées domestique (Zone 3)

N° de SB	P (nombre d'habitants)	Q <sub>c</sub> (l/s)	Q <sub>moyj</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p</sub> total (l/s)
41	448	0.78	0.62	4	2.49	33,35
42	414	0.72	0.58	4	2.30	
43	376	0.65	0.52	4	2.09	
44	479	0.83	0.67	4	2.66	
45	500	0.87	0.69	4	2.78	
46	582	1.01	0.81	4	3.23	
47	509	0.88	0.71	4	2.83	
48	495	0.86	0.69	4	2.75	
49	702	1.22	0.98	4	3.90	
50	437	0.76	0.61	4	2.43	
51	455	0.79	0.63	4	2.53	
52	606	1,05	0,84	4	3,37	

**Tableau 5.17** : Evaluation des débits de pointe d'eaux usées des équipements pour chaque sous bassin

N° de la zone	Secteur	Type standing	Catégorie d'occupation	Nombre de consom.	e.q.h	N <sub>i</sub>	Q <sub>i</sub> (l/j/hab)	Q <sub>t</sub> (l/j)	Q <sub>moy</sub> (l/s)	K <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub> (l/s)	Q <sub>p total</sub> (l/s)
01	Socioculturel	Bas	Jardin pour enfants	80	4	20	80	1600	0,02	4	0,08	9
			Terrain de sport	75	2	37,5		3000	0,03	4	0,12	
	Scolaire	Moyen	Ecole	2*700	4	350	150	52500	0,61	4	2,44	
			Collège	1120	4	280		42000	0,49	4	1,96	
			Lycée	1450	4	362,5		54375	0,63	4	2,52	
			Crèche	40	4	10		1500	0,02	4	0,08	
			Librairie	90	3	30		4500	0,05	4	0,2	
			Centre commercial	600	3	200		30000	0,35	4	1,4	
			Centre des postes et télécommunications	25	2	12,5		1875	0,02	4	0,08	
			Branche administratif	10	2	5		750	0,009	4	0,036	
Administratif												
02	Socioculturel	Bas	Jardin pour enfants	80	4	20	80	1600	0,02	4	0,08	
			Marché couvert	300	3	100		8000	0,093	4	0,37	
			Piscine	30	2	15		1200	0,01	4	0,04	
	Administratif	Haut	Centre de santé	20	0,5	40	220	8800	0,10	4	0,4	
	Scolaire	Moyen	Ecole	2*700	4	350	150	52500	0,61	4	2,44	
			Collège	1120	4	280		42000	0,49	4	1,96	

	Scolaire		Lycée	1450	4	362,5		54375	0,63	4	2,52	8,45
	Scolaire		Crèche	40	4	10		1500	0,02	4	0,08	
	Socioculturel		Mosqué	300	3	100		15000	0,17	4	0,68	
	Socioculturel		Centre de je Jeunesse	100	2	50		7500	0,09	4	0,36	
	Administratif		Siège de la protection civile	20	1	20		3000	0,03	4	0,12	
	Administratif		Branche administratif	2*10	2	10		1500	0,02	4	0,08	
03	Socioculturel	Bas	Jardin pour enfants	80	4	20	80	1600	0,02	4	0,08	3,37
			Terrain de sport	75	2	37,5		3000	0,03	4	0,12	
			Marché couvert	300	3	100		8000	0,093	4	0,37	
	Administratif	Haut	Centre de santé	20	0,5	40	220	8800	0,10	4	0,4	
	Scolaire	Moyen	Ecole	700	4	175	150	26250	0,30	4	1,2	
	Socioculturel		Mosqué	300	3	100		15000	0,17	4	0,68	
	Administratif		Branche administratif	10	2	5		750	0,009	4	0,036	
	Socioculturel		Salle multisports	50	2	25		3750	0,04	4	0,16	
Socioculturel	Haut	Centre culturel	65	2	32,5	220	7150	0,08	4	0,32		

**5.8 Conclusion :**

Dans nos calculs des débits des eaux usées, notre agglomération ne comporte pas de grandes unités industrielles, donc ces débits d'origine industrielle ne seront pas quantifiés, les eaux usées d'origine publique seront prises en compte dans la quantification des eaux usées d'origine domestique.

# **Chapitre 6**

## **Diagnostic approfondi du réseau d'assainissement existant**

## **Chapitre 6 : Diagnostic approfondi du réseau d'assainissement existant**

### **6.1 Introduction :**

La vérification du fonctionnement hydraulique du réseau d'assainissement consiste à la vérification du dimensionnement du réseau existant en utilisant les données actuelles. Il s'agit du redimensionnement du réseau.

Le calcul hydraulique du réseau d'assainissement est l'étape qui vient après l'évaluation des débits de pointe des bassins versants, Cette étape nous permet de dimensionner le réseau d'assainissement nécessaire pour l'évacuation des eaux vers les points de rejets.

### **6.2 Objectif du diagnostic approfondi : [3]**

Le diagnostic approfondi consiste à faire une vérification du fonctionnement hydraulique du réseau existant en vérifiant la capacité du réseau en matière de dimensionnement.

### **6.3 Les étapes à suivre pour effectuer diagnostic approfondi du réseau d'assainissement : [3]**

Il s'agit de la deuxième phase du diagnostic qui consiste à vérifier le fonctionnement du réseau existant (diamètre, longueur, pente ...) en tenant compte des résultats obtenus en phase 1 (diagnostic superficiel).

Cette phase sera élaborée selon les étapes suivantes :

- des plans d'assainissement et profils en long d'assainissement existants,
- Insérer les résultats du pré diagnostic sur les plans d'assainissement,
- Préparer les fichiers de données concernant l'occupation du sol de la zone d'étude (nombre d'habitants ....),
- Délimitation des sous BV en fonction de la conception du réseau existant,
- Préparer les données concernant les BV sous forme d'un fichier (surface, pente, longueur),

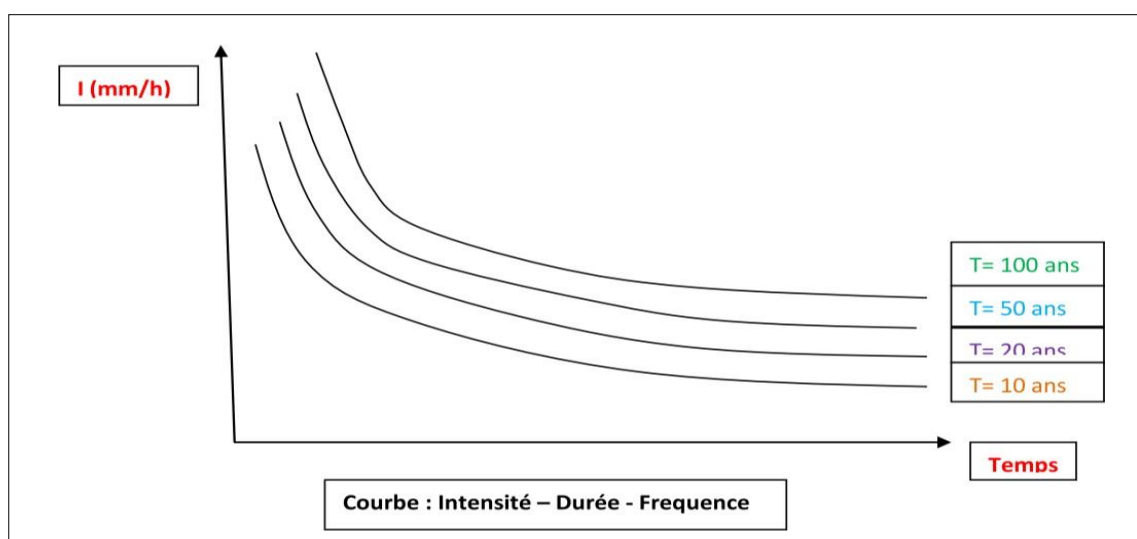
- Choisir une méthode de dimensionnement en tenant compte du type de système d'assainissement existant (unitaire, séparatif, mixte),
- Préparer les résultats de redimensionnement sous forme d'un fichier,
- Interpréter les résultats de calcul en les comparant aux dimensions existants,
- Préparer les résultats de cette phase sous forme de tableaux avec des observations,
- Représenter un nouveau plan d'assainissement,
- Finaliser l'étude par un devis quantitatif et estimatif.

- **Légende**

	Observations et recommandations
—————	Bien dimensionné : $D_{\text{existant}} = D_{\text{calculé}}$
—————	Sur dimensionné : $D_{\text{existant}} > D_{\text{calculé}}$
—————	Sou dimensionné : $D_{\text{existant}} < D_{\text{calculé}}$
□	Regard existant à maintenir
□	Regard existant dégradé à réparer
■	Regard nouveau à projeter

## 6.4 Méthodes et formules utilisées pour l'estimation des débits des pluviiales:

### 6.4.1 Intensité de pluie dans un bassin versant :[5]



**Figure 6.1 :** Courbes IDF (Intensité – Durée – Fréquence)

L'intensité de pluie utilisée pour les bassins versants est tirée de la courbe IDF (Intensité – Durée – Fréquence) correspondant à une période de retour considérée.

### 6.4.2 Méthodes de calcul utilisées :

Deux principales méthodes utilisées pour estimer les débits des eaux pluviales lors d'une étude d'assainissement urbain à savoir :

- Méthode rationnelle
- Méthode superficielle (CAQUOT).

#### 6.4.2.1 Méthode Rationnelle : [5]

La formule générale s'écrit :

$$Q_p (T) = C . i . A$$

Avec :

$Q_p$  : débit de pointe,

$C$  : coefficient de ruissellement,

$i$  : intensité de pluie,

$A$  : surface du BV,

$T$  : période de retour.

Afin de prendre en compte l'homogénéisation des unités, cette Formule rationnelle s'écrit sous deux formes :

$$Q_p (T) = 0.167 . C . i . A$$

Avec :

$Q_p$  en (m<sup>3</sup>/s),

$I$  en (mm/min),

$A$  en (ha).

$$Q_p (T) = \frac{1}{360} . C . i . A$$

Avec :

$Q_p$  en (m<sup>3</sup>/s)

$i$  en (mm/h)

$A$  en (ha)

Pour la période de  $T = 10$  ans, l'intensité de pluie ( $i$ ) utilisée dans les formule Rationnelle précédente s'écrit :[5]

$$i(T) = a(T) \cdot tc^b(T)$$

Pour  $T = 10$  Ans , au nord algérien :  $a = 4$ ,  $b = - 0.5$

La formule simplifiée de Rationnelle pour une zone urbaine au nord algérien s'écrit :[5]

$$Q_p = 0.167 \cdot C \cdot 4 \cdot tc^{-0.5} \cdot A \quad \text{Pour } T = 10 \text{ ans}$$

Avec :

$Q_p$  : débit de pointe en (m<sup>3</sup>/s)

$tc$  : temps de concentration en ( min)

$A$  : surface du BV en (ha)

Le temps de concentration est calculé par la formule de KIRPICH qui s'écrit :

$$tc = 0.0195 \cdot L^{0.77} \cdot I^{-0.385}$$

Avec :

$L$  : longueur du BV en (m)

$tc$  : temps de concentration en ( min)

$I$  : Pente moyenne du BV en (m/m)

#### Assemblage des bassins versants en série :[5]

Pour des BV en série, la formule Rationnelle s'écrit :

$$Q_p = 0.167 \cdot C_{eq} \cdot 4 \cdot tc^{-0.5} \cdot A_{eq} \quad \text{pour } T = 10 \text{ ans}$$

Avec :

$$A_{eq} = \sum A_i$$

$$C_{eq} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

$$tc_{eq} = tc1 + tc2$$

#### ✚ Assemblage des bassins versants en parallèles : [5]

Pour des BV en parallèles, la formule Rationnelle s'écrit :

$$Q_p = 0.167 \cdot C_{eq} \cdot A_{eq}^{-0.5} \cdot A_{eq} \quad \text{pour } T = 10 \text{ ans}$$

Avec :

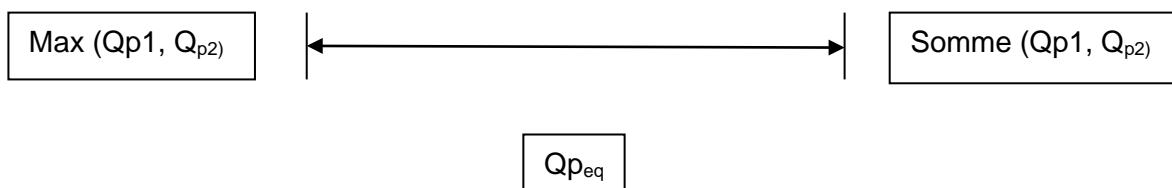
$$A_{eq} = \sum A_i$$

$$C_{eq} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

$$tc_{eq} = \text{Max} (tc1 + tc2)$$

#### Remarque :

Pour les bassins versants en parallèles, le résultat final de débit de pointe équivalent à prendre doit être vérifié dans l'intervalle suivant :



#### 6.4.2.2 Méthode Superficielle (CAQUOT) : [5]

La méthode Superficielle de CAQUOT est une amélioration de Rationnelle, elle prend en compte l'effet de stockage dans les bassins versants. Cette méthode est utilisée uniquement pour les BV drainés par un réseau, elle est caractérisée par ses limites d'application à savoir :

- $A \leq 200 \text{ ha}$ .  $C \geq 0.2$
- $0.002 \text{ (m/m)} \leq I \leq 0.05 \text{ (m/m)}$

La formule superficielle générale s'écrit :

$$Q_p(T) = K \cdot I^a \cdot C^b \cdot A^c$$

Avec :

**Q<sub>p</sub>** : débit de pointe en (m<sup>3</sup>/s)

**I** : pente moyenne du BV

**C** : Coefficient de ruissellement pondéré

**K, a, b, c** : coefficients spécifiques au site considéré.

**Tableau 6.1** : les formules de Q<sub>p</sub>

Région	T (ans)	Paramètres		Q <sub>p</sub> (T)
		a (T)	b (T)	
Sud de la France	10	6,1	-0,44	1,296. I <sup>0,21</sup> . C <sup>1,14</sup> . A <sup>0,83</sup>
Nord d'Algérie	10	4,0	-0,5	0,520. I <sup>0,20</sup> . C <sup>1,11</sup> . A <sup>0,83</sup>

La formule simplifiée de CAQUOT pour T=10 ans devienne :

$$Q_p = 0.520 \cdot I^{0,20} \cdot C^{1,11} \cdot A^{0,83}$$

Avec :

Q<sub>p</sub> : débit de pointe en (m<sup>3</sup>/s)

I : pente moyenne du BV en (m/m)

C : Coefficient de ruissellement

A : surface du BV en (ha).

- Interpolation – extrapolation :

$$Q_p(T') = Q_p(T = 10 \text{ Ans}) \cdot f(T')$$

Pour T' > 10 ans :      f(T') = 2.00      pour T' = 100 ans

                                 f(T') = 1.60      pour T' = 50 ans

                                 f(T') = 1.25      pour T' = 20 ans

Pour T' < 1 ans :      f(T') = 0.40      pour T' = 9 mois

                                 f(T') = 0.34      pour T' = 6 mois

$$f(T') = 0.28 \quad \text{pour } T' = 4 \text{ mois}$$

$$f(T') = 0.24 \quad \text{pour } T' = 4 \text{ mois}$$

$$f(T') = 0.20 \quad \text{pour } T' = 2 \text{ mois}$$

$$f(T') = 0.12 \quad \text{pour } T' = 1 \text{ mois}$$

- la formule de CAQUOT s'applique pour un allongement moyen supérieur à **0.8**.
- la formule de CAQUOT n'est valable que pour un allongement moyen égal à 2.

$$All = M = \frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0,8 \quad \text{Condition d'utilisation}$$

$$All = M = \frac{L}{\sqrt{A}} = 2 \quad \text{Condition d'acceptation du résultat.}$$

Avec :

**L** : longueur du BV en (hectomètre),

**A** : surface en (ha).

Si l'allongement ( All = M ) n'est pas égale à 2 , On doit corriger Qp par β

Avec :  $\beta \left[ \frac{M}{2} \right]^{0,7 * b(T)}$  Avec b = - 0.5 pour T = 10 ans.

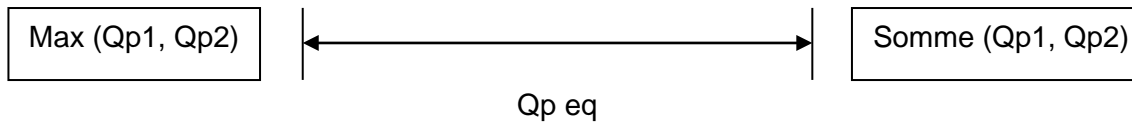
✚ Détermination des pentes moyennes et Meq :

**Tableau 6.2** : Formules utilisées dans la méthode de CAQUOT

Assemblage en série des BV	Assemblage en parallèle des BV
$Aeq = \sum_{i=1}^n Ai$	$Aeq = \sum_{i=1}^n Ai$
$Ceq = \frac{\sum_{i=1}^n Ci.Ai}{\sum_{i=1}^n Ai}$	$Ceq = \frac{\sum_{i=1}^n Ci.Ai}{\sum_{i=1}^n Ai}$
$Ieq = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n Li}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Li}{\sqrt{Li}} \right)} \right]^2$	$Ieq = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n li.Qi}{\sum_{i=1}^n Qi} \right]^2$
$Meq = \frac{Li}{\sqrt{\sum Ai}}$	$Meq = \frac{LQmax}{\sqrt{\sum Ai}}$

**Remarque :**

Pour les bassins versants en parallèles, le résultat final de débit de pointe équivalent à prendre doit être vérifié dans l'intervalle suivant :



### 6.5 Méthodes et formules de dimensionnement d'un réseau d'assainissement des eaux pluviales ou unitaire :[5]

Le dimensionnement du réseau se fait principalement par deux méthodes à savoir :

- Méthode Rationnelle
- Méthode de Caquot
- Méthode de Manning Strickler

#### 6.5.1 La méthode Rationnelle : [5]

Le dimensionnement des conduites par cette méthode nécessite de connaître le débit de pointe à l'entrée du réseau ainsi que la proposition des paramètres de pose (pente, type de conduites,...).

La formule de calcul du diamètre sera utilisée par la suite avec les différentes vérifications nécessaires selon les étapes suivantes :

$$D = \left( \frac{n}{0,03117} \cdot \frac{Q_p}{\sqrt{I}} \right)^{3/8}$$

Avec :

D : diamètre (m)

Qp : débit de pointe (m<sup>3</sup>/s)

I : Pente moyenne (%)

n : coefficient de Manning (en relation avec la rugosité)

- n = 0.012 pour tuyaux en ciment lisses
- n = 0.013 pour tuyaux en béton ordinaire
- n = 0.014 pour canaux en béton
- n = 0.025 pour tôle ondulé

- $n = 0.030$  pour canaux en terre
- $n = 0.040$  pour canaux rugueux avec pierres
- $n = 0.035$  pour fossés avec lits en pierre.
- Fixer le diamètre commercial avec  $\emptyset \geq D$  (normalisé),
- Calculer les caractéristiques à pleine section,

$$Q_{ps} = \frac{0,03117}{n} \cdot \emptyset^3 \cdot \sqrt{I}$$

$$V_{ps} = \frac{4 \cdot Q_{ps}}{\pi \cdot \emptyset^2}$$

$$r_q = \frac{Q_p}{Q_{ps}}$$

- Lire sur les monogrammes (abaques) les valeurs de  $rV$  et  $rH$

Exemple :  $rQ = 0.35$  donne  $r : rh = 0.4$  et

$$rv = 0.92$$

- Evaluer la vitesse effective ( $V$ ) ainsi que la hauteur de remplissage ( $H$ ) dans la conduite,

$$V = rV \cdot V_{ps}$$

$$H = rH \cdot \emptyset$$

- Vérifier avec les compatibilités avec les normes fixées et apporter les modifications nécessaires jusqu'à avoir les résultats satisfaisants.

$$V \leq V_{max}$$

- Calcul du temps de concentration aval du tronçon dimensionné à fin de passer au suivant :

$$t_{caval} = t_{camant} + t_{conduite}$$

Avec :  $t$  (min),  $L$  (m),  $V$  (m/min)

$t_{camant}$ : le temps mis par l'eau ruisselant des toits et les différentes aires pour atteindre la bouche d'égout la plus proche, en générale on prend :

$$t_c = 0.0195 \cdot L^{0,77} \cdot I^{-0,385}$$

$t_{conduite}$  : le temps mis par l'eau pour s'écouler depuis la bouche la plus éloignée

$$t_{c\text{ conduite}} = \frac{L}{V \cdot 60}$$

Avec :

L : longueur de la conduite (m)

V : vitesse d'écoulement

### **6.5.2 La méthode de Caquot :[5]**

Le dimensionnement des conduites par cette méthode nécessite de connaître le débit de pointe à l'entrée du réseau ainsi que la proposition des paramètres de pose (pente).

La démarche de cette formule consiste à utiliser seulement l'abaque spécifique à cette méthode en précisant notre débit et la pente de pose choisie, on tire de l'abaque le diamètre correspondant. Le même principe est utilisé pour le reste des tronçons.

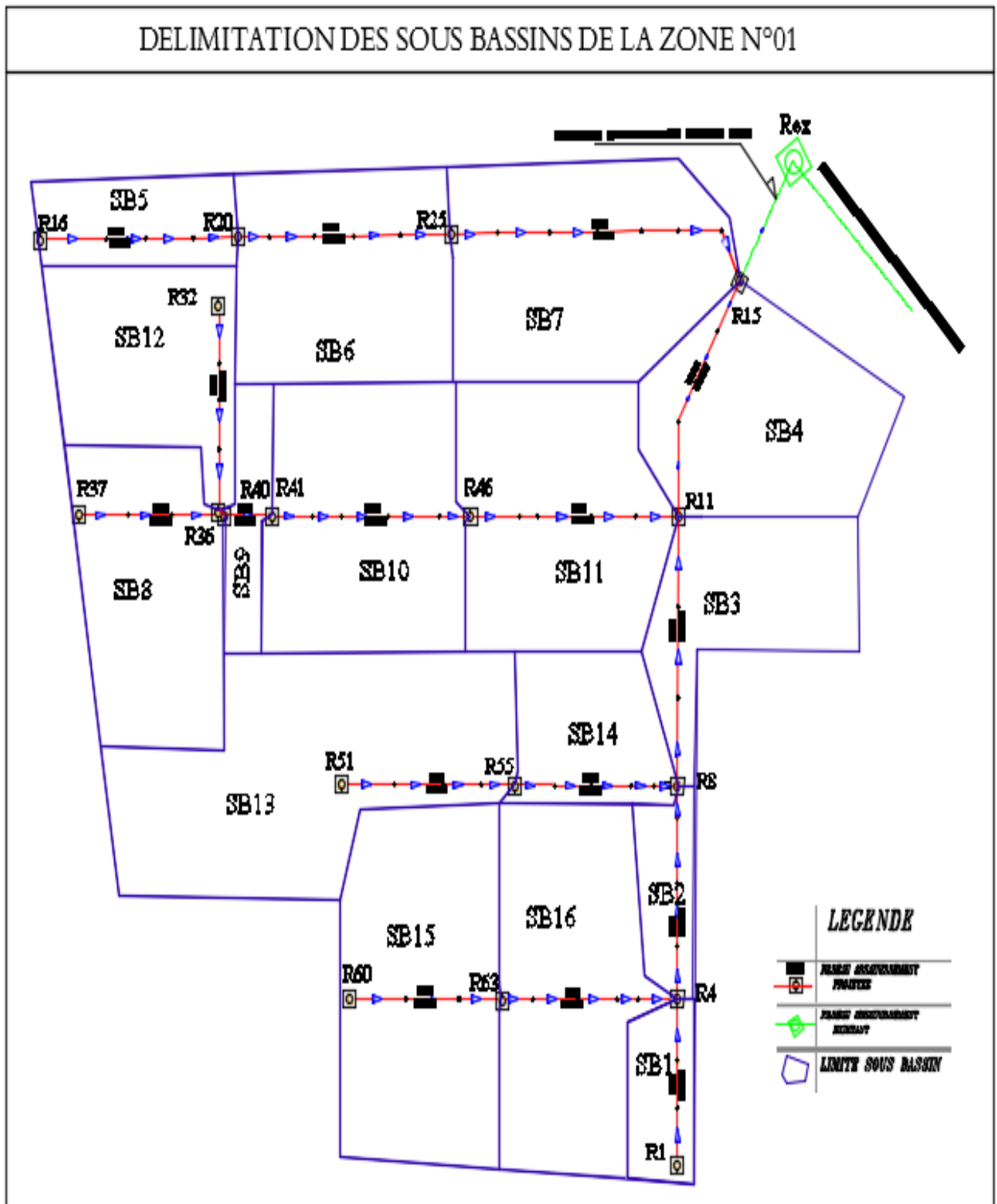


Figure 6.2 : Délimitation des BV de la zone 1

**Remarque** : vue de la disponibilité de toutes les données, nous allons utiliser la méthode rationnelle comme une méthode de dimensionnement pour les eaux pluviales et la vérification du fonctionnement hydraulique, les résultats de calculs sont représentés dans les tableaux suivants :

**Tableau 6.3** : Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 1

Collecteur	Tronçon	N° de SB	Lc (m)	I (%)	Aeq (ha)	Ceq	Tceq (min)	Qp (m³/s)	Qpeu (l/s)	Qt (m³/s)	D (mm)	Dn (mm)	Qps (m³/s)	Vps (m/s)	rq	rh	rv	V (m³/s)	H (m)	Tc aval
01	R1 – R4	1	100	0,82	0,67	0,63	2,85	0,16	0,98	0,16	377	400	0,19	1,5	0,84	0,69	1,14	1,71	0,28	3,25
	R4 – R8	2	114,52	0,82	7,55	0,3	6,54	0,59	0,89	0,59	615	800	1,20	2,39	0,49	0,48	1	2,39	0,38	8,02
	R8 – R11	3	198,35	1,38	15,08	0,27	9,56	1,06	1,20	1,061	695	800	1,55	3,09	0,68	0,59	1,08	3,34	0,47	15,98
	R11 – R15	4	166	0,50	29,58	0,26	12,57	1,46	1,59	1,46	947	1000	1,70	2,17	0,86	0,69	1,14	2,47	0,69	14,08
02	R16 – R20	5	166,6	1,40	1,05	0,46	4,67	0,15	1,13	0,151	333	400	0,25	1,99	0,60	0,55	1,04	2,07	0,22	6,43
	R20 – R25	6	183	1,02	3,76	0,3	9,79	0,24	1,64	0,241	422	500	0,38	1,94	0,63	0,56	1,04	2,02	0,28	6,21
	R25 – R15	7	270,4	2,80	7,07	0,27	14,32	0,31	1,93	0,311	384	400	0,35	2,79	0,89	0,72	1,12	3,12	0,29	15,76
03	R32 – R36	8	124,04	0,40	2,07	0,27	3,5	0,20	1,39	0,201	469	500	0,24	1,22	0,84	0,68	1,11	1,35	0,34	5,84
04	R37 – R36	9	123	3,37	2,45	0,26	7,43	0,23	1,53	0,231	332	400	0,38	3,03	0,61	0,56	1,05	3,18	0,22	8,99
	R40 – R41	10	41,02	2,23	5,68	0,28	8,5	0,57	1,01	0,571	503	600	0,92	3,26	0,62	0,57	1,06	3,46	0,34	10,11
	R41 – R46	11	146	1,68	8,78	0,26	12,58	0,55	1,81	0,551	524	600	0,80	2,83	0,69	0,60	1,09	3,08	0,36	13,66
	R46 – R11	12	179	2,39	11,87	0,25	11,57	0,56	1,80	0,561	493	500	0,58	2,96	0,97	0,79	1,16	3,43	0,40	12,54
05	R51 – R55	13	115,5	1,68	4,37	0,23	7,23	0,37	2,36	0,372	452	500	0,49	2,50	0,76	0,64	1,1	2,75	0,32	9,87
	R55 – R8	14	119	3,00	5,7	0,24	7,56	0,36	1,06	0,361	401	500	0,65	3,31	0,56	0,54	1,04	3,44	0,27	9,98
06	R60 – R63	15	126,7	2,01	3,31	0,24	3,54	0,28	1,86	0,281	393	400	0,30	2,39	0,94	0,75	1,14	2,72	0,3	5,79
	R63 – R4	16	107	2,20	6,32	0,24	6,54	0,40	1,76	0,401	442	500	0,56	2,86	0,72	0,62	1,08	3,09	0,31	7,33

Tableau 6.4 : Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 2

Collecteur	Tronçon	N° de SB	Lc (m)	I (%)	Aeq (ha)	Ceq	Tceq (min)	Qp (m³/s)	Qpeu (l/s)	Qt (m³/s)	D(m)	Dn (mm)	Qps (m³/s)	Vps (m³/s)	rq	rh	rv	V (m³/s)	H (m)	Tc aval
07	R 68 – R 71	17	124,98	1,53	0,82	0,34	3,56	0,10	0,65	0,10	0,28	300	0,12	1,70	0,83	0,68	1,13	1,92	0,20	4,83
	R 71 – R 76	18	163,03	1,57	3,82	0,24	7,13	0,23	1,62	0,231	0,38	400	0,26	2,07	0,89	0,72	1,13	2,34	0,29	8,77
	R 76 – R 78	19	110,06	1,11	5,31	0,24	9,24	0,28	0,93	0,28	0,44	500	0,40	2,04	0,70	0,61	1,08	2,20	0,31	10,48
	R 78 – R 80	20	65,89	1,30	6,21	0,25	12,12	0,30	0,65	0,30	0,44	500	0,43	2,19	0,70	0,61	1,08	2,37	0,31	14,13
	R 80 – R 88	21	276,65	1,73	9,66	0,23	14,84	0,39	1,76	0,391	0,46	500	0,50	2,55	0,78	0,66	1,1	2,81	0,33	16,51
	R 88 – R 91	22	130,3	1,72	16,56	0,22	17,48	0,58	1,29	0,581	0,53	600	0,81	2,87	0,72	0,62	1,08	3,09	0,37	19,29
	R 91 – R 92	23	66,56	0,90	43,15	0,22	30,74	1,14	1,03	1,141	0,77	800	1,25	2,49	0,91	0,74	1,14	2,84	0,59	31,12
08	R 93 – R 97	24	111,8	3,44	2,55	0,23	3,18	0,22	1,37	0,221	0,33	400	0,39	3,11	0,57	0,54	1,04	3,23	0,22	5,19
	R 97 – R 88	25	137,09	2,18	4,5	0,22	7,01	0,25	1,14	0,251	0,37	400	0,31	2,47	0,81	0,67	1,1	2,72	0,27	8,66
09	R 101 – R 106	26	135,28	2,36	1,85	0,25	3,80	0,16	1,08	0,161	0,31	400	0,32	2,55	0,50	0,49	1,01	2,58	0,20	4,79
	R 106 – R 110	27	129,39	1,60	2,66	0,27	7,42	0,18	0,66	0,18	0,35	400	0,26	2,07	0,69	0,60	1,07	2,21	0,24	8,57
	R 110 – R 114	28	150,09	1,29	9,78	0,26	9,63	0,55	1,08	0,551	0,55	600	0,70	2,48	0,79	0,66	1,1	2,73	0,40	11,61
	R 114 – R 119	29	155,76	1,83	6,86	0,26	11,98	0,34	0,73	0,34	0,43	500	0,51	2,60	0,67	0,59	1,06	2,76	0,30	13,37
	R 119 – R 123	30	105,05	0,50	11,27	0,25	13,92	0,50	0,99	0,50	0,63	800	0,94	1,87	0,53	0,51	1,02	1,91	0,41	14,91
	R 123 – R 126	31	108,14	0,50	13,74	0,24	16,95	0,54	1,23	0,541	0,65	800	0,94	1,87	0,58	0,55	1,04	1,94	0,44	18,02
	R 126 – R 128	32	74,26	0,50	14,06	0,25	17,04	0,57	0,72	0,57	0,67	800	0,94	1,87	0,61	0,56	1,05	1,96	0,45	19,87
	R 128 – R 133	33	176,34	0,50	17,28	0,24	20,98	0,60	1,64	0,601	0,68	800	0,94	1,87	0,64	0,57	1,05	1,96	0,46	22,14
	R 133 – R 135	34	75,07	0,50	18,3	0,24	21,15	0,64	0,72	0,64	0,70	800	0,94	1,87	0,68	0,60	1,07	2	0,48	22,13
	R 135 – R 139	35	194,07	0,50	21,14	0,23	24,56	0,66	1,59	0,661	0,70	800	0,94	1,87	0,70	0,61	1,08	2,02	0,49	27,57
	R 139 – R 144	36	221,78	0,84	24,28	0,22	27,74	0,68	1,69	0,681	0,65	800	1,21	2,41	0,56	0,54	1,03	2,48	0,43	30,26
R 144 – R 91	37	130,81	0,84	24,89	0,22	29,42	0,67	0,75	0,67	0,64	800	1,21	2,41	0,55	0,54	1,03	2,48	0,43	30,93	
10	R 148 – R 151	38	94,93	4,32	1,55	0,27	2,66	0,17	0,97	0,17	0,28	300	0,20	2,83	0,85	0,69	1,13	3,20	0,21	4,72
	R 151 – R 119	39	127,2	2,97	2,77	0,27	6,23	0,20	0,83	0,20	0,32	400	0,35	2,79	0,57	0,54	1,03	2,87	0,22	7,58
11	R 155 – R 158	40	146,34	2,53	1,34	0,28	3,10	0,14	0,88	0,14	0,29	300	0,15	2,12	0,93	0,75	1,14	2,42	0,23	5,28

**Tableau 6.5** : Evaluation des débits des eaux pluviales et les paramètres hydrauliques des collecteurs de la zone 3

Collecteur	Tronçon	N° de SB	Lc (m)	I (%)	Aeq (ha)	Ceq	Tceq (min)	Qp (m <sup>3</sup> /s)	Qpeu (l/s)	Qt (m <sup>3</sup> /s)	D(m)	Dn (mm)	Qps (m <sup>3</sup> /s)	Vps (m <sup>3</sup> /s)	rq	rh	rv	V (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Tc aval
12	R 159 – R 162	41	147,96	1,59	1,77	0,33	3,15	0,22	1,36	0,221	0,38	400	0,26	2,07	0,85	0,69	1,13	2,34	0,28	5,15
	R 162 – R 164	42	88,53	0,72	6,32	0,49	7,74	0,74	1,26	0,741	0,69	800	1,12	2,23	0,66	0,58	1,05	2,34	0,46	9,41
	R 164 – R 168	43	120,71	0,72	8,54	0,53	9,38	0,99	1,14	0,991	0,77	800	1,12	2,23	0,88	0,72	1,12	2,50	0,58	11,05
	R 168 – R 171	44	108,39	0,72	9,87	0,52	11,44	1,01	1,46	1,011	0,77	800	1,12	2,23	0,90	0,73	1,13	2,52	0,58	12,83
	R 171 – R 174	45	149,36	1,33	16,21	0,49	13,68	1,43	1,52	1,431	0,78	800	1,53	3,05	0,94	0,75	1,14	3,48	0,6	15,29
13	R 175 – R 178	46	131,56	1,7	2,81	0,27	3,75	0,26	1,77	0,261	0,40	400	0,27	2,15	0,97	0,78	1,16	2,49	0,31	7,22
	R 178 – R 182	47	140,77	1,82	4,04	0,35	5,73	0,39	1,55	0,391	0,45	500	0,51	2,60	0,77	0,67	1,1	2,86	0,34	8,01
	R 182 – R 171	48	128,16	0,72	4,89	0,42	7,33	0,51	1,51	0,511	0,60	600	0,52	1,84	0,98	0,79	1,17	2,15	0,47	9,39
14	R 186 – R 164	49	146,35	1,9	7,54	0,53	3,97	1,34	2,13	1,342	0,72	800	1,82	3,62	0,74	0,63	1,09	3,95	0,50	4,18
15	R 191 – R 194	50	132,96	1,17	1,84	0,31	2,98	0,22	1,33	0,221	0,40	400	0,23	1,83	0,96	0,77	1,16	2,12	0,31	4,72
	R 194 – R 198	51	103,15	1,73	2,94	0,4	4,74	0,36	1,39	0,361	0,45	500	0,50	2,55	0,72	0,62	1,08	2,75	0,31	6,14
	R 198 – R 162	52	168,39	0,97	3,9	0,51	6,35	0,53	2,15	0,532	0,57	600	0,60	2,1	0,89	0,72	1,13	2,37	0,43	7,77

**Tableau 6.6** : Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 1)

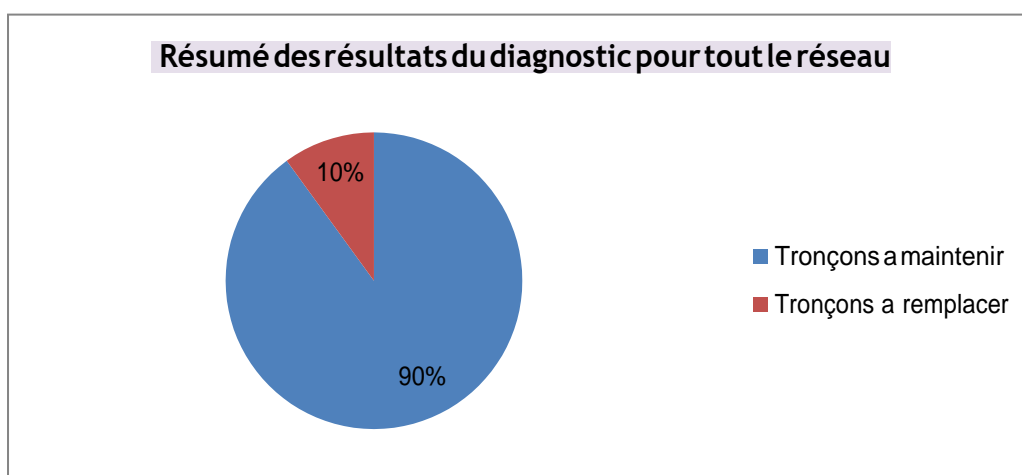
N° de SB	N° de tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Calculé (mm)	Observations	Recommandations
1	R1 – R4	300	400	Sous dimensionné	A remplacer
2	R 4 – R 8	800	800	Bien dimensionné	A maintenir
3	R 8 – R 11	800	800	Bien dimensionné	A maintenir
4	R 11 – R 15	1200	1000	Sur dimensionné	A maintenir
5	R 16 – R 20	400	400	Bien dimensionné	A maintenir
6	R 20 – R 25	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
7	R 25 – R 15	600	400	Sur dimensionné	A maintenir
8	R 32 – R 36	500	500	Bien dimensionné	A maintenir
9	R 37 – R 36	400	400	Bien dimensionné	A maintenir
10	R 40 – R 41	500	600	Sous dimensionné	A remplacer
11	R 41 – R 46	600	600	Bien dimensionné	A maintenir
12	R 46 – R 11	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
13	R 51 – R 55	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
14	R 55 – R 8	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
15	R 60 – R 63	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
16	R 63 – R 4	600	500	Sur dimensionné	A maintenir

**Tableau 6.7** : Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 2)

N° de SB	N° de tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Calculé (mm)	Observation	Recommandations
17	R 68 – R 71	400	300	Sur dimensionné	A maintenir
18	R 71 – R 76	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
19	R 76 – R 78	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
20	R 78 – R 80	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
21	R 80 – R 88	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
22	R 88 – R 91	800	600	Sur dimensionné	A maintenir
23	R 91 – R 92	400	800	A doubler	A remplacer
24	R 93 – R 97	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
25	R 97 – R 88	600	400	Sur dimensionné	A maintenir
26	R 101 – R 106	400	400	Bien dimensionné	A maintenir
27	R 106 – R 110	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
28	R 110 – R 114	600	600	Bien dimensionné	A maintenir
29	R 114 – R 119	600	500	Sur dimensionné	A maintenir
30	R 119 – R 123	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
31	R 123 – R 126	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
32	R 126 – R 128	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
33	R 128 – R 133	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
34	R 133 – R 135	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
35	R 135 – R 139	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
36	R 139 – R 144	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
37	R 144 – R 91	1000	800	Sur dimensionné	A maintenir
38	R 148 – R 151	400	300	Sur dimensionné	A maintenir
39	R 151 – R 119	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
40	R 155 – R 158	400	300	Sur dimensionné	A maintenir

**Tableau 6.8** : Résumé des résultats du diagnostic du réseau (Zone 3)

N° de SB	N° de tronçon	Diamètre Existant (mm)	Diamètre Calculé (mm)	Observation	Recommandations
41	R 159 – R 162	400	400	Bien dimensionné	A maintenir
42	R 162 – R 164	800	800	Bien dimensionne	A maintenir
43	R 164 – R 168	800	800	Bien dimensionné	A maintenir
44	R 168 – R 171	800	800	Bien dimensionné	A maintenir
45	R 171 – R 174	800	800	Bien dimensionné	A maintenir
46	R 175 – R 178	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
47	R 178 – R 182	500	500	Bien dimensionné	A maintenir
48	R 182 – R 171	800	600	Sur dimensionné	A maintenir
49	R 186 – R 164	400	800	A doubler	A remplacer
50	R 191 – R 194	500	400	Sur dimensionné	A maintenir
51	R 194 – R 198	500	500	Bien dimensionné	A maintenir
52	R 198 – R 162	500	600	Sous dimensionné	A remplacer



### 6.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, le dimensionnement des réseaux d'assainissement des trois zones est effectué en utilisant la méthode Rationnelle applicable pour un réseau unitaire en respectant les norme de pose des conduites (pente, vitesse,..... ) Les résultats de calculs montrent que :

- Les vitesses d'écoulement sont dans l'ensemble acceptables car elles sont inférieures à 4 m/s (Vitesse maximale) ;
- Les résultats de dimensionnement obtenus (débits, vitesses, diamètres ...) sont acceptables.

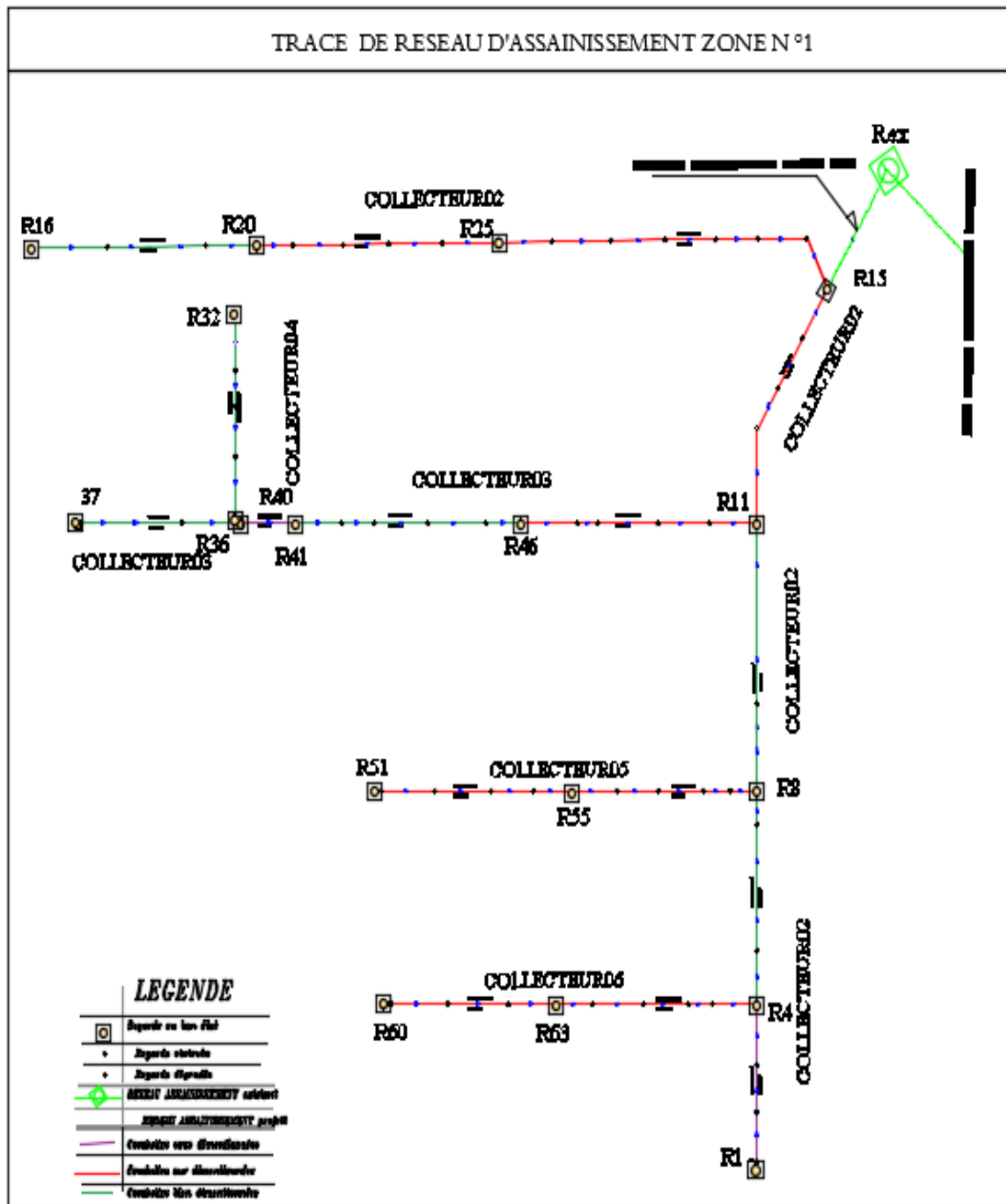


Figure 6.3 : Plan d'assainissement de la zone 1 après diagnostic

# **Chapitre 7**

## **Devis quantitatif et estimatif après diagnostic**

## Chapitre 7 : Devis quantitatif et estimatif après diagnostic

### 7.1 Introduction :

Après avoir diagnostiqué le réseau, nous avons fait les constatations suivantes :

- Sou-dimensionnement de certains tronçons.
- Surdimensionnement de certains tronçons.

Le calcul de coût de réhabilitation consiste à estimer le cout de tous les travaux à effectuer pour porter des solutions au problème d'assainissement existant.

**A.** pour les tronçons sou-dimensionnés, en a deux cas :

- Si la différence entre le diamètre calculé et le diamètre existant est petit. dans certains cas, il est inutile de porter des modifications au réseau, donc le calcul du cout pour ce cas est inutile.
- Changer carrément le tronçon si l'écart est très grand avec vérification de la capacité du regard récepteur.
- Décharger la conduite sur une autre se trouvant à proximité si elle existe et admet un débit en plus, cela nous permet de maintenir la conduite existence.

**B.** Pour les tronçons surdimensionnés, on les garde comme ils sont. Donc, il est inutile de calculer leur coût.

### 7.2 Etapes de calcul du coût de réhabilitation : [9]

Ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire correspondant.

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

- Travaux de décapage de la tranchée,
- Fourniture et pose de lit de sable,
- Fourniture et pose des buses en béton,
- Construction des regards en béton armé,
- Travaux et remblaiement de la tranchée,
- Transport des sols excédentaires.

Le principe de calcul est le suivant :

**A) Calcul de volume du remblai (V<sub>r</sub>) :**

Le volume occupé par la canalisation :

$$V_2 = \pi (D_{\text{ext}})^2 \cdot L/4$$

Le volume du lit de pose :

$$V_1 = 0,10 \cdot L \cdot l$$

Le volume du remblai :

$$V_r = V_d - V_1 - V_2$$

$$D_{\text{ext}} = D_n + 2e$$

Avec :

V<sub>r</sub> : volume du remblai en m<sup>3</sup>

D<sub>n</sub> : diamètre normalisé du conduit (m)

e : épaisseur de conduite en excès (m)

**B) Evacuation des terres en excès :**

Les terres excédentaires doivent être évacuées et nivelées dans le site le plus proche, le volume de ces terres est donné par :

$$V_{\text{texc}} = V_d \cdot (1 + f) - V_r$$

Coefficient de fonctionnement pris égal à 20 %  
V<sub>texc</sub> : volume des terres en excès (m<sup>3</sup>)

D<sub>n</sub> : diamètre intérieur

L : longueur de la tranchée

H<sub>0</sub> : hauteur de remblai

H<sub>1</sub> : hauteur du lit sable

D<sub>ext</sub> : diamètre extérieur

H<sub>t</sub> : hauteur totale de la tranchée

**C) Calcul de volume du lit du sable :**

$$V_{ls} = e.L.l$$

$V_{ls}$  : volume du lit de sable en  $m^3$

$e$  : épaisseur de la couche de sable en m  $B$  : largeur de la couche du tronçon en m  
 $L$  : longueur totale de la tranchée en m.

**D) Volume occupé par les conduites :**

$$V_{cdt} = L.\pi.D^2/4$$

Avec :

$V_{cdt}$  : volume occupé par les conduites ( $m^3$ )

$L$  : longueur totale de la tranchée (m)

$D$  : diamètre extérieur de la conduite (m).

**E) Volume d'enrobage :**

$$V_{et} = L.(D+0,2).l - V_{cdt}$$

Avec :

$B$  : largeur de la couche du tronçon (m)  $D$  : diamètre extérieur de la conduite (m)  
 $L$  : longueur de la conduite (m)

$V$  : volume occupé par les conduites ( $m^3$ )

**F) Volume évacué :**

$$V_{év} = V_{ls} + V_{cdt} + V_{et}$$

### **7.3 Exécution des travaux :**

#### **A) Exécution des fouilles :**

L'exécution des fouilles est une étape assez délicate qui nécessite des moyens conséquents en fonction des propriétés mécanique du sol et la profondeur des tranchées.

Il existe une interaction importante de sol-tuyauteries, qui automatiquement sur la durabilité du réseau, la largeur des tranchées doit être suffisante de façon à permettre une intervention facile des ouvriers lors de la pose avec un large supplémentaire au droit des joints, qui est donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2. (0,3)$$

Avec :

B : largeur de la tranchée (m)

D : diamètre de conduite (m)

Un lit de sable est dressé au fond de la fouille sur lequel reposent les bases, celui-ci varie généralement de : 0,1 à 0,15 m.

La surface du lit de sable être titre bien nivelée pour que le collecteur ne repose pas sur aucun point dur ou faible.

#### **B) Pose de canalisation :**

L'emplacement de canalisation est variable suivant la chaussée et le système du réseau, la pose se fait de l'aval vers l'amont.

Les collecteurs sont descendus soigneusement dans la tranchée et présentés dans le prolongement les uns des autres, chaque tuyau repose sur deux briques placées sur le fond de la fouille, le vide doit être rempli de sable. Ils sont à 50 cm minimum au dessous du sol à compter de la génitrice.

**C) Remblais des feuilles et compactage :****C1) Remblais des fouilles :**

Dans la plupart des cas, les remblais sont effectués par les matériaux extraits lors d'exécution des tranchées, tout en veillant à ce que ceux-ci soit expurgés de tout élément susceptible de nuire aux caractéristiques physiques du sol ainsi qu'aux collecteurs.

Au cas où la nature du sol est rocailleuse, des matériaux d'apport sont alors nécessaires, ceux-ci doivent être rapportés du site le plus proche possible.

**C2) Captage des fouilles :**

Le compactage d'un remblai de la tranchée consiste à lui donner l'indice du vide le plus bas possible ou la densité sèche la plus élevée possible. On signale que la teneur en eau optimum dépend non seulement de la nature de sol, mais aussi dans une large mesure de la méthode de compactage.

**D. Exécution des regards :**

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs, la profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

- a. Réglage du fond ou regard,
- b. Exécution de la couche du béton de propreté,
- c. Ferrailage du radier de regard,
- d. Ferrailage des parois,
- e. Bétonnage des parois,
- f. Ferrailage de la dalle,
- g. Bétonnage de la dalle,
- h. Bétonnage du radier,
- i. Coffrage des parois,
- j. Décoffrage des parois,
- k. Coffrage de la dalle

**Remarque :** les résultats de calcul sont représentés dans les tableaux ci-après

**Tableau 7.1 :** Estimation du coût des conduites

<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Prix unitaire en DA/U</b>	<b>Totaux partiels</b>
300	366,25	3500	1281875
400	1430,13	4500	6435585
500	1311,86	5800	7608788
600	467,87	5000	2339350
800	1298,43	6500	8439795
1000	166	11000	1826000
Prix total			27931393 DA

**Tableau 7.2 :** Estimation du coût des déblais

<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prix unitaire en DA/U</b>	<b>Totaux partiels</b>
300	366,25	285,52	700	199864
400	1430,13	1201,26	700	840882
500	1311,86	1180,66	700	826462
600	467,87	449,13	700	314391
800	1298,43	1162,74	700	813918
1000	166	119,2	700	83440
Prix total				3078957 DA

**Tableau 7.3 :** Estimation du coût des remblais

<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prix unitaire en DA/U</b>	<b>Totaux partiels</b>
300	366,25	212,39	250	<b>53097</b>
400	1430,13	666,11	250	<b>166527</b>
500	1311,86	726,41	250	<b>181602</b>
600	467,87	242,05	250	<b>60512</b>
800	1298,43	516,24	250	<b>129060</b>
1000	166	35,69	250	<b>8922</b>
Prix total				599722 DA

**Tableau 7.4** : Estimation du coût de l'enrobage

<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prix unitaire en DA/U</b>	<b>Totaux partiels</b>
300	366,25	212,39	1500	318585,00
400	1430,13	927,67	1500	1391505,00
500	1311,86	1119,98	1500	1679970,00
600	467,87	466,64	1500	699960,00
800	1298,43	1684,83	1500	2527245,00
1000	166	268,83	1500	403245,00
Prix total				7020510 DA

**Tableau 7.5** : Estimation du coût de lit de sable

<b>D (mm)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Prix unitaire en DA/U</b>	<b>Totaux partiels</b>
300	366,25	190,34	1500	285510,00
400	1430,13	800,84	1500	1201260,00
500	1311,86	787,11	1500	1180665,00
600	467,87	299,42	1500	449130,00
800	1298,43	934,86	1500	1402290,00
1000	166	132,81	1500	199215,00
Prix total				4718070 DA

**Tableau 7.6** : Estimation du coût de projet (réhabilitation)

	<b>Conduites</b>	<b>Déblais</b>	<b>Remblais</b>	<b>Enrobage</b>	<b>Lit de sable</b>
Prix (DA)	27 931 393	3 078 957	599 722	7 020 510	4 718 070
Prix total	43 348 652 DA				

**7.4 Conclusion :**

Le système d'assainissement dans notre site d'étude présente des insuffisances.

On a calculé le coût de changement des diamètres pour les conduites sous dimensionnées, ensuite le cout des conduites surdimensionnées pour voir les pertes issues du surdimensionnement, enfin nous avons appliqués le principe général lors de la réhabilitation des réseaux en essayant de garder le maximum des conduites anciennes.

# **CONCLUSION GENERALE**

## Conclusion générale

L'étude du diagnostic d'un réseau d'assainissement est indispensable pour les réseaux existants anciens. Elle est consacrée en premier lieu à un diagnostic superficiel pour connaître l'état physique des ouvrages d'assainissement, pour passer par la suite au diagnostic approfondie; consacré à la vérification du fonctionnement hydraulique du réseau existant.

Le site étudié est en système unitaire avec trois points de rejets. Le calcul des débits des eaux usées sera utilisé pour les besoins de la STEP en matière de quantité et de dimensionnement de la conduite d'acheminement à son entrée. Celui des eaux pluviales est pour la vérification du fonctionnement hydraulique du réseau du site étudié dont son choix est justifié par la disponibilité des données (plans de recollement et d'occupation du sol).

Notre étude du diagnostic d'un réseau d'assainissement est faite par des étapes indispensables à ce type d'études à savoir :

- Une présentation de la zone d'étude ;
- Un diagnostic superficiel basé plus sur des sorties sur le terrain ;
- Calcul des débits des eaux usées et pluviales. sachant que les eaux usées sont calculés pour l'horizon 2048 et les eaux pluviales sont calculés pour une période de retour de 10 ans vu qu'il s'agit d'une zone urbaine ;

# **BIBLIOGRAPHIE**

**Bibliographie :**

- [1] A.N.R.H : Agence National des Ressources Hydrauliques. Bir Mourad Rais,
- [2] Cours hydrologie du Pr. BENKADJA R. Université de M'sila, 2018
- [3] Cours d'assainissement 1 et 2, Dr SAHLI Y. Université de M'sila, 2017.
- [4] Cour d'assainissement : Evaluation des débits des eaux à évacuer.  
Université  
de Biskra.
- [5] Guide technique d'assainissement, Edition 1997.
- [6] Eléments d'hydrologie de surface, J.P. LABORDE Edition 2000
- [7] L'assainissement en Algérie: problématique, La Houille Blanche, Toumi  
Abdelhamid & Bernard Chocat (2) Alger
- [8] Manuel pratique d'hydrologie Pr TOUAIBIA B. ENSH de Blida, 2004.
- [9] Mémoire de fin d'étude, Ecole supérieur de l'hydraulique (ENSH-BLIDA).  
Etude de réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de  
Bougezoul  
(Wilaya de Médéa)
- [10] Services techniques de l'APC et DRE de M'sila. 2023
- [11] <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/>
- [12] <https://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/>
- [13] <https://www.godurable.fr/>
- [14] <https://press.un.org/fr>
- [15] <https://www.aniref.dz/>

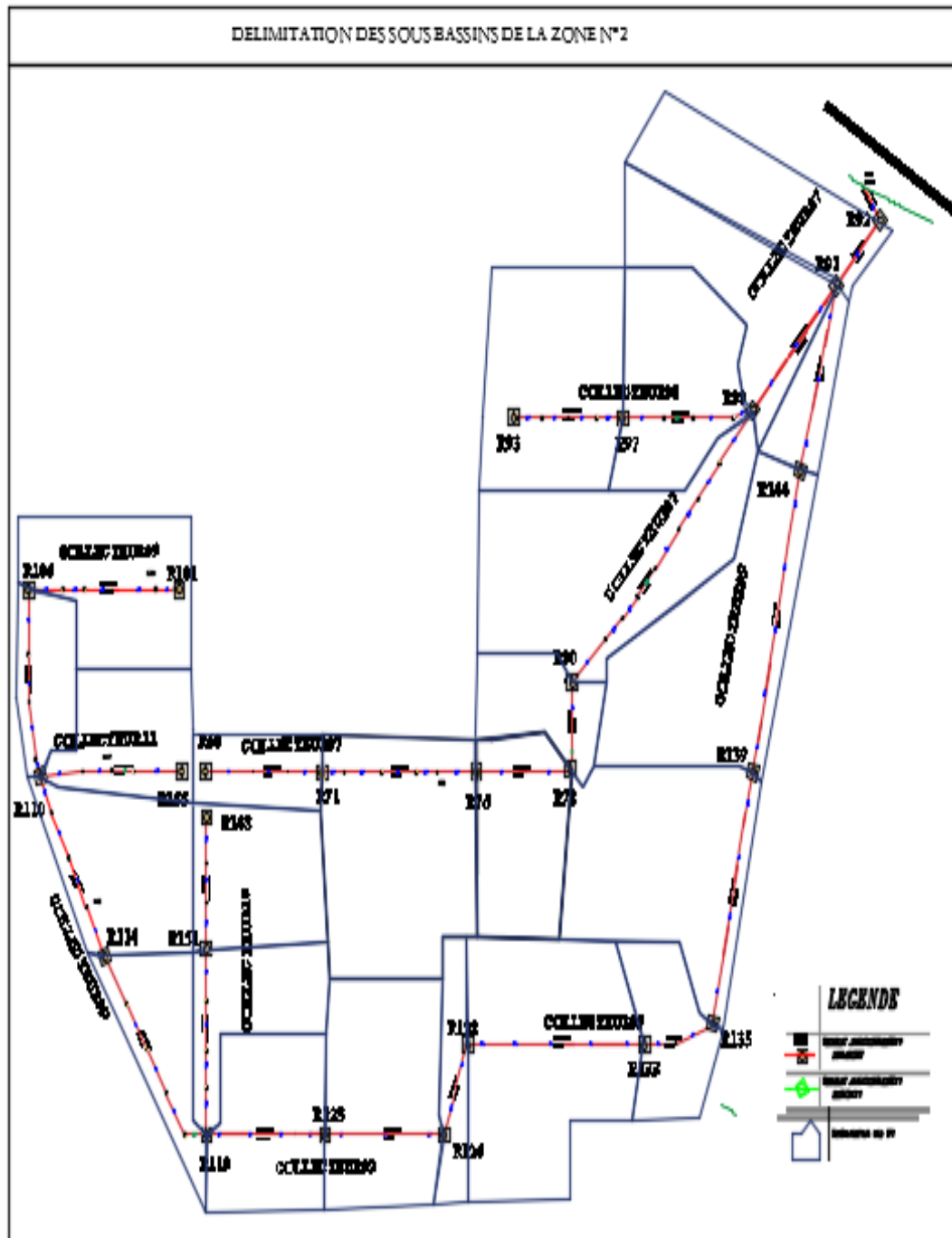
# **ANNEXES**

### ANNEXE 1 : Précipitations mensuelles et maximales journalières à la station de CHELLAL

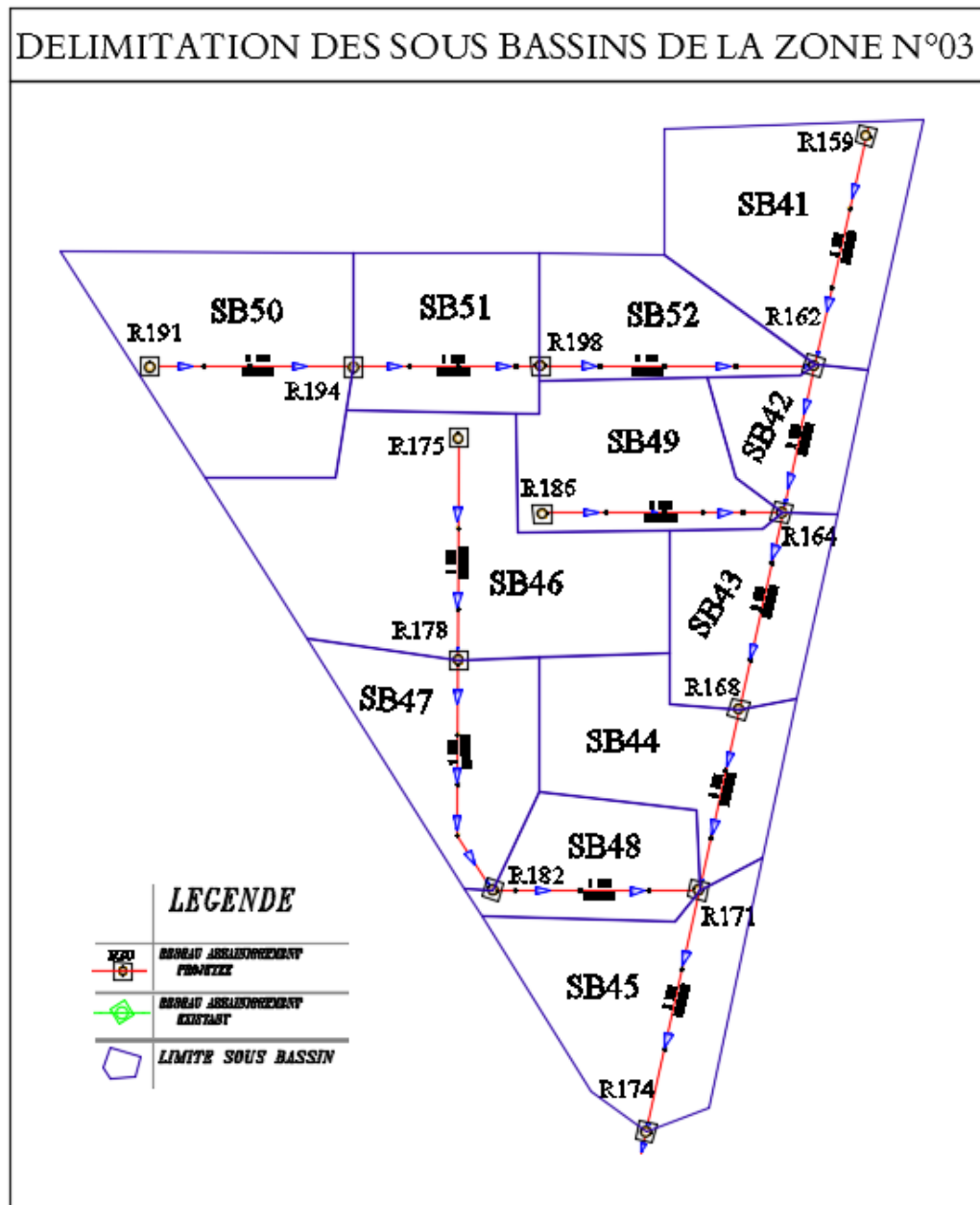
Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Pmax	Pjannulle
1980 - 1981	16,3	0	18,6	11	0	12,5	2,6	4,6	1,9	3,6	8,3	3,4	18,6	82,3
1981 - 1982	7,4	6,8	0	8,9	3,8	4,6	9,5	17,4	19,9	0	0	0	19,9	78,3
1982 - 1983	2,8	15,6	17,9	1,3	0	5,3	0	16,3	3,5	3,8	0	27,2	27,2	93,7
1983 - 1984	0	0	1,3	1,4	13,1	2,4	4,7	5,9	6,4	4,2	0	5,9	13,3	45,3
1984 - 1985	0	7,2	11,3	0,7	15,5	15,6	9,4	5,9	5,3	2,3	1,5	0	15,6	74,7
1985 - 1986	10,4	9,3	9,1	11	5,3	3,4	10,8	7,5	0	14,4	0	4,3	14,4	85,2
1986 - 1987	4,3	6,9	5,8	7,8	12,4	6,7	9,9	8,9	6,2	6,5	3,9	7,9	12,4	87,2
1987 - 1988	0	12,9	21,5	4,2	3,8	0	4,8	24,5	17,8	18,3	0	0	24,5	107,8
1988 - 1989	0	3,8	9,4	5,3	0	4,6	0	4,8	6,8	12,5	0	7,2	12,5	54,4
1989 - 1990	22,4	14,2	6,9	6,9	9,3	0	9,7	20,2	26,4	5,7	9,2	0	26,4	130,9
1990 - 1991	8,9	0	8,6	9,5	0	6,2	22,9	0	20,3	0	0	0	22,9	76,4
1991 - 1992	6,6	27,8	14,7	6,9	9,5	5,6	9,9	4,5	16,5	4,3	18,2	0	27,8	124,5
1992 - 1993	5,6	0	5,6	0,5	0	11,5	1,3	3,9	14	1,4	0	0,4	14	44,2
1993 - 1994	20,1	0	19,3	15	3,8	3,9	3,5	0	0	0	0	0	20,1	65,1
1994 - 1995	12,5	6,9	1,7	2,8	14,2	0,4	24,6	4,5	0	3,9	0	0	24,6	71,5
1995 - 1996	6,7	1,2	2,6	12	22,7	10,1	16,8	17,1	26,7	31,4	21,8	10,5	31,4	179,7
1996 - 1997	8	11	4	4,3	10	10,7	2,5	5,3	11	16,9	28,5	9	28,5	120,7
1997 - 1998	17	2,9	2,5	11	13,2	10,7	15,7	16,8	38	23,1	13,7	2,6	37,7	204,4
1998 - 1999	12,5	1,2	13,1	6,8	11,42	3,4	3,4	7	3,3	3,5	0	13,1	13,1	33,7
1999 - 2000	17,5	30,4	8,5	15	0	0	4,9	1,7	30,4	5,9	0	4,3	30,4	118,7
2000 - 2001	9	6,7	3,4	8,9	29	4	2,1	10,5	10,6	0	0	1,7	29	85,9
2001 - 2002	10,9	12,5	6,6	6,9	2,7	0	2,4	2,6	2,7	7,9	1,8	3,3	12,5	60,3
2002 - 2003	7,9	6,3	5,4	6,8	42,5	7,4	1,3	5,1	9,3	9,1	1,9	0	42,5	103
2003 - 2004	11,2	22,6	13,1	11	0	1,7	13,1	26,4	29	7,1	4,5	8,9	29	148,2
2004 - 2005	12,6	8,1	14	16	8	10,3	11,9	3,5	0	6,7	5,6	1,9	15,6	98,2

## ANNEXE 2 :

## A. Délimitation des sous bassins de la zone 2

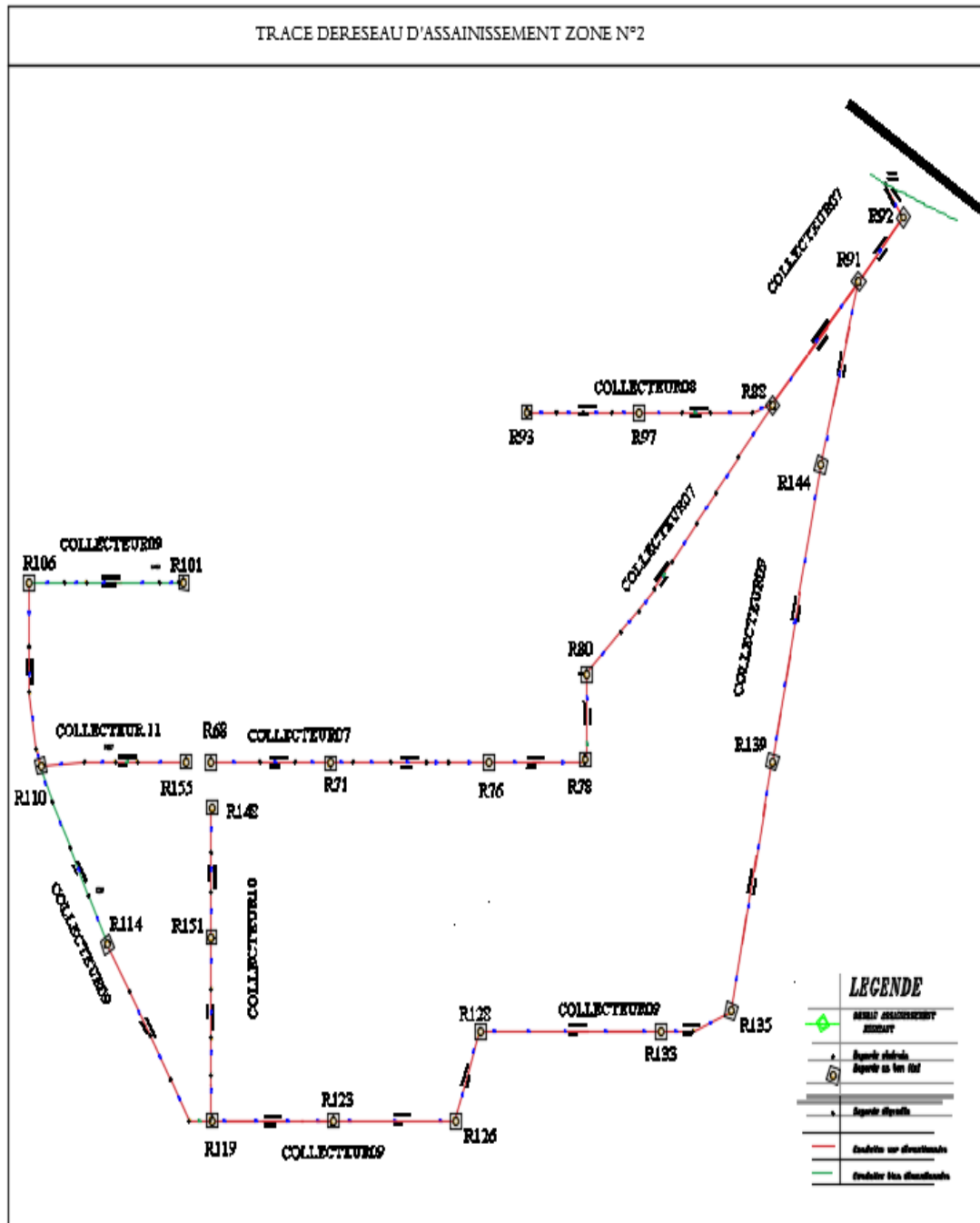


## B. Délimitation des sous bassins de la zone 3

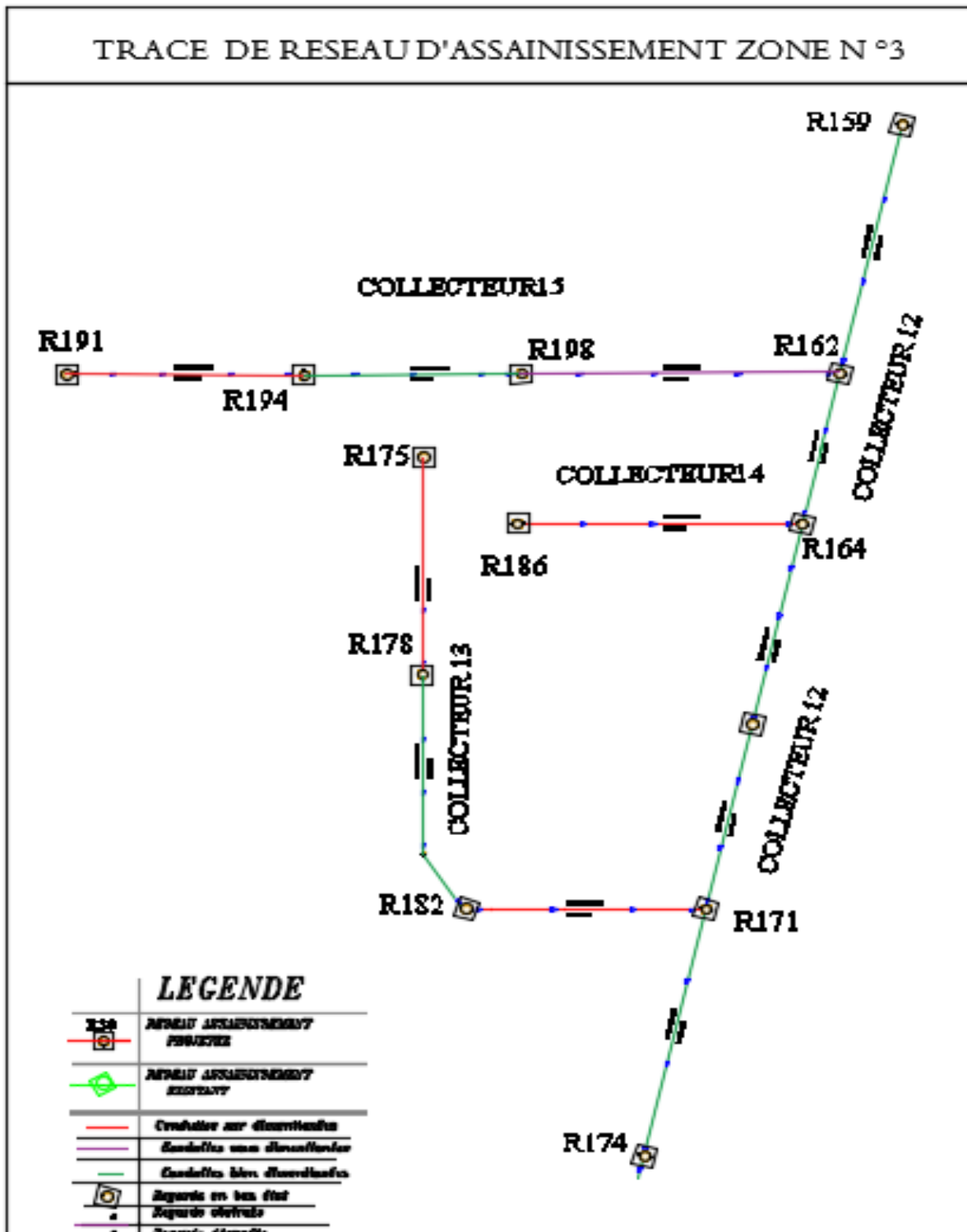


ANNEXE 3 :

A. Plan d'assainissement zone 2 après diagnostic



## B. Plan d'assainissement zone 3 après diagnostic



## ANNEXE 4 : Abaque de vérifications lors du dimensionnement avec la Méthode Rationnelle

