

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

NATIONAL HIGHER SCHOOL FOR  
HYDRAULICS

"The Mujahid Abdellah ARBAOUI"



المدرسة الوطنية العليا للري  
"المجاهد عبد الله عرباوي"

ⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵏ ⵏ ⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵏ ⵏ ⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵏ ⵏ ⵓⵎⵓⵏⵉⵙⵏ

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

**THEME :**

**DIAGNOSTIC ET RENOVATION DU RESEAU  
D'ASSAINISSEMENT DE VILLAGE SUD (C. BORDJ BOU  
ARRERIDJ) (W. BORDJ BOU ARRERIDJ)**

**Présenté par :**

**CHITOUR Ayoub**

**Devant les membres du jury**

**Nom et Prénoms**

**Grade**

**Qualité**

HACHEMI Abdelkader

M.C.B

Président

BOUZIANE Omar

M.A.A

Examineur

SAIMI Ahmed

M.C.B

Examineur

SALAH Boualem

Professeur

Promoteur

**Session : September 2021**

## **REMERCIEMENT**

*Nous tenons tout d'abord à remercier le bon dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage pour achever ce travail*

*Mes vifs remerciements vont à Mon promoteur monsieur B.SALAH qui m'a apporté soutien et conseils pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*

*Mes remerciements également à tous ceux qui ont contribué à ma formation et particulièrement les enseignants de l'ENSH, et mon respect aux membres de jury qui feront l'honneur d'apprécier mon travail.*

*Mes remerciements que j'adresse à tous mes amies pour leurs solidarités et leurs chaleurs humaines dont nous avons besoins.*

*Enfin Je tiens à remercier vivement tous ceux qui m'ont apporté un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude de prêt ou de loin*

## **DÉDICACES**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma chère maman Yamina : pour ces sacrifices et son soutien moral et matériel aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel à cette brave femme qui est tout pour moi*

*A mon père Abd el Azzize : pour son soutien morale et matériel*

*A toutes les familles : CHITOUR , ABBAS, BACHTA*

*Aux enseignants de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.*

*A tous ceux qui m'ont aidé et encouragé dans les moments les plus difficiles*

## ملخص

تتمحور دراستنا حول تشخيص واصلاح شبكة الصرف الصحي في القرية الجنوبية ، بلدية برج بوعريريج ، ولاية برج بوعريريج .

ان التشخيص أدى بنا الى إيجاد عدة عيوب وتشوهات في الشبكة القديمة، حيث ان استعمال الخرسانة المضغوطة غير موافق مع نوعية أرضية المنطقة ولاحظنا ان تصريف مياه الامطار غير ممكن.

ان هدفنا نحو إيجاد الحلول لكل المشاكل التي تهدد هذه القرية الجنوبية و لذلك نقترح مشروعا يمتد الى عام 2051 لتقوية الشبكة وتصريف المياه نحو محطة المعالجة الأقرب للمنطقة.

## Résumer:

Notre étude est portée sur le diagnostic et la rénovation du réseau d'assainissement de village sud commune de Bordj bou arréridj wilaya de Bordj bou arréridj.

Après avoir fait un diagnostic physique de notre réseau et détecter les anomalies de l'ancien réseau nous avons constaté que tout le réseau est fait en béton comprimé et c'est ce qui ne convient pas avec le terrain de notre localité, l'incapacité du réseau à évacuer les eaux pluviales.

Donc nous cherchons à trouver des solutions pour éviter les risques qui menacent ce petit village en proposant un schéma directeur à l'horizon de 2051, afin de renforcer notre réseau et transporter ces eaux vers un seul point de rejet et évacuer les eaux usées vers la station d'épuration la plus proche.

## Abstract:

This study is focused on the diagnosis and rénovation of the sanitation network of the southern village of the municipality of Bordj bou arréridj wilaya of Bordj bou arréridj.

After carrying out a theoretical diagnosis of our network and detecting the anomalies of the old network, we noted that the whole network is made of compressed concrete and this is what doesnot suit the land in our locality.

So we aim to find solutions to avoid the risks that threaten this small locality by proposing a master plan for 2051, in order to streng then our network and transport this water to a single discharge point and evacuate wastewater to the nearest wastewater treatment plant.

## *Sommaire*

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
-----------------------------------	----------

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

Introduction .....	2
I-1 Situation géographique.....	2
I-2- Situation climatique.....	3
I-2-1 Pluviométrie .....	3
I-2-2 Température.....	3
I-2-3 Humidité.....	4
I-2-4 Les vents .....	5
I-2-5 Gelées.....	5
I-2-6 Neige.....	6
I-2-7 Insolation.....	7
I-3 Sismicité.....	7
I-4 Geologie du site.....	8
I-5 Situation demographique.....	8
I-6 Situation Hydraulique.....	9
I-6-1 Ressources en eau .....	9
I-6-2 Le réseau d'assainissement .....	9
Conclusion.....	10

### **Chapitre II: Diagnostic du systeme d'assainissement**

Introduction.....	11
II-1- Généralité.....	11
II-2- Objectifs d'une étude de diagnostic.....	11

II-3- Phases principales d'une étude de diagnostic.....	12
II-3-1- Recueil et exploitation des données .....	12
II-3-2 -Le pré-diagnostic .....	12
II-3-3 Reconnaissance approfondie.....	13
II-4-Aperçu général du réseau d'assainissement existant de village sud commune bordj bouarreridj	13
II-4-1 Les rejets.....	13
II-5 Etat du système d'assainissement existant de centre village sud commune de BBA.....	13
II-5-1 État des regards.....	13
II-5-2 État des bouches d'égout.....	14
II-5-3 État des collecteurs.....	15
II.6 Problématique .....	19
Conclusion .....	19

### **Chapitre III: Etude hydrologique**

Introduction.....	20
III-1-Le bassin versant .....	20
III-2-Les averses.....	20
III-3- Choix de la période de retour.....	20
III-4-Détermination de l'intensité moyenne de precipitation.....	21
III-5-Analyse des données pluviométriques et le choix du type de loi d'ajustement.....	21
III-5-1-Caractéristiques de la série pluviométrique .....	22
III-5-2 Les caractéristiques empiriques.....	23
III-5-3- Choix de la loi d'ajustement.....	24
III-5-3-1 Ajustement à la loi GEV .....	24
III-5-3-2 Ajustement à la loi de Galton (Log-normale).....	25

III-6-Test d'adéquation.....	27
III-7 Calcul de la valeur de l'intensité a une période de retour donnée .....	28
Conclusion .....	29

## **Chapitre IV: Calcul de base et évaluation des débits**

Introduction.....	30
IV-1-Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales.....	30
IV-2 Choix du système d'assainissement.....	32
IV-3 Définition d'un schéma d'évacuation.....	32
IV-4 Différents schémas d'évacuation.....	32
IV-4-1 Schéma Perpendiculaire.....	33
IV-4-2 Schéma par Déplacement Latéral.....	33
IV-4-3 Schéma radial.....	33
IV-4-4 Schéma par zone étagé.....	34
IV-5 découpage de l'aire d'étude en sous bassins.....	34
IV-6 Evaluation de la population.....	35
IV-7 Evaluation du coefficient de ruissellement.....	35
IV-8 Population de chaque sous bassin.....	37
IV-8-1 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total .....	37
IV-8-2 Calcul de la densité partielle de chaque sous bassin .....	37
IV-8-3 Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin.....	37
IV-9 Evaluation des débits des eaux usées.....	38
IV-9-1 : Nature des eaux à évacuer.....	38
IV-9-1-1 Eaux pluviales.....	38
IV-9-1-2 Eaux usées domestiques.....	38

IV-9-1-3 Eaux usées industrielles.....	38
IV-9-1-4 Eaux usées parasites.....	39
IV-9-2 Consommation en eau potable.....	39
IV-9-3- Evaluation du débit moyen journalier.....	39
IV-9-4- Evaluation du débit de pointe.....	40
IV-10 Estimation des débits des eaux pluviales.....	41
IV-10-1 La méthode rationnelle.....	42
IV-10-2 Calcul des débits pluviaux et totaux.....	43
Conclusion.....	49

## **Chapitre V: Calcul hydraulique et rénovation du réseau**

Introduction.....	45
V-1-Condition d'écoulement.....	45
V-2-Le calcul des paramètres hydrauliques.....	45
V-3-Vérification des conditions d'autocurage.....	47
Conclusion.....	61

## **Chapitre VI: Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

Introduction.....	62
VI-1-Les ouvrages principaux.....	62
VI-1-1 Canalisations.....	62
VI-1-2-Les joints des conduites en béton armé.....	63
VI-1-3-les différentes actions supportées par les conduites.....	65
VI-1-4-choix du type de canalisation.....	66
VI-2-Les ouvrages annexes.....	66

VI-2-1-Les ouvrages normaux.....	67
VI-2-2-Ouvrage spéciaux.....	70
VI-2-2-1-Les déversoirs d’orage.....	70
VI-2-2-2-Type des déversoirs.....	71
VI-2-2-3 Dimensionnement du déversoir d’orage.....	72
Conclusion.....	74

## **Chapitre VII: Organisation de chantier et Estimation de cout de projet**

Introduction.....	75
VII-1-Les étapes de réalisation du projet.....	75
VII-1-1-Avant –projet sommaire.....	75
VII-1-2-L’avant –projet détaillé.....	75
VII-2-Le plan d’exécution du projet.....	75
VII-2-1-Manutention et stockage des conduites.....	75
VII-2-2-Décapage de la couche de terre végétale.....	76
VII-2-3-Emplacement des jalons des piquets.....	76
VII-2-4-Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.....	76
VII-2-5-Aménagement du lit de pose.....	77
VII-2-6-La mise en place de la canalisation.....	77
VII-2-7-Assemblage des conduites.....	77
VII-2-8-Remblaiement des tranchées.....	77
VII-2-9-Réalisation des regards.....	78
VII-2-10-Exécution des déversoirs d’orage.....	78
VII-3-Choix des engins.....	78

VII-4-Détermination des différents volumes des travaux.....	79
VII-4-1-Volume du décapage de la couche végétale.....	79
VII-4-2-Volume du déblai des tranchées.....	79
VII-4-3-Volume occupé par le lit de sable.....	79
VII-4-4-Volume occupé par les conduites.....	80
VII-4-5-Volume du remblai de protection.....	80
VII-4-6-Volume excédentaire.....	80
VII-5-Devis quantitatif et estimatif.....	81
Conclusion.....	81
Conclusion générale.....	82

## *Liste des figures:*

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

<b>Figure I-1 :</b> Localisation de village sud sur la carte de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj.....	2
<b>Figure I-2:</b> Diagramme des précipitations moyennes mensuelles.....	3
<b>Figure I-3:</b> Variations des températures moyennes mensuelles.....	4
<b>Figure I-4:</b> Variations des vitesses moyennes du vent.....	5
<b>Figure I-5:</b> Diagramme de nombre de jours de gelées.....	6
<b>Figure I-6:</b> Diagramme de nombre de jours de neige.....	6
<b>Figure I.7:</b> Diagramme du nombre moyen d'heures d'insolation.....	7
<b>Figure I.8:</b> Carte de zonage sismique du territoire national.....	8

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

<b>Figure II-1 :</b> regards état très dégradé et présence de déchets.....	14
<b>Figure II-2 :</b> bouche d'égout.....	14

### **Chapitre III: Etude hydrologique**

<b>Figure III-1 :</b> Ajustement graphique par la loi GEV.....	25
<b>Figure III-2 :</b> Ajustement graphique a la loi log-normale.....	25

### **Chapitre IV: Calcul de base et évaluation des débits**

<b>Figure IV.1 :</b> Système unitaire.....	30
<b>Figure IV.2 :</b> Système séparatif.....	31
<b>Figure IV.3 :</b> schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.....	32
<b>Figure IV-4 :</b> schéma perpendiculaire.....	33
<b>Figure IV.5 :</b> Schéma à déplacement latéral.....	33

<b>Figure IV-6</b> : schéma radial.....	34
<b>Figure IV-7</b> : schéma du collecteur par zone étagée.....	34

## **Chapitre VI: Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

<b>Figure VI-1</b> : différents joints.....	65
<b>Figure VI-2</b> : point de raccordement avec inclinaisons.....	67
<b>Figure VI-3</b> : schéma général d'un déversoir d'orage.....	70
<b>Figure VI-4</b> : schéma d'un déversoir latéral.....	71

## *Liste des tableaux*

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

<b>Tableau I.1:</b> Pluies moyennes mensuelles de la période (1995-2012).....	3
<b>Tableau I.2:</b> Températures moyennes mensuelles.....	4
<b>Tableau I.3:</b> Répartition mensuelle de l'humidité relative.....	4
<b>Tableau I.4:</b> Répartition mensuelle de la vitesse moyenne du vent .....	5
<b>Tableau I.5:</b> Répartition mensuelle du nombre de jours de gelées.....	5
<b>Tableau I.6:</b> Répartition mensuelle du nombre de jours de neige.....	6
<b>Tableau I.7:</b> Répartition mensuelle du nombre d'heures d'insolation.....	7

### **Chapitre II: Diagnostic du système**

<b>Tableau II.1 :</b> Caractéristiques du collecteurs CI.....	15
<b>Tableau II.2 :</b> Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires du collecteur CI.....	16
<b>Tableau II.3 :</b> Caractéristiques du collecteur principal CII.....	16
<b>Tableau II.4 :</b> Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires du collecteur CII.....	17
<b>Tableau II.6 :</b> Caractéristiques du collecteur CIII.....	18

### **Chapitre III: Etude hydrologique**

<b>Tableau III-1:</b> Précipitation maximale journalière pour la station de Bordj Bou Arréridj	22
<b>Tableau III.2:</b> les caractéristiques empiriques de l'échantillon.....	23
<b>Tableau III-3 :</b> Résultat de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran).....	25
<b>Tableau III-4 :</b> Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (Hyfran).....	26
<b>Tableau III-5:</b> les résultats du test d'adéquation.....	27
<b>Tableau III-6 :</b> les paramètres de la loi de Galton.....	28

## **Chapitre IV: Calcul de base et évaluation des débits**

<b>Tableau IV-1</b> : évolution de la population à l'horizon de calcul.....	35
<b>Tableau IV-2</b> : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.....	36
<b>Tableau IV-3</b> : Coefficient de ruissellement en fonction de type de surface.....	36
<b>Tableau IV-4</b> : Détermination du nombre d'habitants pour chaque sous bassin.....	38
<b>Tableau IV-5</b> : Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin.....	40
<b>Tableau IV-6</b> : Détermination des débits de pointe d'eaux usées.....	41
<b>Tableau VI-7</b> : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin.....	43
<b>Tableau VI-8</b> : Calcul des débits totaux de chaque sous bassin.....	44

## **Chapitre V: Calcul hydraulique et rénovation de réseau**

<b>Tableau V-1</b> : Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux.....	46
<b>Tableau V-2</b> : Les collecteurs de sous bassin I.....	48
<b>Tableau V-3</b> : Les collecteurs de sous bassin II.....	49
<b>Tableau V-4</b> : Les collecteurs de sous bassin III.....	51
<b>Tableau V-5</b> : Les collecteurs de sous bassin IV.....	53
<b>Tableau V-6</b> : Les collecteurs de sous bassin V.....	56
<b>Tableau V-7</b> : Les collecteurs de sous bassin VI.....	58
<b>Tableau V-8</b> : Intercepteur.....	60

## **Chapitre VI: Eléments constitutifs du réseau et ouvrages annexes**

<b>Tableau VI-1</b> : les regards de chute et leurs dimensions.....	70
<b>Tableau VI-2</b> : les données de base de déversoir.....	74
<b>Tableau VI-3</b> : les dimensions de déversoir.....	74

## **Chapitre VI: Organisation de chantier et Estimation du cout de projet**

<b>Tableau VII-1</b> : devis quantitatif et estimative.....	81
---	----

## *Liste des planches*

**Planche(01)** : plan de masse de village sud.

**Planche(02)** : plan du l'ancien reseau d'assainissement de village sud .

**Planche(03)** : Plan de trace finale de reseau d'assainissement.

**Planche(04)** : Le profil en long de collecteur principale.

**Planche(05)** : Les ouvrages annexes.

## *Liste des annexes*

**Annexe 01** : table de  $\chi^2$

**Annexe 02** : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur deremplissage (D'après la formule de Bazin

**Annexe 03** : Tableaux Calcul des volumes

## **Introduction générale**

L'eau c'est la vie. Cette richesse naturelle ne cesse de se raréfier ces dernières années à cause du changement climatique qui a engendré une longue durée de sécheresse. Pour préserver donc cette richesse, nous devons tous contribuer à son utilisation rationnelle et éviter de la polluer

Le développement rapide de l'ensemble de nos agglomérations exige une surveillance particulière des réseaux existants et de leur extension.

C'est la situation auquel est confrontée le village sud , commune de bordj bou arréridj, Wilaya de Bordj bou arréridj ,ou on a le réseau qui a perdu sa capacité de véhiculer les eaux ce qui augmente le risque d'inondation des plusieurs quartiers du centre dans la période de pluie. ; la qualité médiocre des conduites qui sont toutes en béton comprimé ce qui ne convient pas à la norme demandée,Le retour d'eaux usées à l'intérieur des maisons.ce qui provoque un danger énorme qui menace la santé publique

En cet aspect notre étude consiste à diagnostiquer et a rénover le réseau d'assainissement de notre zone d'étude on respectant une démarche méthodologique qui vise à garantir un bon travail d'où la garantie de la protection des milieux récepteurs.

---

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

---

## Introduction

Avant d'entamer n'importe quel projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet. En effet, chaque site présente des spécificités touchant en particulier l'assainissement que ce soit :

- ❖ les données naturelles du site ;
- ❖ les données relatives à l'agglomération ;
- ❖ les données relatives au développement futur de l'agglomération,
- ❖ les données propres à l'assainissement ;

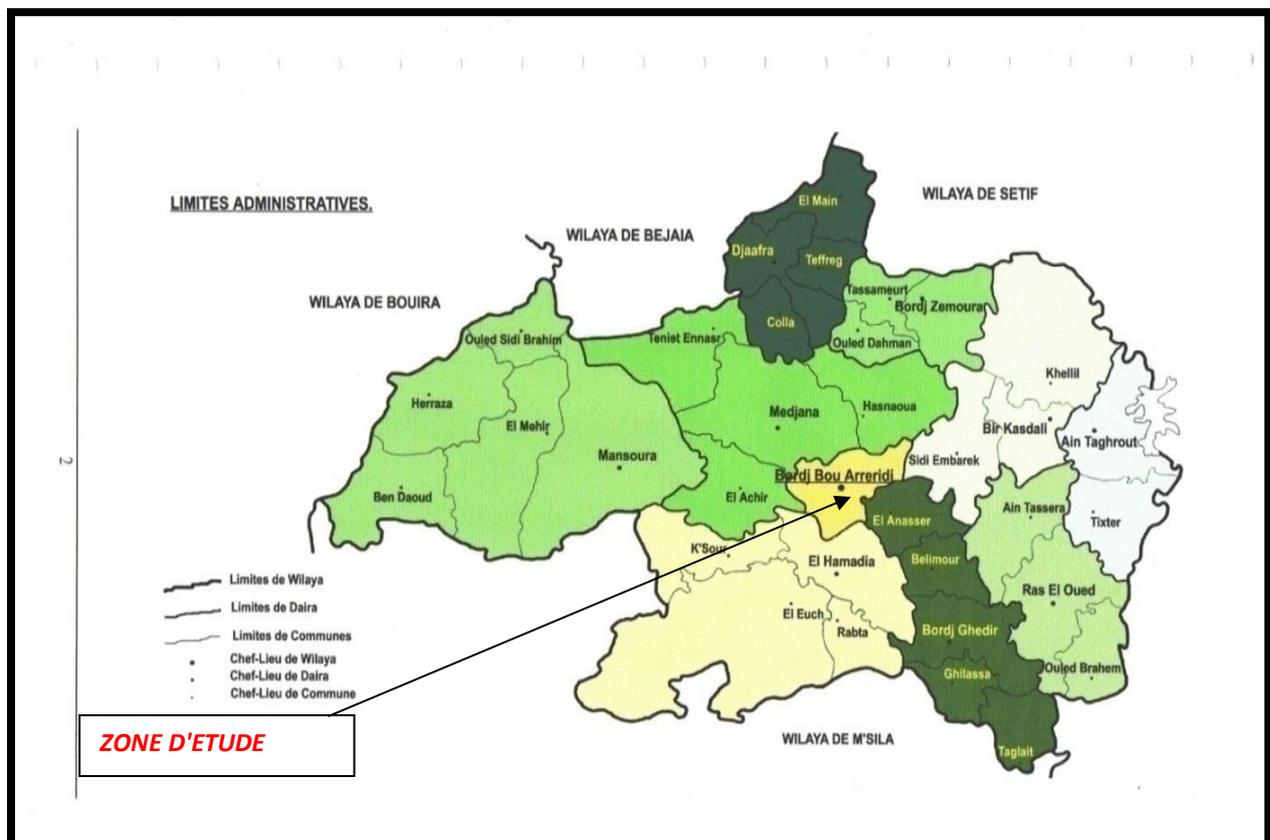
Donc la présentation de l'agglomération est une phase importante pour procéder à l'élaboration de l'étude du diagnostic et de l'extension du réseau d'assainissement de la ville.

### I-1 Situation géographique:

Le village Sud de la commune de Bordj Bou Arréridj, il situé au sud-est de chef lieu (Route de EL Annaser)

Le village Sud est délimité :

- **Au nord** : par la ville de Bordj Bou Arréridj
- **Au sud-est** : par les communes de EL Annaser



**Figure I-1** : Localisation de village sud sur la carte de la Wilaya de Bordj Bou Arréridj (Ech : 1/50000)

**I-2- Situation climatique:****I-2-1 Pluviométrie :**

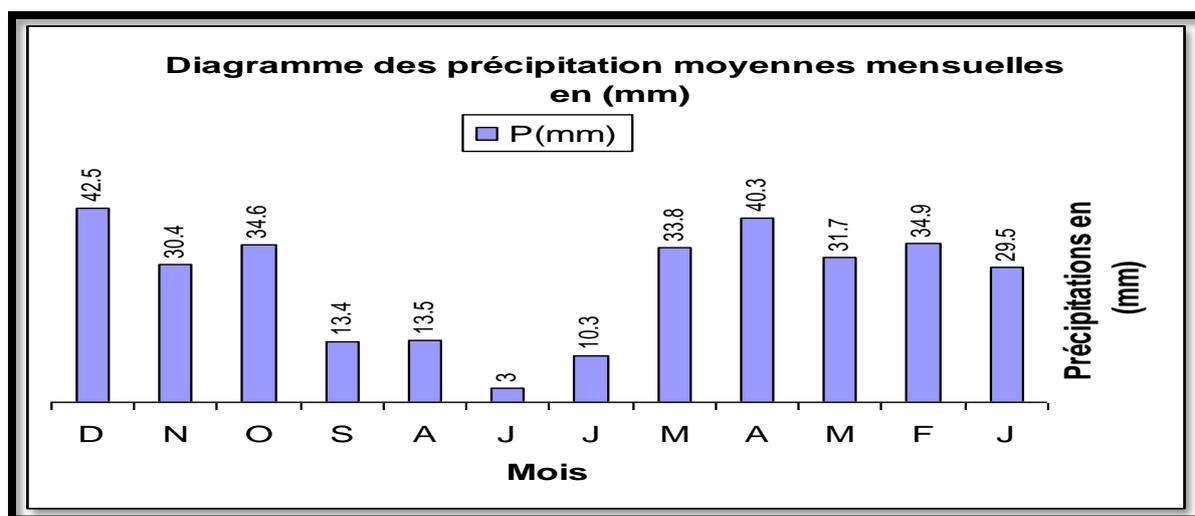
Le régime pluviométrique est irrégulier en quantité et intensité, les pluies mensuelles moyennes sont observées par la station météorologique la plus proche de coordonnées :

- Longitude : 04,67 E
- Latitude : 36,07 N
- Altitude : 928 m

**Tableau I.1:** Pluies moyennes mensuelles de la période (1995-2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
P (mm)	39.8	28.0	28.4	46.5	38.1	24.1	8.3	18.1	44.7	28.3	33.5	36.9	374.64
P(%)	10.6	7.5	7.6	12.4	10.2	6.4	2.2	4.8	11.9	7.6	9.0	9.9	100.0

Source : [ANRH]



**Figure I-2:** Diagramme des précipitations moyennes mensuelles

D'après le diagramme la période pluvieuse est enregistrée entre le mois d'Octobre et le mois de Mai, la période estivale est caractérisée par une faible précipitation de 03 mm au mois de Juillet.

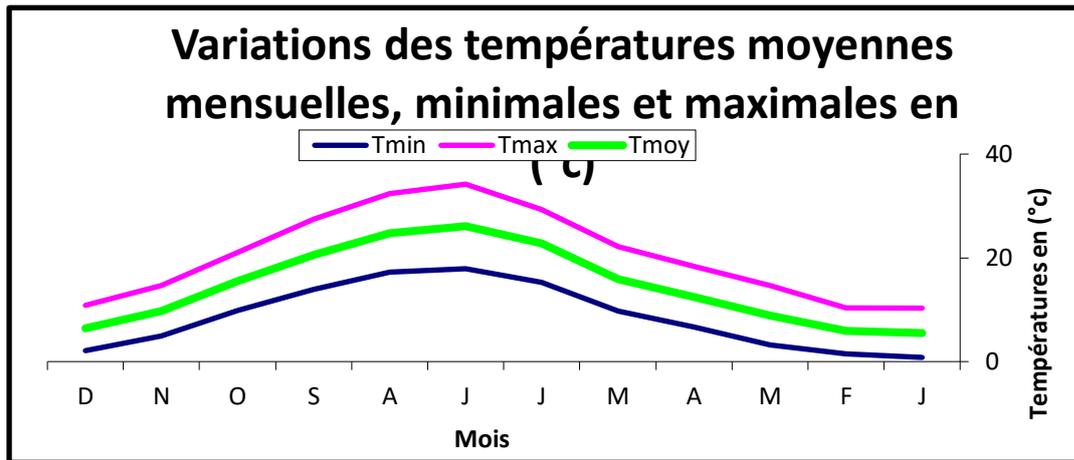
**I-2-2 Température :**

Les températures minimales, maximales et moyennes sont présentées dans le tableau suivant

**Tableau I.2:** Températures moyennes mensuelles

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>T<sub>min</sub></b>	0.8	1.5	3.2	6.6	9.7	15.3	17.9	17.2	13.9	9.9	4.9	2.1
<b>T<sub>max</sub></b>	10.3	10,4	14,6	18,4	22,2	29,3	34,2	32,4	27,4	21,1	14,6	10,8
<b>T<sub>moy</sub></b>	5,5	5,9	8,9	12,5	15,9	22,8	26,1	24,8	20,6	15,5	9,7	6,4

Source : [ONM Bordj Bou Arreridj 2017]



**Figure I-3:** Variations des températures moyennes mensuelles

D'après le diagramme on enregistre deux périodes :

- Période chaude : Allant du mois de juin jusqu'au mois de septembre
- Période froide : Allant du mois de décembre jusqu'au mois de février.

**I-2-3 Humidité:**

Elle représente le rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air et la pression de saturation à la même température.

**Tableau I.3:** Répartition mensuelle de l'humidité relative

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
<b>H<sub>Moy</sub></b>	79,05	79,98	76,53	68,77	63,25	46,50	37,22	45,37	57,2	69,9	76,75	82,48	66,5
<b>H<sub>Max</sub></b>	93,03	92,6	93,1	88,6	88,3	72,9	58,6	68,4	80,2	88,6	92,0	94,1	84,9
<b>H<sub>Min</sub></b>	60,4	59,2	56,8	47,4	41,0	26,9	19,2	23,6	33,4	47,2	52,33	63,13	45,8

Source : [ONM Bordj Bou Arreridj 2017]

L'humidité se manifeste durant le mois sept soit du mois d'octobre au mois d'avril où les valeurs sont toutes supérieures à la moyenne annuelle. Le reste de l'année, notamment la période qui coïncide avec la forte température, l'humidité ne s'abaisse pas au-dessous de. La valeur de l'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 66.5%.

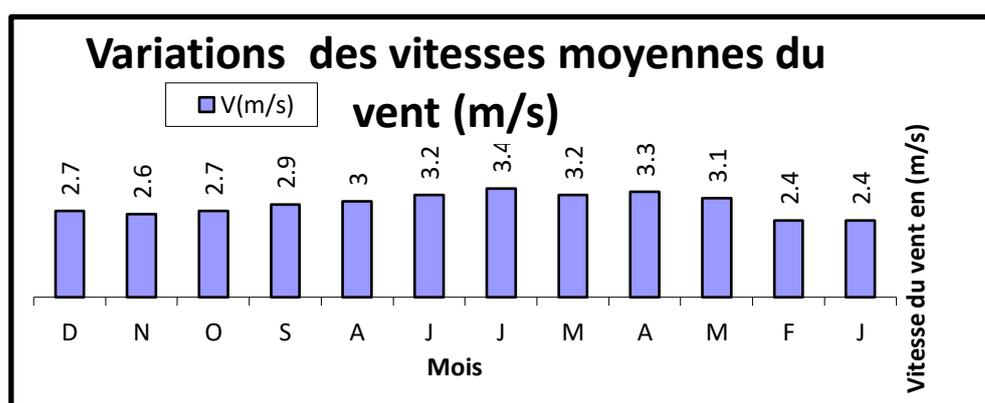
### I-2-4 Les vents :

**Tableau I.4:** Répartition mensuelle de la vitesse moyenne du vent (m/s)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy annuelle
V (m/s)	2.4	2.4	3.1	3.3	3.2	3.4	3.2	3.0	2.9	2.7	2.6	2.7	2.9

Source : [ONMBordj Bou Arreridj2017]

Les vents à la station de Bordj Bou Arreridj soufflent toute l'année d'une moyenne annuelle de 2.9 m/s, les plus fréquents sont les vents chauds du sud qui interviennent à partir du mois de Mai jusqu'au mois d'Août.



**Figure I-4:** Variations des vitesses moyennes du vent.

### I-2-5 Gelées:

La connaissance de ce facteur climatique est très utile, car l'intervention de la gelée dans la zone provoque l'état de dormance de la végétation.

**Tableau I.5:** Répartition mensuelle du nombre de jours de gelées

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Nbre de jours de gelées	10.1	9.0	4.6	3.0	1.0	-	-	-	-	-	2.0	8.3	38

Source : [ONM Bordj Bou Arreridj 2017]

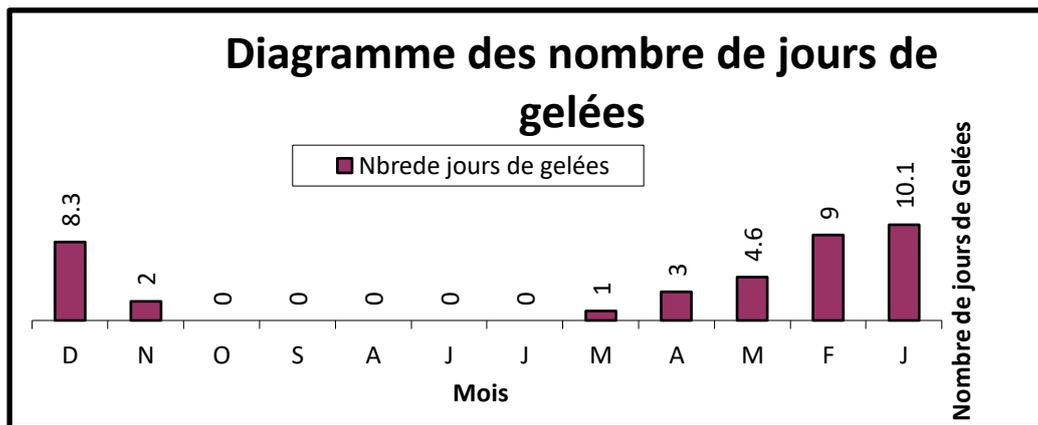


Figure I-5:Diagramme de nombre de jours de gelées

A partir de ces données, on constate que la gelée se manifeste à partir du mois de Novembre jusqu'au mois de Mai.

La fréquence la plus élevée est enregistrée en mois de Janvier avec 10 jours et la moins élevée en mois de Mai avec 1 jour.

I-2-6 Neige:

Tableau I.6: Répartition mensuelle du nombre de jours de neige.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
N <sup>bre</sup> de jours de neiges	2.6	4.0	2.0	1.0	-	-	-	-	-	-	-	3.5	13.1

Source : [ONM Bordj Bou Arreridj 2017]

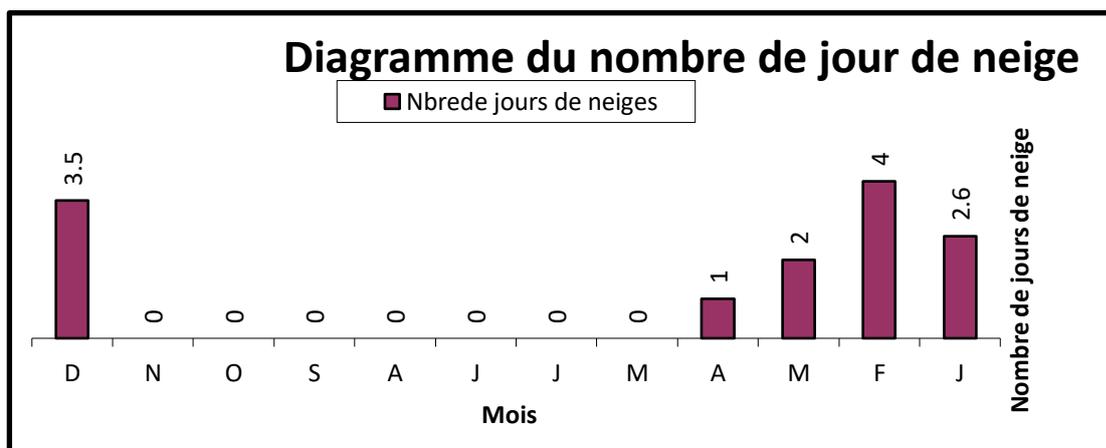


Figure I-6:Diagramme de nombre de jours de neige

Le nombre de jours où elle a neigé, observé au niveau de la station de BBA est de 13 jours. La chute de neige est fréquente en hiver et se prolonge jusqu'au printemps avec des valeurs variables

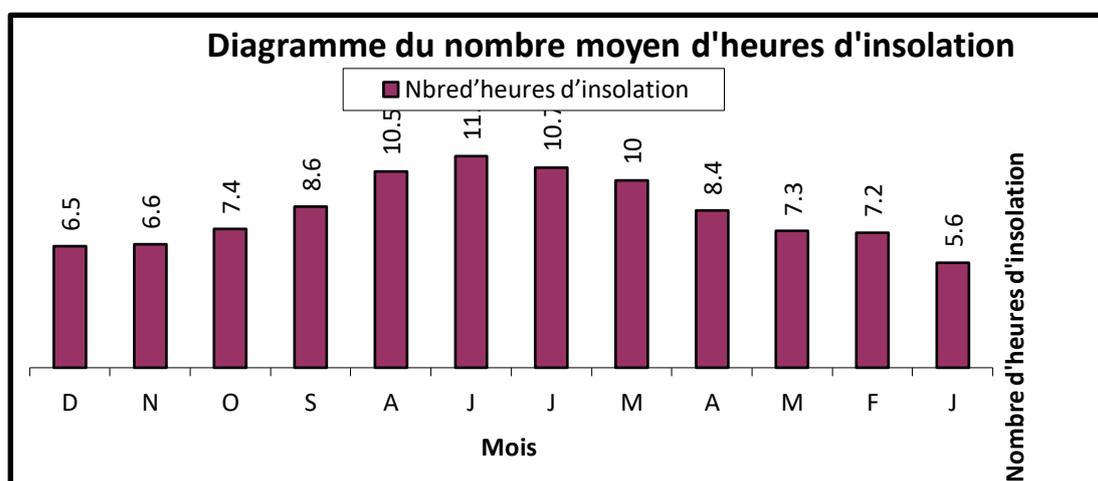
### I-2-7 Insolation:

L'insolation par définition est le nombre d'heures pendant lesquelles le soleil a brillé.

**Tableau I.7:** Répartition mensuelle du nombre d'heures d'insolation

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
N <sup>bre</sup> d'heures d'insolation	5.6	7.2	7.3	8.4	10	10.7	11.3	10.5	8.6	7.4	6.6	6.5	8.34

Source : [ONM Bordj Bou Arreridj 2017]



**Figure I.7 :** Diagramme du nombre moyen d'heures d'insolation

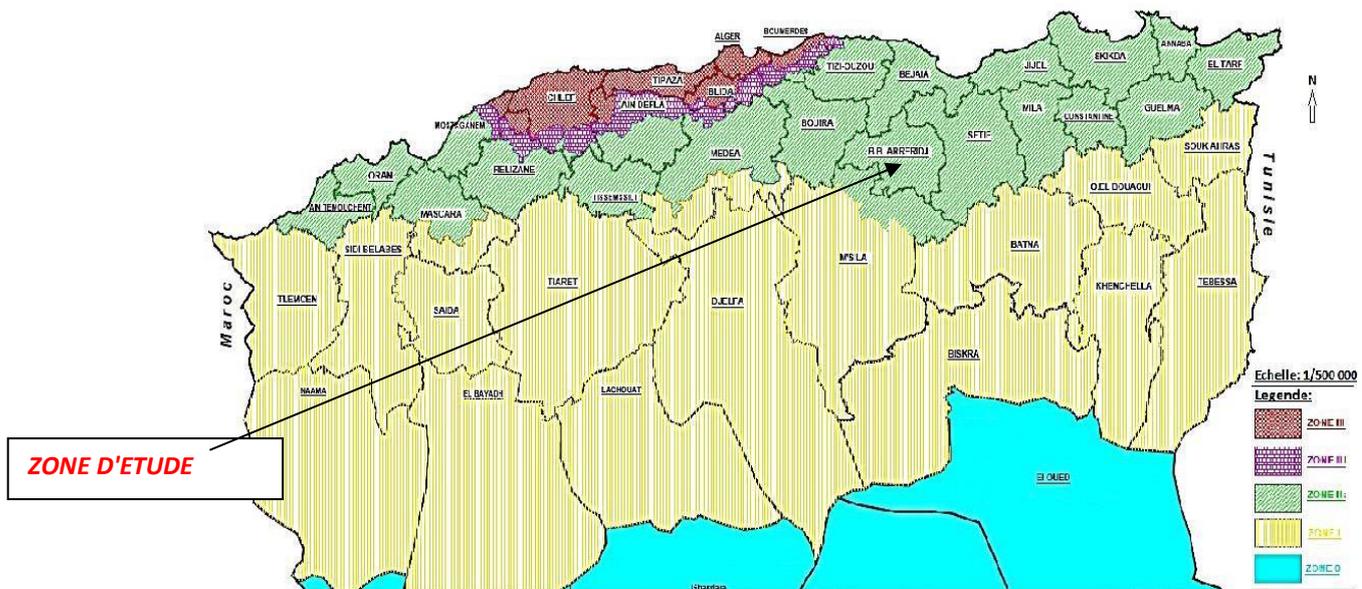
Les fréquences les plus élevées sont visibles en période chaude allant du mois Mai au mois d'Août avec un maximum de 11.3 heures au mois de Juillet.

Les valeurs inférieures à la moyenne annuelle sont enregistrées dans la période hivernale et printanière avec un minimum de 5.6 heures au mois de Janvier.

La moyenne annuelle du nombre d'heures d'insolation est de 8.34 heures

### I-3 Sismicité :

Le village sud de la commune de bordj bou arreridj se trouve dans la région nord de l'Algérie qui soumise à une activité sismique considérable, ce village se situe dans une région classée en zone IIb. Il est indispensable de connaître la sismicité de cette dernière avant d'entamer un projet d'aménagement afin de réduire la vulnérabilité de la région



Source : CGS :Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique.

Figure I.8: Carte de zonage sismique du territoire national.

**Zone III** : zone d'alea sismique le plus élevé (intensité maximale) ;

**Zone IIa** : zone à très fort risque sismique ;

**Zone IIb** : zone à fort risque sismique ;

**Zone I** : zone à faible risque sismique ;

**Zone 0** : zone à très faible risque sismique.

#### I-4 Géologie du site:

Dans les hautes plaines ces formations sont recouvertes par des formations du quaternaire. La région a subi des déformations de l'Eocène moyen au Miocène qui ont donné une structure géologique complexe.

La région a été soumise à d'autres mouvements orogéniques de Pléistocène, période durant laquelle l'apparition de failles en Horsts donnant lieu à des hautes plaines les cours d'eau excavent des vallées profondes.

#### I-5 Situation démographique:

La population de **village sud** est considérée comme une agglomération dense

Le quartier **village sud** comporte

- Une population actuelle de  
(560 logements+60 logements) =620\*7=**4340** habitants environ.
- une école (150 élèves)
- Centre de santé
- Une mosquée
- CEM

- PTT
- marche

## **I-6 Situation Hydraulique :**

### **I-6-1 Ressources en eau :**

L'eau brute sera prélevée du barrage de Ain Zada d'après avoir un traitement par une station de traitement, notre barrage est situé dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj ; 40 km à l'est de Bordj Bou Arreridj et à 25 km à l'ouest de Sétif. Il est implanté sur l'oued Boussalem et draine un bassin versant de 1800 km<sup>2</sup>

### **I-6-2 Le réseau d'assainissement :**

Le tissu urbain de village sud ne cesse de s'agrandir durant ces dernières 20 années vu l'immigration des habitants des villages environnants.

Le réseau d'assainissement existant de type unitaire, le premier réseau a été réalisé depuis 1978 qui est caractérisé par des diamètres de 300 à 800 mm, ensuite en 1995 ils ont projeté un autre réseau Il occupe un linéaire d'environ 4,1Km

Ce réseau ce caractérisé par :

- Des diamètres de 300 à 600mm
- La majorité des collecteurs en béton comprimé
- Collecteur de bâtiments en cours de réalisation en PVC
- Des branchements non normalisé
- Des habitations non assainies à ce jour
- Des inondations en période d'hiver et des odeurs désagréables se propagent en période estivale

### **Conclusion :**

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue géographique, géologie, démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet de diagnostic et rénovation du réseau d'assainissement de ce village.

---

*Chapitre II :*

*Diagnostic du système*

---

## Introduction

Le diagnostic des réseaux d'assainissement est une inspection réalisée in situ sur les différents tronçons et ouvrages d'évacuation. IL permet de quantifier les dégradations, observer les anomalies et les pertes de performance; c'est une manière de recensement qui permet d'établir une éventuelle corrélation entre l'environnement et la déficience du réseau.

Donc l'objectif du diagnostic est l'élaboration d'un bilan issu des résultats techniques et financiers qui permet de préconiser une réparation, rénovation, ou remplacement.

### II.1 Généralités:

Un système d'assainissement urbain remplit trois fonctions principales :

- fonction de protection de l'environnement urbain, ou drainage des eaux urbaines, de temps de pluie ou de temps sec ;
- fonction de stabilité de ses ouvrages 'élémentaires' ;
- fonction de protection de l'environnement naturel.

Le dysfonctionnement d'un réseau d'assainissement est une perturbation du service rendu, sans son arrêt, entraînant une désorganisation de l'un ou plusieurs de ses environnements.

Ces dysfonctionnements ont à leurs origines des dégradations structurelles ou fonctionnelles, d'un ou de plusieurs ouvrages constituant le système d'assainissement, et plus particulièrement les tronçons :

- ❖ l'obsolescence entraîne des mises en charge fréquentes, donc des risques d'inondations ou tout simplement de débordement ;
- ❖ les trous, les fissures, la corrosion interne ou externe d'un ouvrage, etc ..., peuvent selon leur importance mettre en danger la stabilité structurelle d'un ouvrage, entraînant des déformations de sa géométrie, ou même son effondrement ;
- ❖ ces mêmes dégradations structurelles, peuvent d'une part entraîner l'infiltration d'eau Claire parasite, et d'autre part, l'exfiltration des effluents.

Dans le premier cas, la dilution des effluents ne permet plus un traitement optimal au niveau des stations d'épuration, et dans le second cas, la pollution d'une nappe phréatique, qu'elle soit exploitée ou pas, est un critère qui prend de plus en plus d'importance.

Finalement, la panne d'un réseau d'assainissement est une rupture nette du service, entraînant des désordres, et peut-être même des arrêts de fonction dans certains environnements. Une panne peut être alors définie comme étant l'accomplissement final d'un dysfonctionnement.

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

Une étude de diagnostic se fait par un ensemble des pratiques dans le but d'évaluer l'état structurel et le fonctionnement (efficacité hydraulique) d'un réseau d'assainissement, afin d'en améliorer son exploitation et d'envisager les priorités en terme d'investissements et d'interventions nécessaires à sa bonne évolution.

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

### II.3 Phases principales d'une étude de diagnostic:

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

#### II-3-1 : Recueil et exploitation des données :

Le recueil des données nécessite au préalable un scénario d'intervention sur terrain pour la prise des connaissances et les visites d'ouvrages. Deux sortes de données peuvent être distinguées.

##### A) Données de Base:

Elles constituent l'ensemble des données nécessaires à un bon diagnostic, ce dernier étant l'acte qui vise à déterminer, dans un premier temps, la nature et les causes d'un dysfonctionnement, et dans un deuxième temps les conséquences qui en découlent.

Les données de base sont définies comme :

- ❖ Données relatives à la collecte.
- ❖ Le nombre d'habitants et leur consommation en eau potable tel que notre localité a un nombre d'habitants de 4340 en 2021 et leur consommation en eau potable est de 200 l/j/hab
- ❖ La surface totale drainée de chaque sous bassin et ses caractéristiques (degré d'imperméabilisation, intensité de pluie et la pente).

##### B) Données relatives au réseau et à ses ouvrages annexes :

- ❖ Aucune étude n'a été faite pour ce réseau d'où tous les collecteurs sont en béton comprimé et le réseau ne répond pas aux conditions d'évacuation
- ❖ Manque des avaloirs des eaux pluviales

##### C) Données d'orientation :

- ❖ Elles sont relatives aux conséquences que peuvent avoir les différents Dysfonctionnements ; impact sur le bâti et les réseaux voisins, pollution d'une nappe, etc. ....
- ❖ Elles sont qualifiées de données d'orientation car elles servent à définir les lieux et les types de pré-diagnostic à mettre en place.

#### II-3-2 : Le pré-diagnostic :

Après recueil des données, le réseau et les ouvrages doivent être examinés, avec une mise à jour des plans et de cartographie des patrimoines. Ce pré-diagnostic est destiné à découvrir les points faibles du système d'assainissement et à appréhender la sensibilité des milieux récepteurs.

### **II-3-3 Reconnaissance approfondie:**

Cette phase consiste à faire une reconnaissance approfondie et détaillée des réseaux et des ouvrages élémentaires ce qui permet de :

- ❖ Quantifier les fuites de pollutions dans le milieu récepteur et les exfiltrations vers la nappe, prise dans l'impact des rejets ;
- ❖ Détecter les apports des eaux parasites ;
- ❖ Rechercher l'origine d'éventuelles pollutions toxiques d'origine industrielles, des graisses, et des métaux lourds ;
- ❖ Vérification de la présence de l'H<sub>2</sub>S aux débouchées des conduites de refoulement.

Cette phase d'étude représente un pas très important, car elle nous apporte les renseignements nécessaires de tout ce qui concerne le fonctionnement des réseaux et des ouvrages annexes.

### **II-4 Aperçu général du réseau d'assainissement existant de village sud commune bordj bouarreridj:**

Actuellement, le réseau d'assainissement de village sud s'étend sur une superficie de 22.1 Ha. Il est de type unitaire .

Ce réseau est composé des collecteurs circulaires de diamètres variant de 300 à 600 mm Il occupe un linéaire d'environ 4,1Km

#### **II-4-1 Les rejets:**

Le réseau d'assainissement de centre village sud comprend un seule rejet vers la station de relevage et après la station d'épuration de BBA.

### **II-5 Etat du système d'assainissement existant de centre village sud commune de BBA:**

#### **II-5-1 État des regards:**

Le réseau d'assainissement de centre village sud commune de BBA renferme dans sa totalité 125 regards, la distance entre eux varie de 14.11 à 91.22 m de types circulaires et carrés. La majorité des regards sont dans un état lamentable (envasé), ceci est dû au manque d'entretien.

De plus, ces regards ne sont pas munis d'échelles et ils sont parfois sans dalles. Ce constat a été observé au niveau des regards et des avaloirs du centre ville, ce qui provoque leurs remplissages par des débris et par la terre.

La négligence abusive dans le domaine d'entretien et de maintenance a rendu une partie des regards dans un état non distinguable car ils sont recouverts par les chaussées, et

l'accumulation des débris sableux, et des ordures publiques dans les regards non abrités.

Les photos suivantes démontrent l'état des regards des collecteurs .



**Figure II-1** : regards état très dégradé et présence de déchet.

### II-5-2 État des bouches d'égout :

Les bouches d'égout qui se trouvent à la périphérie de la ville, sont envasées par la terre. Cela est dû à l'absence de l'aménagement des trottoirs, ainsi que l'absence totale d'entretien et de travaux de nettoyage.

Les photos suivantes démontrent l'état des bouches d'égout :



**Figure II-2** : bouche d'égout

**II-5-3 État des collecteurs :****❖ Collecteurs CI :**

Le collecteur (CI) prend en charge tout le programme d'habitat situé sur le côté Est de village. Les diamètres de ce collecteur varient de 300 à 500 mm est en béton comprimé ancien , Il comprend 11 collecteurs secondaires et 3 collecteurs tertiaires.

**Tableau II.1 : Caractéristiques du collecteurs CI**

<b>Collecteur</b>	<b>Tronçon</b>	<b>Forme</b>	<b>Diamètre (mm)</b>	<b>Matériau</b>	<b>Distance (m)</b>	<b>Observations</b>
CI	R1- R2	Circulaire	300	CAO	27.75	<b>B. E</b>
CI	R2- R3	Circulaire	300	CAO	81.87	<b>M.E</b>
CI	R3- R4	Circulaire	300	CAO	42.75	<b>M. E</b>
CI	R4- R5	Circulaire	300	CAO	46.56	<b>B. E</b>
CI	R5- R7	Circulaire	300	CAO	97.53	<b>M. E</b>
CI	R7- R8	Circulaire	300	CAO	26.11	<b>B.E</b>
CI	R8- R9	Circulaire	300	CAO	24.63	<b>M.E</b>
CI	R9- R10	Circulaire	300	CAO	39.52	<b>B. E</b>
CI	R10- R11	Circulaire	300	CAO	19.54	<b>B. E</b>
CI	R11- R12	Circulaire	300	CAO	18.44	<b>B. E</b>
CI	R12- R13	Circulaire	300	CAO	34.74	<b>M.E</b>
CI	R13- R14	Circulaire	300	CAO	32.40	<b>M.E</b>
CI	R14- R15	Circulaire	300	CAO	83.92	<b>M.E</b>
CI	R15- R16	Circulaire	300	CAO	46.32	<b>M.E</b>
CI	R16- R17	Circulaire	300	CAO	15.61	<b>M.E</b>
CI	R17- R18	Circulaire	300	CAO	28.4	<b>B.E</b>
CI	R18- R19	Circulaire	300	CAO	-	<b>M.E</b>
CI	R19- R20	Circulaire	300	CAO	-	<b>M.E</b>
CI	R20- R21	Circulaire	300	CAO	-	<b>M.E</b>
CI	R21- R24	Circulaire	300	CAO	81.47	<b>M.E</b>
CI	R24- R44	Circulaire	300	CAO	29.36	<b>M.E</b>
CI	R44- R42	Circulaire	300	CAO	37.42	<b>M.E</b>
CI	R42- R41	Circulaire	500	CAO	61.91	<b>M.E</b>
CI	R41- R40	Circulaire	500	CAO	55.51	<b>M.E</b>
CI	R40- R39	Circulaire	500	CAO	44.22	<b>M.E</b>
CI	R39- RDO	Circulaire	500	CAO	37.8	<b>M.E</b>
CI	RDO- R109	Circulaire	300	CAO	26.3	<b>M.E</b>

**Source:** [ONA Bordj Bou Arreridj]

**Tableau II.2** : Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires du collecteur CI

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Observations
CI-/	R5- R6	Circulaire	300	CAO	73.43	<b>M.E</b>
CI-/	R6- R/	Circulaire	300	CAO	46.56	<b>M.E</b>
CI-	R18- R92	Circulaire	300	CAO	40.49	<b>M.E</b>
CI-	R92- R93	Circulaire	300	CAO	18.87	<b>B. E</b>
CI- -	R92- R'9	Circulaire	300	CAO	34.54	<b>B. E</b>
CI	R93- R94	Circulaire	300	CAO	66.22	<b>M.E</b>
CI	R94- R95	Circulaire	300	CAO	26.11	<b>M.E</b>
CI	R95- R96	Circulaire	300	CAO	27.75	<b>B. E</b>
CI	R96- R58	Circulaire	300	CAO	91.22	<b>M.E</b>
CI	R58- 59	Circulaire	300	CAO	32.63	<b>M.E</b>
CI	R21- R	Circulaire	300	CAO	21.37	<b>M.E</b>
CI	R24- R22	Circulaire	300	CAO	38.46	<b>M.E</b>
CI	R22- R23	Circulaire	300	CAO	25.16	<b>M.E</b>
CI	R42- R43	Circulaire	300	CAO	33.42	<b>M.E</b>
CI	R41- R	Circulaire	300	CAO	32.01	<b>M.E</b>

Source: [ONA Bordj Bou Arreridj]

#### ❖ Collecteur principal (CII) :

Le collecteur (CII) prend en charge tout le programme d'habitat situé sur le côté Ouest de village. Ce collecteur a des diamètres variant de 300 mm à 500 mm est en béton comprimé ancien. Il comprend 17 collecteurs secondaires et 6 collecteurs tertiaires.

**Tableau II.3** : Caractéristiques du collecteur principal CII

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Observations
CII	R67-R70	Circulaire	300	CAO	46	<b>M.E</b>
CII	R70-R74	Circulaire	300	CAO	35	<b>M.E</b>
CII	R74-R50	Circulaire	300	CAO	44	<b>M.E</b>
CII	R50-R49	Circulaire	300	CAO	42	<b>M.E</b>
CII	R49-R48	Circulaire	300	CAO	21	<b>B. E</b>
CII	R48-R47	Circulaire	300	CAP	17	<b>B. E</b>
CII	R47-R46	Circulaire	300	CAO	28	<b>M.E</b>
CII	R46-R45	Circulaire	300	CAO	34	<b>M.E</b>
CII	R45-R28	Circulaire	300	CAO	84	<b>M.E</b>
CII	R28-R29	Circulaire	500	CAO	45	<b>M.E</b>
CII	R29-R30	Circulaire	500	CAO	32	<b>M.E</b>
CII	R30-R31	Circulaire	500	CAO	30	<b>B. E</b>
CII	R31-R32	Circulaire	500	CAO	50	<b>B. E</b>
CII	R32-R33	Circulaire	500	CAO	44	<b>B. E</b>
CII	R33-R34	Circulaire	500	CAO	35	<b>B. E</b>

CII	R34-R	Circulaire	500	CAO	69	<b>B. E</b>
CII	R-R105	Circulaire	500	CAP	52	<b>B. E</b>
CII	R105- R104	Circulaire	500	CAO	53	<b>B. E</b>
CII	R104- R103	Circulaire	-----	----	----	----
CII	R103- R106	Circulaire	-----	-----	-----	----

Source: [ONA Bordj Bou Arreridj]

**Tableau II.4 :** Caractéristiques des collecteurs secondaires et tertiaires du collecteur CII

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Observations
CII-1	R67-R64	Circulaire	300	CAO	77	<b>M. E</b>
CII-1-1	R64-R	Circulaire	300	CAO	23	<b>B. E</b>
CII-2	R68-R69	Circulaire	300	CAO	44	<b>B. E</b>
CII-2	R69-R70	Circulaire	300	CAO	39	<b>M.E</b>
CII-3	R70-R71	Circulaire	300	CAO	39	<b>B. E</b>
CII-3	R71-R72	Circulaire	300	CAP	39	<b>M.E</b>
CII-4	R73-R74	Circulaire	300	CAP	39	<b>B.E</b>
CII-5	R74-R75	Circulaire	300	CAO	64	<b>M.E</b>
CII-5	R75-R76	Circulaire	300	CAO	27	<b>B. E</b>
CII-6	R50-R51	Circulaire	300	CAO	19	<b>M.E</b>
CII-6	R51-R52	Circulaire	300	CAO	36	<b>M.E</b>
CII-6	R52-R55	Circulaire	300	CAO	81	<b>M.E</b>
CII-6	R55-R56	Circulaire	300	CAO	-----	-----
CII-6	R56-R57	Circulaire	300	CAO	15	<b>B. E</b>
CII-6	R57-R60	Circulaire	300	CAO	59	<b>M.E</b>
CII-6	R60-R61	Circulaire	300	CAO	19	<b>B. E</b>
CII-6	R61-R	Circulaire	300	CAO	58	<b>M.E</b>
CII-6-1	R61-R63	Circulaire	300	CAO	66	<b>M.E</b>
CII-6-2	R60-R62	Circulaire	300	CAO	14	<b>M.E</b>
CII-7	R50-R79	Circulaire	300	CAO	----	-----
CII-8	R47-R53	Circulaire	300	CAO	54	<b>M.E</b>
CII-9	R47-R60	Circulaire	300	CAO	----	-----
CII-10	R46-R54	Circulaire	300	CAO	50	<b>M.E</b>
CII-10	R54-R	Circulaire	300	CAO	35	<b>M.E</b>
CII-11	R45-R	Circulaire	300	CAO	47	<b>B. E</b>
CII-12	R45-R'	Circulaire	-----	----	-----	-----
CII-13	R28-R27	Circulaire	-----	----	-----	-----
CII-13	R27-R26	Circulaire	300	CAO	35	<b>M.E</b>
CII-13	R26-R25	Circulaire	300	CAO	20	<b>B. E</b>
CII-14	R28-R84	Circulaire	300	CAO	58	<b>M.E</b>
CII-14	R84-R83	Circulaire	300	CAO	21	<b>B.E</b>
CII-14	R83-R82	Circulaire	300	CAO	25	<b>B. E</b>

CII-14	R82-R81	Circulaire	300	CAO	33	<b>B. E</b>
CII-14	R81-R80	Circulaire	300	CAO	22	<b>B. E</b>
CII-14	R80-R77	Circulaire	300	CAO	49	<b>M.E</b>
CII-14-1	R84-R	Circulaire	300	CAO	39	<b>B.E</b>
CII-15	R28-R86	Circulaire	300	CAO	34	<b>B.E</b>
CII-16	R29-R90	Circulaire	300	CAO	12	<b>B.E</b>
CII-16	R90-R89	Circulaire	300	CAO	64	<b>M.E</b>
CII-16	R89-R88	Circulaire	300	CAO	29	<b>M.E</b>
CII-16	R88-R87	Circulaire	300	CAO	40	<b>B.E</b>
CII-17	R34-R35	Circulaire	-----	-----	-----	-----
CII-17	R35-R36	Circulaire	500	CAO	32	<b>B. E</b>
CII-17	R36-R37	Circulaire	500	CAO	22	<b>B. E</b>
CII-17	R37-R38	Circulaire	-----	-----	-----	-----
CII-17	R38-R108	Circulaire	500	CAO	39	<b>B. E</b>
CII-17	R36-R37	Circulaire	500	CAO	22	<b>B. E</b>
CII-17-1	R35-R'	Circulaire	500	CAO	26	<b>B. E</b>
CII-17-2	R38-R37	Circulaire	300	CAO	50	<b>M.E</b>

Source: [ONA Bordj Bou Arreridj]

❖ **Collecteur CIII :**

Le diamètre de ce collecteur est 500mm a une longueur de 258m.

**Tableau II.6 :** Caractéristiques du collecteur CIII

Collecteur	Tronçon	Forme	Diamètre (mm)	Matériau	Distance (m)	Observations
CIII	RA1-RA2	Circulaire	500	CAO	37	<b>B. E</b>
CIII	RA2-RA3	Circulaire	500	CAO	34	<b>B.E</b>
CIII	RA3-RA4	Circulaire	500	CAO	52	<b>B. E</b>
CIII	RA4-RA5	Circulaire	500	CAO	50	<b>B.E</b>
CIII	RA5-RA6	Circulaire	500	CAO	39	<b>B. E</b>
CII-3	RA6-RA100	Circulaire	500	CAO	46	<b>B.E</b>

Source: [ONA Bordj Bou Arreridj]

❖ **Collecteur de bâtiment en cours de réalisation :**

Ce collecteur en PVC est de longueur de 134m

Abréviation :

**CAO** : Ciment Armé Ordinaire

**II.6 Problématique :**

Après avoir terminé l'analyse des données disponibles sur le réseau d'assainissement du village sud commune de bordj Bou Arreridj, on tire les conclusions suivantes :

- Le passage des collecteurs sous les constructions.
- retour d'eaux usées à l'intérieur des maisons.
- Dégradation du réseau d'assainissement, sauf le collecteur récemment réalisé.
- Le plus grand problème de notre zone d'étude est que le réseau est en béton comprimé ce qui ne convient pas à la norme demandée aussi un manque de regards de visite.
- Plusieurs regards bouché et sans tampon ou tampon en dalle.
- Un grand manque des avaloires et bouché des avaloires existants.
- Inondation des plusieurs quartiers du centre dans la période de pluie.
- Manque du réseau d'assainissement pour quelques quartiers.

**Conclusion :**

Ce chapitre nous a montré l'état de notre réseau qui se trouve dans un état très dégradé et selon nos constatation et les informations requise tout le réseau a besoins d'une rénovation totale vu leurs incapacité d'évacuation surtout en période de crue ou ce qu'on appelle l'incapacité hydraulique du réseau.

---

*Chapitre III :*

*Etude hydrologique*

---

## Introduction

L'hydrologie peut être définie brièvement comme la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre et dans le sol, sous ses trois états :Gazeux, liquide et solide l'une de ses branches principales est consacrée à l'analyse du débit descours d'eau.

La conception d'un système d'évacuation des eaux pluviales doit prendre en compte cette étude de façon à dimensionner de manière optimale les ouvrages vis-à-vis des objectifs.

L'objet premier des réseaux d'assainissement étant de protéger la ville contre les inondations, leur conception implique de fait la prise en compte du risque de dépassement des capacités des ouvrages. En effet, comme le dimensionnement de ces derniers est lié directement à la pluviométrie qui comporte un caractère fortement aléatoire, la protection apportée par les ouvrages d'assainissement ne peut être que partielle. Ils doivent donc être conçus en fonction d'un risque donné appelé période de retour de dysfonctionnement.

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

Dans ce contexte, il y a lieu de définir certains paramètres qui sont les suivants :

### III-1-Le bassin versant :

Le bassin versant représente, en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets. Plus précisément, le bassin versant qui peut être considéré comme un " système " est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

### III-2-Les averses:

Ce sont des pluies subites et abondantes, généralement de courte durée ; dont cette dernière peut varier d'une minute à plusieurs heures.

Les averses sont caractérisées par un volume important et une forte intensité par unité de temps, exigeant ainsi, un système de drainage efficace.

### III-3- Choix de la période de retour:

La période de retour est le temps que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester. Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale. Le choix d'une période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût du réseau d'égout, l'entretien et la protection de ce dernier contre les risques auxquels il est exposé et ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance.

### III-4-Détermination de l'intensité moyenne de précipitation:

En hydrologie urbaine, l'ingénieur hydrologue est appelé à avoir des données spécifiques au projet étudié, mais dans certaines conditions il rare de recourir des données spécifiques. C'est la raison pour laquelle on est contraint à réunir une information de base, la plus complète possible, pour aider à analyser par la statistique les événements pluvieux tout en identifiant leurs paramètres.

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

$$i(t, T) = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

**$i_m$**  : intensité moyenne en mm/h.

**$h$**  : hauteur de pluie tombée pendant la durée  $t$ .

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- ✓ Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de la 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.

### III-5-Analyse des données pluviométriques et le choix du type de loi d'ajustement:

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

La station pluviométrique choisi qui est plus proche de la zone d'étude est celle de BBA les caractéristiques de cette station :

Code de la station : 050905

X : 685.80 km

Y : 309.95km

Z : 922 m

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 31 ans. La série de précipitations maximales journalières est donnée dans le tableau...

## III-5-1- Caractéristiques de la série pluviométrique :

Tableau III-1 : Précipitation maximale journalière pour la station de BBA

Année	Sept	Oct	Nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	P <sub>max,j</sub>
1979-1980	5.7	0.6	23	40	7.6	8.9	25.9	18.5	12.1	13,5	2.8	16.1	40
1980-1981	6.2	0	16	16.2	12.1	5.2	15.6	39.3	6.8	8.4	2.1	10.5	39.3
1981-1982	11.9	24.1	22	6.5	9.9	5.5	10.9	25.9	24.2	6.2	3.2	4.2	25.9
1982-1983	5	12	0	11.4	5.4	3.6	12.4	11.7	17.4	6.3	0	0	17.4
1983-1984	3.8	10.3	31	19.5	43.5	6.5	7	11.9	16	24.6	0	0	43.5
1984-1985	17.2	8.8	8	15.2	15.4	14	11.8	13.1	1.2	24.8	0	3	24.8
1985-1986	53.5	1.6	6.5	6.7	0	12.2	27.2	19	13.7	17.9	0	6.5	53.5
1986-1987	12.7	21.5	5.2	0	6	14.3	17.7	8.6	11.4	6.1	6.2	10.2	21.5
1987-1988	23.5	2.6	11	12.9	4.1	20.4	10.3	28.6	36.6	33.8	4	7.8	36.6
1988-1989	9.4	12	10	9.8	18	1.4	2.5	16.6	21.2	3.7	0	5.1	21.2
1989-1990	1.3	12.7	37	1.6	18.7	7.6	3.2	25.5	13.7	13.1	0	0	37
1990-1991	1.5	12.2	11	10.2	7	7.9	12	19.2	14.4	19	0	7.3	19.2
1991-1992	18	6.1	6.7	5.7	8.1	8.4	17.4	25.3	17	3.3	0	0.5	25.3
1992-1993	7.9	2.5	14	17.8	5	33.4	10.8	9.2	4.4	13.7	1.5	10.5	33.4
1993-1994	10.2	14.8	2.8	19.3	16.9	5.8	25.1	20.2	17.8	4.3	0	6.1	25.1
1994-1995	7.2	25.8	18	17	0	4.9	4.5	22	2.8	0.6	0.3	11.3	25.8
1995-1996	0	6	5.9	6.6	17.4	29.4	8.9	9.3	18.3	4.8	18.4	6	29.4
1996-1997	9.8	2.9	5	7.2	15.5	5.5	1.4	13	13	13.7	1	10	15.5
1997-1998	19.7	9	24	4.2	2.5	8	3	32	21.9	2.5	2	8	32
1998-1999	33.5	2.5	4.5	3.8	20	9	7	0.8	6	7	2.8	9	33.5
1999-2000	22.5	10.5	8.5	21	0.5	0.5	10	4	35	5.5	0	28	35
2000-2001	32	8	7	25	23	8	3.2	40	10	0.5	0	2.1	40
2001-2002	29.5	8	7	2	5.5	13.2	5	6	2.5	3.5	1.5	24	29.5
2002-2003	12	5.5	26	19	23	7.5	7	25	8	40	14	12	40
2003-2004	1.5	22.5	11	19	4.5	5.2	9	21	37.7	35	3.3	15	37.7
2004-2005	20.1	11	35	29	24.5	8.5	7.4	18.5	3	11.6	1.6	2.2	35
2005-2006	12.5	10	20	5.2	10.5	15.3	3.3	28.5	53.5	2.2	8	2.6	53.5
2006-2007	33.9	0.4	20	8.1	5.7	40.5	35.2	42	12	14	0.6	0.8	42
2007-2008	31	17.6	4.4	3.2	3.3	19.2	15	8.7	15.5	43	22.5	10.5	43
2008-2009	12	24	6	18.7	23.5	6.5	16.6	31.2	5.6	1.8	4.8	10.5	31.2
2009-2010	13	6.6	12	11	8.8	12	23.8	18.7	11.2	34	1.3	7.8	34

Source :(A.N.R.H) Alger

**III-5-2 Les caractéristiques empiriques :**

- ❖ La somme des précipitations maximales journalières durant 31 ans d'observations:

$$\sum_{i=1}^{N=31} P_{\max,j} = 1020.8 \text{ mm}$$

- ❖ La moyenne interannuelle des précipitations maximales journalières  $P_{\max,j}$  durant 31 ans d'observations est donnée comme suit:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N=31} X_i}{N} = 32.93 \text{ mm.}$$

- $X_i$  : hauteur des pluies maximales journalières en (mm).
- $N$  : taille de l'échantillon, le nombre d'années d'observations ( $n= 31$  ans).
- $X$  : pluies journalières maximales interannuelles en (mm).

- ❖ **L'écart type «  $\sigma_{P_{\max,j}}$  »:**

Pour  $n$  Supérieur à 30 ans on a :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N}} = 9.35$$

- ❖ **Coefficient de variation : «  $C_v$  » :**

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = 0.284$$

Le tableau III.2 résume les caractéristiques de la série pluviométrique.

**Tableau III.2 :** les caractéristiques empiriques de l'échantillon

<b>Moyenne</b>	32.93
<b>Écart-type</b>	9.35
<b>Médiane</b>	33.5
<b>Nombres d'années d'observation</b>	31

❖ **L'exposant climatique :**

Selon l'A.N.R.H de la région de B.B.A l'exposant climatique est  $b= 0.28$

**III-5-3- Choix de la loi d'ajustement:**

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométriques, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de :

- La loi de probabilité,
- La taille de l'échantillon,
- Certaines caractéristiques de l'échantillon,

Les critères de choisir la loi probabiliste la plus efficace est guidé par la pratique et l'expérience. Généralement les pluies maximums journalières sont testées par la loi de Galton pour les valeurs moyennes où la loi de Gumbel et GEV pour les valeurs extrêmes. Ces lois les plus répandants en Algérie.

Dans notre étude on va utiliser lois généralement utilisées sont :

- 1) la loi de GEV
- 2) La loi de GALTON (log-normal).

**III-5-3-1 Ajustement à la loi GEV :**

➤ La fonction de répartition de la loi d'extrémum généralisée :

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \quad \text{(III.1)}$$

Sachant que « y » est la variable réduite :

$$y = -\frac{1}{k} \ln \left[ 1 - \frac{k}{\alpha} (x - u) \right] \quad \text{(III.2)}$$

Avec :

- x : variable étudiée ( $P_{\max,j}$ ).
- u : paramètre de position
- $\alpha$  : paramètre de dispersion ( $\alpha > 0$ ).
- k : paramètre de forme appelé indice des valeurs extrêmes.

➤ L'expression de quantile est alors :

$$x = u + \frac{\alpha}{k} (1 - e^{-ky}) \quad \text{(III.3)}$$

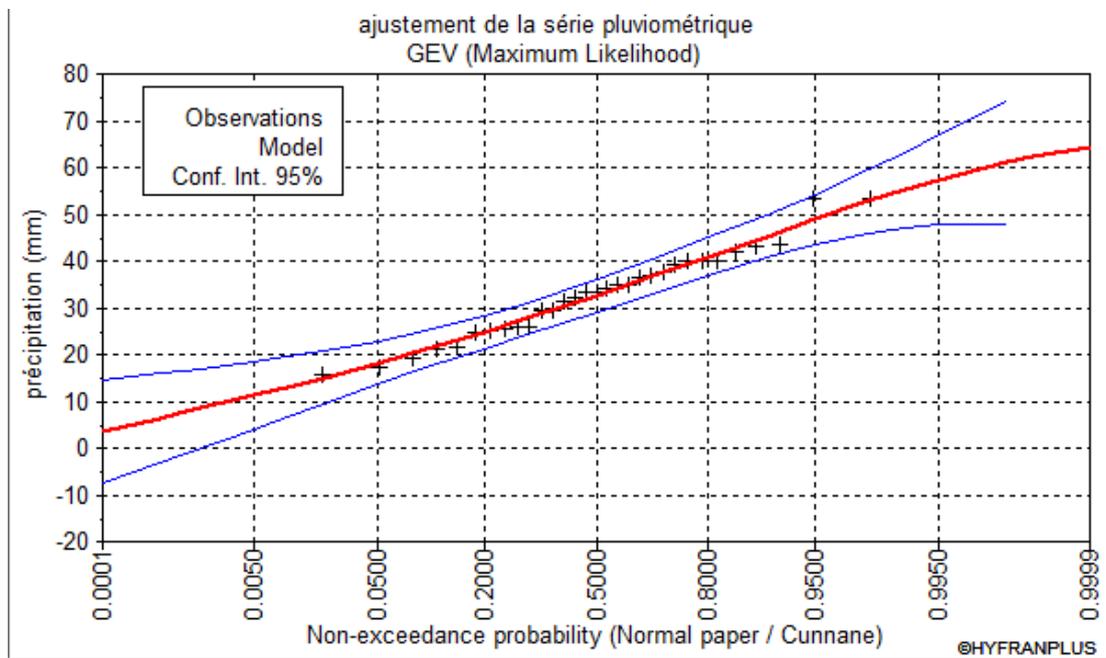
➤ Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$u = 29.3807 \text{ mm} \quad ; \quad \alpha = \mathbf{8.98117} \quad ; \quad k = \mathbf{0.223167}$$

➤ Résultats de l'ajustement à la loi d'extrémum généralisé :

**Tableau III-3** : Résultat de l'ajustement à la loi GEV (Hyfran)

Période de retour <b>T (ans)</b>	Fréquence au non dépassement <b>q</b>	Valeur théorique <b>X<sub>T</sub> (mm)</b>	<b>Ecart type</b>	<b>Intervalle de confiance</b>
100.0	0.9900	55.2	4.14	47.1 – 63.3
50.0	0.9800	52.8	3.46	46.0- 59.6
20.0	0.9500	48.9	2.72	43.6 – 54.2
10.0	0.9000	45.3	2.33	40.7 – 49.8
5.0	0.8000	40.8	2.08	36.7- 44.9



**Figure III-1** : Ajustement graphique par la loi GEV

**II-5-3-2 Ajustement à la loi de Galton (Log-normale) :**

➤ La fonction de répartition de la loi Log-normale :

$$F(x) = \sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \tag{III.4}$$

Sachant que « u » est la variable centrée réduite de Gauss :

$$u = \frac{\ln(x) - \overline{\ln(x)}}{\sigma_{\ln(x)}} \tag{III.5}$$

Avec :

- $x$  : variable étudiée ( $P_{\max,j}$ ).
- $\overline{\ln(x)}$  : la moyenne des logarithmes de la variable  $x$
- $\sigma_{\ln(x)}$  : l'écart-type des logarithmes de la variable  $x$ .

➤ L'expression de quantile est alors :

$$\ln(x) = u \sigma_{\ln(x)} + \overline{\ln(x)} \quad (\text{III.6})$$

➤ Les paramètres de la loi par la méthode du maximum de vraisemblance :

$$\sigma_{\ln(x)} = \mathbf{0.307047} \quad ; \quad \overline{\ln(x)} = \mathbf{3.45102}$$

➤ Résultats de l'ajustement à la loi de Galton :

**Tableau III-4** : Résultat de l'ajustement à la loi Log-normale (Hyfran)

Période de retour $T$ (ans)	Fréquence au non dépassement $q$	Valeur théorique $X_T$ (mm)	Ecart type	Intervalle de confiance
100.0	0.9900	64.4	6.92	50.9 – 78.0
50.0	0.9800	59.2	5.83	47.8 – 70.7
20.0	0.9500	52.3	4.46	43.5 – 61.0
10.0	0.9000	46.7	3.56	39.9- 53.6
5.0	0.8000	40.8	2.63	35.7 – 46.0

Avec:

- T** : périodederetour
- Q** : probabilitéaunondépassement
- XT**: précipitationsmaximalesjournalières

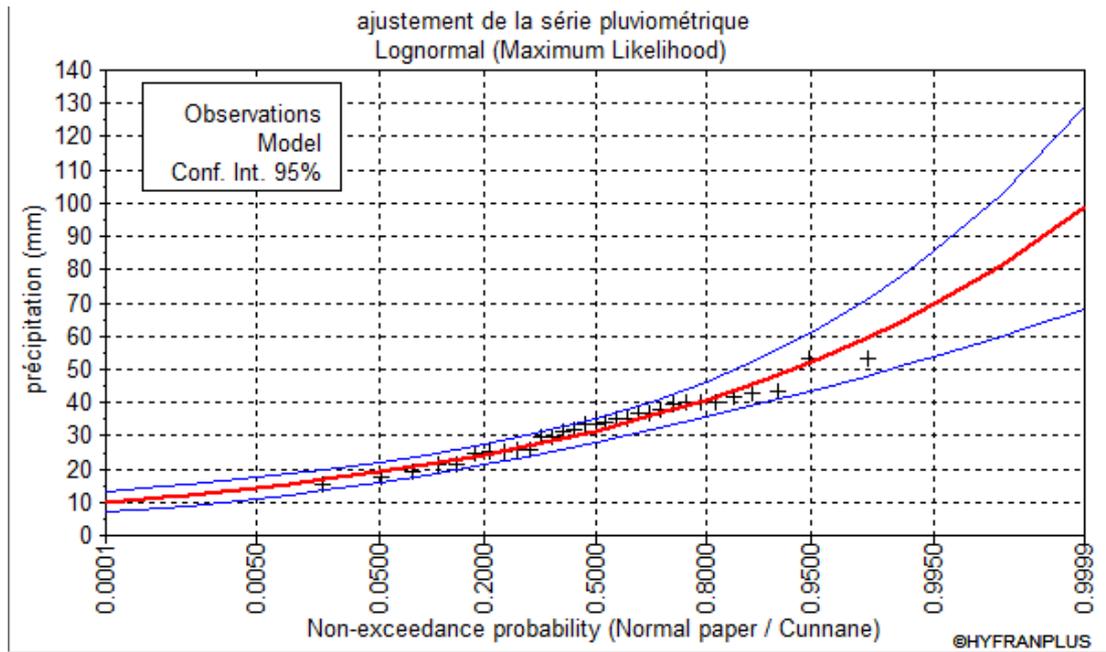


Figure III-2 : Ajustement graphique a la loi log-normale

**III-6-Test d’adéquation:**

Dans notre choix de test d’adéquation, on a opté pour le test de Khi2 et on a obtenu les résultats pour les deux lois choisies par le logiciel HYFRAN et on les a comparés avec ceux qu’on a obtenus par la table de Pearson (Annexe1).Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau III-5 :** les résultats du test d’adéquation

Lois statistiques	Probabilité	Degré de liberté	Nombre de classe	X <sup>2</sup> calculé	X <sup>2</sup> théorique
Loi de GEV	0.4496	3	7	2.65	7.81
Loi de Galton	0.0744	4	7	8.52	9.49

X2 théorique est obtenu sur la table de Person qui donne la probabilité  $\alpha$  pour que X2 égale ou dépasse une valeur donnée en fonction du nombre de degré de liberté.

X2 calculé < X2 théorique donc l’justement des lois est bon pour une probabilité 1- $\alpha$  soit 95%.

Donc cela nous conduit à dire que la série s’ajuste pour les deux lois, mais il faut choisir la de loi la plus adéquate.

Dans notre cas on a choisi la loi de Galton car : d’après la comparaison entre les deux graphes on remarque que la série s’ajuste mieux a la loi log - normal (les points sont cohérent et forme un nuage proche a la droite théorique).

**III-7 : Calcul de la valeur de l'intensité a une période de retour donnée :**

Pour les projets d'assainissement, et concernant l'estimation des débits pluviaux, on s'intéresse généralement à l'intensité moyenne maximale correspondante à une courte durée  $t=15 \text{ min}=0.25 \text{ h}$  et une période de retour  $T=10 \text{ ans}$ , pour des raisons technico-économiques et de sécurité.

La détermination des pluies de courte durée (les averses) se fait à la base des pluies maximales journalières, par la relation suivante :

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j} \left( \frac{t}{24} \right)^b \quad (\text{III.7})$$

**Avec :**

- $P_{t,p\%}$  : pluie (mm) de courte durée correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).
- $P_{\max,j}$  : pluie maximale journalière (mm) correspondante à une fréquence de dépassement donnée (p%).
- $t$  : durée de l'averse (h)
- $b$  : exposant climatique ; selon l'ANRH Alger,  $b = 0.28$  pour la région d'étude.

➤ Pour le calcul de l'intensité moyenne «  $i_{t,p\%}$  » de précipitation «  $P_{t,p\%}(\text{mm})$  » de courte durée «  $t$  (h) » à une fréquence de dépassement donnée «  $p\%$  », nous utilisons la formule de Montanari :

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} \quad (\text{III.8})$$

D'après la loi de Galton :

**Tableau III-6** : les paramètres de la loi de Galton

Période de retour	Fréquence	Pmax (mm)	Intervalle de confiance	$\sigma \ln(x)$	u
10 ans	0.9	46.7	39.9-53.6	0.30704	3.45

$$P_{t,p\%} = P_{\max,j} \left( \frac{t}{24} \right)^b = 46.7 \left( \frac{0.25}{24} \right)^{0.28} = 13.01 \text{ mm}$$

$$i_{t,p\%} = \frac{P_{t,p\%}}{t} = \frac{13.01}{0.25} = 52.04 \text{ mm/h}$$

## Conclusion :

Dans la présente étude, la partie hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne de précipitation. D'après la droite de Galton qui est dans notre cas la meilleure loi d'ajustement des précipitations maximales journalières, on s'aperçoit que pour le dimensionnement optimal de notre réseau, il convient de retenir la valeur donnée par la loi de **Galton** qui est **I<sub>15min,10%</sub>=52.04mm/h** donc l'intensité pluviale qui est le débit spécifique:

$$I = 52.04 * (10000 / 3600) = \mathbf{144.5 \text{ l / s / ha}}$$

---

**Chapitre IV:**

**Calcul de base et**

**Evaluation des débits**

---

**Introduction :**

L'assainissement des agglomérations a pour objectif l'évacuation des eaux usées et pluviales ainsi que le leurs rejet dans l'exutoire de telle façon que ces rejets ne puissent nuire à la santé publique et l'environnement.

Le choix du tracé et du schéma d'évacuation est tributaire du relief et la structure de l'agglomération. Toutes les enquêtes menées dans les chapitres précédents présentent un outil de base permettant l'évaluation des effluents, la détermination des capacités de transfert du réseau ainsi que les conditions de fonctionnalité de ce dernier.

**IV-1-Les systèmes d'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales:**

L'établissement du réseau d'une agglomération doit répondre à deux catégories de préoccupation, à savoir :

- ❖ Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et éviter toute stagnation après les averses.
- ❖ Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, les eaux vannes, ainsi que les eaux résiduaires industrielles. Il est permis d'imaginer un ou plusieurs réseaux de canalisations où l'effluent s'écoule généralement gravitairement.

**a) Système unitaire :**

Dans le système unitaire les eaux usées domestiques, les eaux pluviales avec ou sans stockage préalable, et certains effluents industriels ou certaines eaux de refroidissement, sont évacuées par un réseau unique, généralement pourvu de déversoirs qui permettent, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux par sur verse. Le système unitaire s'impose lorsqu'il n'y a plus de possibilités de concevoir économiquement un réseau séparatif et une maîtrise des branchements particuliers.

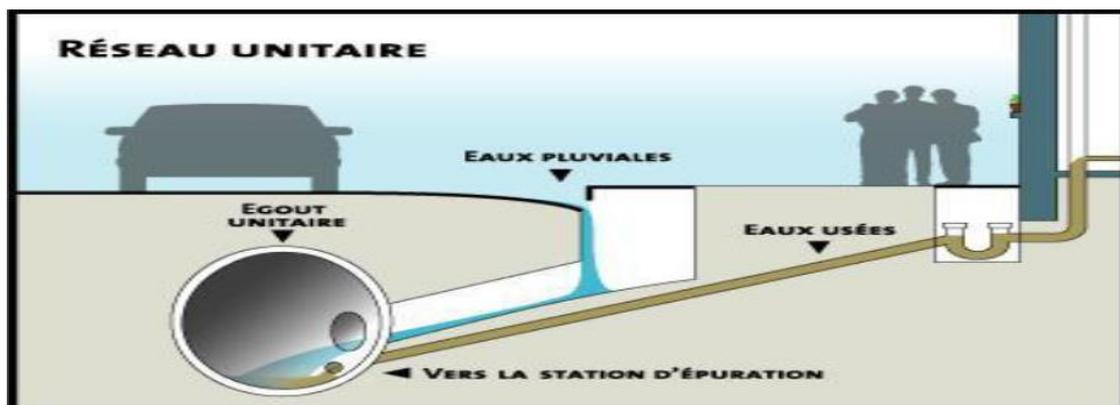


Figure IV.1: Système unitaire

### b) Système séparatif :

C'est un réseau qui consiste à l'évacuation des eaux domestiques d'origine ménagère, les eaux des équipements, les eaux de service public et certaines eaux industrielles dans un collecteur et l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre collecteur.

Le tracés des collecteurs n'est obligatoirement pas le même, ce qui est le cas dans la plus part du temps. Le tracé du réseau d'eau usée est en fonction de l'implantation des différentes entités qu'il dessert en suivant les routes existantes. Ce réseau ne demande pas de grandes pentes vu que les sections ne sont pas trop importantes.

Par contre le tracé du réseau d'eaux pluviales dépend de l'implantation des espaces producteurs de ruissellement, les eaux pluviales sont rejetées directement dans le cours d'eau le plus proche naturel soit-il ou artificiel.

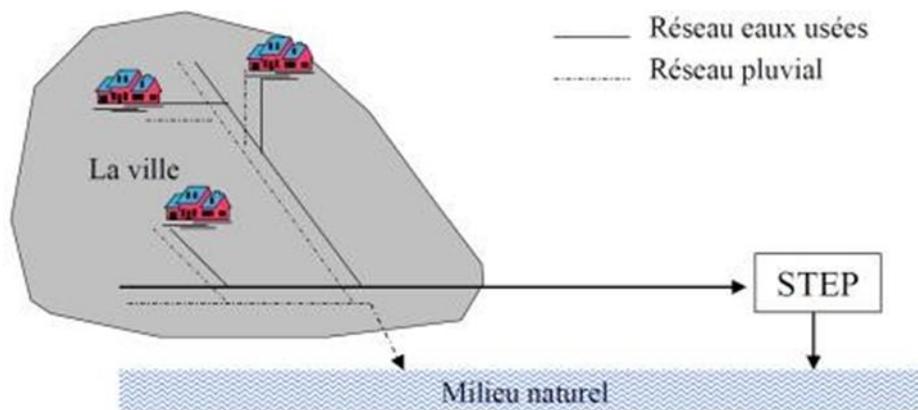
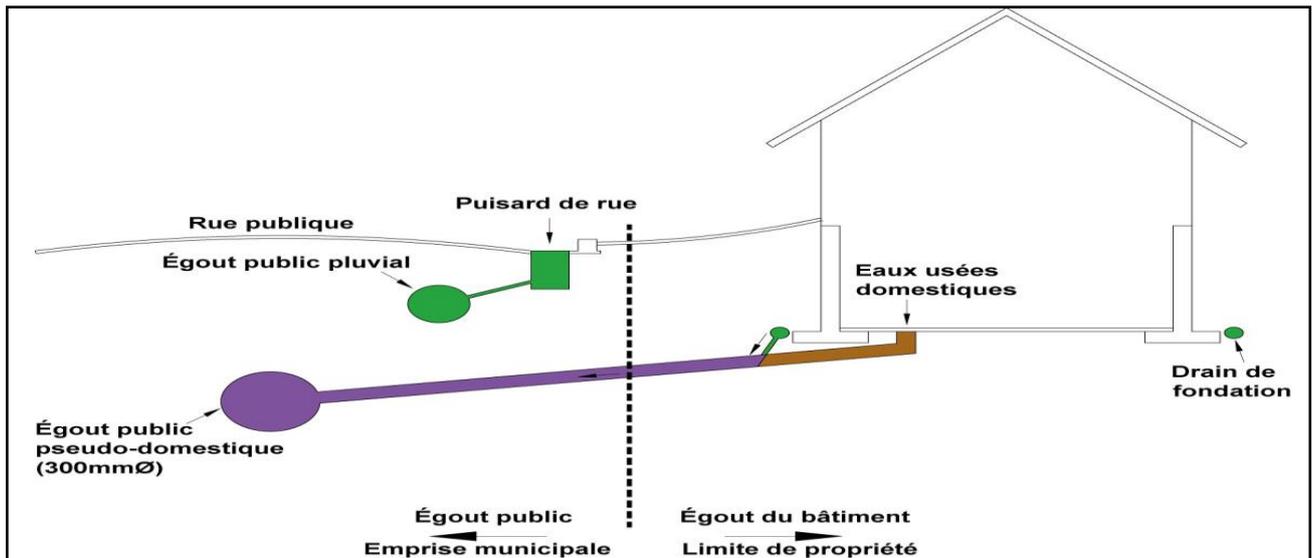


Figure IV.2: système séparatif (source : site : lycee-cherioux.fr)

### c) Système pseudo-séparatif :

Ce système reçoit les eaux usées et une partie des eaux de ruissellement en provenance directe des habitations, le système pseudo séparatif n'est actuellement plus préconisé dans la conception d'un nouvel équipement (Ce système peut être préconisé dans les pays tropicaux secs), c'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

- les apports d'eaux pluviales provenant des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques ;
- les apports d'eaux pluviales provenant des surfaces de voirie, qui s'écoule par des ouvrages particuliers déjà reçus pour cet objet par les services de la voirie municipale (caniveaux, aqueducs, fossés avec évacuations directes dans la nature,...)



**Figure IV.3 :** schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif

Source : [www.gatineau.ca](http://www.gatineau.ca) (2020)

## IV-2 Choix du système d'assainissement:

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 nombre d'habitants joue un rôle primordial dans le choix car si on a une forte densité d'habitation il vaut mieux favoriser un système séparatif.
- L'encombrement du sous-sol.

## IV-3 Définition d'un schéma d'évacuation:

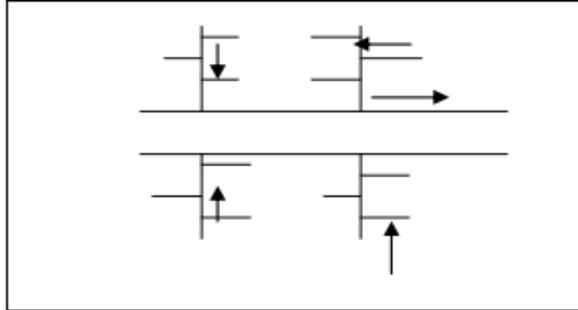
Un schéma d'évacuation est la configuration, la disposition ou le dessin du système d'évacuation, il est fonction de la topographie, du relief et la structure de l'agglomération en outre il est primordial de prendre en considération la pente, la disposition des quartiers et des routes, le cheminement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

## IV-4 Différents schémas d'évacuation:

Dans les réseaux d'assainissement l'écoulement est en général, gravitaire, sauf dans des cas particuliers, ils sont en fonction du relief et de la topographie, on distingue quatre schémas d'évacuation.

**IV-4-1 Schéma Perpendiculaire:**

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales.



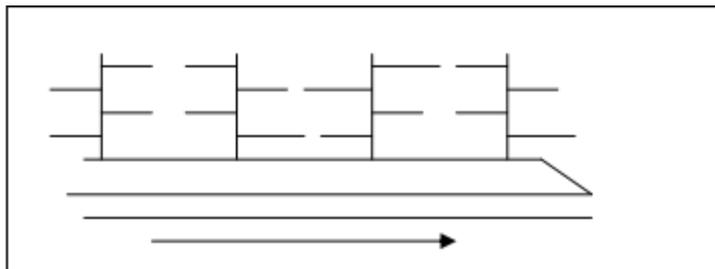
**Figure IV-4** : schéma perpendiculaire

❖ **Domaines d'utilisation du schéma perpendiculaire**

- Lorsque la pollution est minimale.
- Lorsque le coût du projet est élevé on utilise plusieurs points de rejet pour économiser des tronçons (intercepteur).
- Il est utilisé dans le système séparatif car il est considéré comme meilleure solution pour son rejet direct au milieu récepteur.

**IV-4-2 Schéma par Déplacement Latéral:**

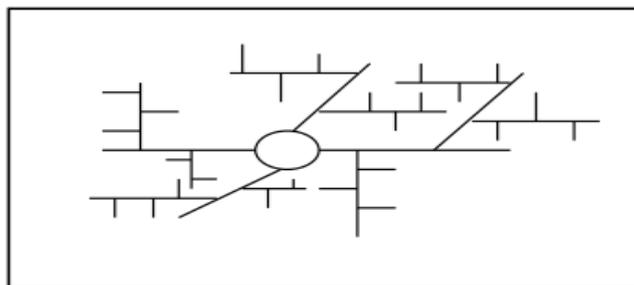
On adopte ce type de schéma quand il y a obligation de traitement des eaux usées, ou toutes les eaux sont acheminées vers un seul point dans la mesure du possible.



**Figure IV-5** : Schéma à déplacement latéral

**IV-4-3 Schéma radial:**

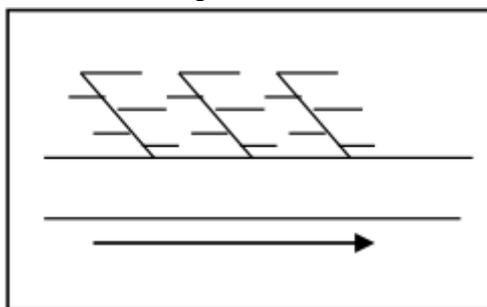
Généralement ce schéma est utilisé pour les terrains plats tel que les effluents sont collectés vers un seul point par la suite un relevage s'impose.



**Figure IV-6 : schéma radial**

#### IV-4-4 Schéma par zone étagé:

Ce schéma est conçu pour les agglomérations étendues et des pentes assez faibles ou il est nécessaire d'effectuer l'assainissement à plusieurs niveaux



**Figure IV-7 : schéma du collecteur par zone étagée**

#### IV-5 Le choix du schéma d'évacuation :

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

- Les conditions techniques et locales du lieu : système existant, la topographie du terrain et la répartition géographique des habitats à desservir.
- Les conditions d'environnement : nature de rejet, le milieu récepteur et l'emplacement de la station d'épuration si elle existe.

Les conditions économiques : le coût et les frais d'investissement et d'entretien.

➔ Pour notre cas le système d'évacuation adopté qui est de type unitaire avec un schéma à déplacement latéral.

#### IV-6 découpage de l'aire d'étude en sous bassins :

En général, le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux.

Toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement. Donc, le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon

- La nature des sols ;
- La densité des habitations ;

- Les courbes de niveaux ;
- Les routes et voiries existantes ;
- Les pentes et les contre pentes

#### IV-7 Evaluation de la population:

Pour l'estimation de la population à l'horizon futur nous utiliserons l'expression des intérêts composées :

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

D'où :

$P_n$  : Population future à l'horizon voulu

$P_o$  : Population actuel pour l'année 2021

T : Taux d'accroissement (2,3%)

N : Nombre d'années séparant l'année de futur et l'année de référence

Horizon	2021	2051
Population (hab)	4340	8585

Tableau IV-1 : évolution de la population à l'horizon de calcul

#### IV-8 Evaluation du coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement est défini comme le rapport du volume d'eau qui ruisselle à la sortie d'un bassin sur le volume d'eau tombée sur le bassin considéré :

$$C_r = \frac{\text{Volume d'eau ruisselé}}{\text{Volume d'eau tombé}}$$

Ce coefficient a la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale, c'est pour cela que lors du découpage des sous bassins il faut que ces derniers soient aussi homogènes que possible, pour minimiser les erreurs commises sur l'évaluation du coefficient de ruissellement.

Sa valeur qui varie entre (0.05 à 1), dépend de plusieurs facteurs tel que : La nature du sol, L'inclinaison du terrain, Le mode d'occupation du sol, la densité de population, La durée de pluie, L'humidité de la surface et L'humidité de l'air.

- Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

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

**Tableau IV-2** : Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.

Catégorie d'urbanisation	Coefficient de ruissellement (Cr)
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moyennement denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – jardin – prairie	0.05 – 0.20

Source : SALAH.B (2014) (Polycops d'assainissement)

**Tableau IV-3** : Coefficient de ruissellement en fonction de type de surface

Surface	Coefficient de ruissellement (Cr)
Chaussée en béton asphaltée	0.70 – 0.95
Chaussée en brique	0.70 – 0.85
Toiture	0.75 – 0.95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
• Plat (pente < à 2 %).	0.05 – 0.10
• Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.10 – 0.15
• Pente abrupte	0.15 – 0.20
Terrain gazonné, sol sablonneux	
• Plat (pente < à 2 %).	0.13 – 0.17
• Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.18 – 0.22
• Pente abrupte	0.18 – 0.22
Entrée de garage en gravier	0.25 – 0.35
	0.15 – 0.30

Source :SALAH.B (2014) (Polycops d'assainissement)

**IV-8-1 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :**

Le coefficient de ruissellement pondéré est donné par l'expression :

$$C_{rp} = \frac{\sum C_{ri} \times A_i}{A} \quad (\text{IV-01})$$

Avec:

Crp : Coefficient de ruissellement pondéré total.

Cri : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

Ai : Surface élémentaire de chaque sous bassin.

A : Surface totale de la zone urbanisée.

Application numérique : Crp=0.7025

**IV-9 Population de chaque sous bassin :**

Pour connaître le nombre exacte d'habitant de chaque sous bassin, on suit les étapes suivantes :

- On estime le coefficient de ruissellement.
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total.
- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin.
- On déduit le nombre d'habitant de chaque sous bassin.

**IV-9-1 Calcul de la densité partielle de chaque sous bassin :**

La densité partielle de chaque sous bassin est exprimée par la relation :

$$D_i = \frac{C_{ri} \times P}{C_{rp} \times A} \quad (\text{IV.2})$$

Avec:

Di : densité partielle pour chaque sous bassin (hab / ha)

Crp : coefficient de ruissellement total pondéré

A : surface totale d'urbanisation (ha) A=19.0313 ha

P : Population globale à l'horizon 2051= 8585 hab.

**IV-9-2 Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin :**

Le nombre d'habitant de chaque sous bassin est donné par l'expression :

$$P_i = D_i * A_i \quad (\text{IV.3})$$

Avec:

Pi : Population partielle du sou bassin considéré.

Ai : Surface partielle du sou bassin considéré (ha).

**Tableau IV-4 : Détermination du nombre d'habitants pour chaque sous bassin**

N° du sous bassin	Aire Ai (ha)	coefficient de ruissellement Cri	Ai*Cri	Di (hab/ha)	Pi (nombre d'habitants)
SB1	2.312	0.68	1.5721	438.2170	1013
SB2	4.572	0.69	3.1546	444.6617	2033
SB3	3.003	0.72	2.1621	463.9948	1393
SB4	4.550	0.74	3.3662	476.8835	2170
SB5	2.603	0.70	1.8221	451.1060	1174
SB6	1.992	0.65	1.2948	418.8842	834

## IV-9 Evaluation des débits des eaux usées:

### IV-9-1 : Nature des eaux à évacuer :

Au niveau de notre agglomération les flux polluants proviennent essentiellement des rejets domestiques et des fermes d'élevages ainsi que les précipitations. A cet égard il est souhaitable de considérer aussi les apports parasites qui peuvent être dus à une remontée accidentelle de la nappe phréatique.

#### IV-9-1-1 Eaux pluviales:

Si on fait une comparaison entre la quantité d'eaux usées et d'eaux pluviales issues d'une agglomération, on constatera une nette différence entre les deux, telle que les eaux pluviales représentent la majeure partie aussi notre terrains est constitué de terrains perméable d'où les eaux de ruissellement vont diminuer d'avantage.

#### IV-9-1-2 Eaux usées domestiques:

Ce sont des eaux qui trouvent leur origine à partir des habitations de l'agglomération, Elles sont constituées essentiellement d'eaux ménagères et d'eaux vannes.

- les eaux ménagères englobent les eaux des vaisselles, de lavage, de bain et de douche.
- les eaux vannes englobent les eaux provenant des sanitaires.

#### IV-9-1-3 Eaux usées industrielles:

Sont classées dans les industrielles, tous les rejets correspondant à une utilisation de l'eau autre que domestique et résultant des autres activités industrielles, commerciales, artisanales, ou autres. Leurs caractéristiques sont précisées dans une convention spéciale, valant autorisation de déversement, lors du raccordement au réseau d'assainissement.

#### IV-9-1-4 Eaux usées parasites:

Une eau parasite est une eau qui transite dans un réseau d'assainissement non conçu pour la recevoir. C'est une eau claire qui est généralement très peu polluée cette eau vient généralement :

- Des infiltrations des eaux de pluie
- La remontée de la nappe

Comme on peut aussi avoir des eaux parasites toxiques qui sont d'origine industrielle, résultent de rejets non conformes à la réglementation.

Ces eaux parasites peuvent avoir un impact très important sur notre réseau à savoir :

- La présence d'eaux claires parasites peut poser problème au niveau du dimensionnement des réseaux, et notamment créer des surcharges, des débordements ou des risques d'usure prématurée des canalisations.
- Les eaux parasites peuvent placer la station d'épuration, en situation de surcharge.

#### IV-9-2 Consommation en eau potable:

La quantité d'eau nécessaire à l'alimentation d'une agglomération dépend de certains

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

Vu le développement qu'a connu Le village Sud en sens d'urbanisme et de mode de vie de la population ainsi que la disponibilité des ressources d'eaux, on a adopté une dotation en eau potable de 200 l/j/ha.(ADE Bordj Bou Arreridj)

#### IV-9-3- Evaluation du débit moyen journalier:

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

$$Q_{\text{moy},j} = (K_r \cdot D \cdot N) / 86400 \text{ ( l / s )} \quad \text{(IV.4)}$$

Tel que :

- ✓  $Q_{\text{moy},j}$  : le débit moyen journalier.
- ✓  $K_r$  : le coefficient de rejet est égal à 80% de la quantité moyenne d'eau potable.
- ✓  $N$  : nombre d'habitants de l'horizon d'étude.
- ✓  $D$  : la dotation journalière égale à 200 l/s/hab.

**IV-9-4 : Evaluation du débit de pointe :**

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

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj} \quad (IV.5)$$

Avec:

- ✓  $Q_{pte}$ : débit de pointe d'eaux usées ;
- ✓  $Q_{moy.j}$  : débit moyen journalier d'eaux usées ;
- ✓  $K_p$  : coefficient de pointe ;

Le coefficient de pointe est le rapport entre le débit maximal et le débit moyen au cours de cette même journée, il peut être estimé de plusieurs manières :

**a) estimé de façon moyenne :**

$$K_p = 24/14 ;$$

$$K_p = 24/10 ;$$

**b) relié à la position de la conduite dans le réseau :**

$$K_p = 3 \text{ en tête du réseau ;}$$

$$K_p = 2 \text{ à proximité de l'exutoire ;}$$

**c) Calculé à partir du débit moyen journalier :**

$$K_p = 1.5+ \quad \text{si } Q_{moyj} \geq 2.8 \text{ l/s}$$

$$K_p = 3 \text{ si } Q_{moyj} < 2.8 \text{ l/s}$$

**Tableau IV-5 :** Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin :

N°SB	Type d'équipement	Unités	Nbr d'unité	Dotation l/j/hab	$Q_{eq}$ useé $m^3/j$	$Q_{ep}$ total $m^3/j$	$Q_{ep}$
1	/	/	/	/	/	/	/
2	Ecole primaire	eleve	150	10	1.5	4.075	0.04716
	CNAS	employer	40	15	0.6		
	Centre de santé	lits	60	20	1.2		
	Locaux commerciaux	personne	25	25	0.625		
	poste	fonctionnaire	10	15	0.15		
3	/	/	/	/	/	/	/
4	Surté nationale	agent	35	15	0.525	0.525	0.006074
5	mosqué	fidele	85	20	1.7	1.7	0.01967
6	CEM	eleve	100	10	1	1	0.01157

**Tableau IV.6:** Détermination des débits de pointe d'eaux usées :

N° de SB	Aire	Nombre	Dotation	Qmoy,j	Qequip	Kp	Qpte,usé	Qtotal
	(ha)	d'habitant	(l/j/hab)	(l/s)	(l/s)		(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)
1	2.312	1013	200	1.88	----	3	5.64	0.00564
2	4.572	2033	200	3.77	0.0471	2.78	10.547	0.0010547
3	3.003	1393	200	2.58	---	3	7.74	0.00774
4	4.550	2170	200	4.02	0.0060	2.74	11.046	0.0011046
5	2.603	1174	200	2.17	0.0196	3	6.53	0.00653
6	1.992	834	200	1.54	0.01	3	4.621	0.004623

#### IV-10 Estimation des débits des eaux pluviales:

Les eaux pluviales sont assainies avec les eaux d'arrosages et de lavage des voies publiques ou tout simplement se sont les eaux de ruissellement de surface.

Après avoir fait le découpage de notre zone d'étude en plusieurs sous bassin on attribue pour chaque sous bassin un coefficient de ruissellement pondéré selon la nature du sol a drainé.

Pour le calcul des débits des eaux pluvial on a deux méthodes en fonction de l'étendue du sous bassin et de son urbanisation :

- La méthode rationnelle
- La méthode de superficielle

Mais pour notre cas nous allons présenter uniquement la méthode que nous avons employée pour notre étude.

**IV-10-1 La méthode rationnelle:**

La méthode rationnelle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité «  $i$  » supposée constante sur des surfaces d'influence de superficie «  $A$  », caractérisée par un coefficient de ruissellement «  $Cr$  ». Elle fut découverte en 1889 mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée. Dans cette méthode le hydrogramme de pluie sur un bassin se transforme ainsi en hydrogramme d'écoulement, en tenant compte de l'effet de stockage et de l'infiltration

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha * A * Cr * i \quad (\text{IV-6})$$

Avec :

- ✓  $Q$  : débit d'eau de ruissellement (l / s) ;
- ✓  $A$  : surface de l'aire d'influence (ha) ;
- ✓  $Cr$  : coefficient de ruissellement ;
- ✓  $i$  : intensité de précipitation (l / s / ha) ;
- ✓  $\alpha$  : coefficient correcteur tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace, sa détermination est en fonction de la forme du sous bassin

Les hypothèses de la méthode rationnelle sont les suivantes :

- L'intensité de l'averse en mm/h est uniforme, dans le temps et dans l'espace, sur l'ensemble du bassin drainé ;
- Le débit de pointe « $Q_p$ » en m<sup>3</sup>/s de l'hydrogramme de ruissellement est une fonction du débit précipité  $i.A$  ;
- L'intervalle de récurrence du débit de pointe « $Q_p$  » est le même que celui de l'averse d'intensité uniforme  $i$  ;
- En fin, le coefficient de ruissellement est constant d'une averse à l'autre.

**A) Validité de la méthode rationnelle:**

Cette méthode est efficace pour des aires relativement limitées (généralement inférieures à 10 ha), le résultat est meilleur pour des aires plus faibles du faite de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, Aussi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes.

**B. Application de la méthode rationnelle :****B-1 : temps de concentration :**

Le temps de concentration d'un bassin est défini comme étant le temps mis par la pluie tombée du point le plus éloigné pour Atteindre l'exutoire du bassin versant,

Le temps de concentration  $T_c$  est donné par :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad (\text{IV-7})$$

$t_1$  : C'est le temps mis par l'eau pour s'écouler dans la canalisation :

$$t_1 = L / 60 v \quad (\text{IV-8})$$

Tel que :

$L$  : la longueur du tronçon considéré (m)

$v$  : la vitesse de l'eau dans le tronçon (m/s)

$t_2$  : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement il est compris entre 2 et 20 minutes

$t_3$  : Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisation.

$$\text{Ou : } t_3 = L / 11 \sqrt{I} \quad (\text{IV-9})$$

$L$  : Cheminement hydraulique le plus long (m).

$I$  : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m/m).

**Remarque** : Suivant la configuration de chaque sous bassin on évaluera le temps de concentration qui lui correspond.

#### IV-10-2 Calcul des débits pluviaux et totaux:

Le calcul des débits est mentionné dans les tableaux suivants :

**Tableau VI-7** : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin

N° SB	surface (ha)	Cr	i (l/s.ha)	$\alpha$	Qpluv(l/s)	Qpluvial(m3/s)
SB1	2.312	0.68	144.5	1	228.094	0.228094
SB2	4.572	0.69	144.5	1	455.851	0.455851
SB3	3.003	0.72	144.5	1	312.432	0.312432
SB4	4.550	0.74	144.5	1	486.532	0.486532
SB5	2.603	0.70	144.5	1	263.293	0.263293
SB6	1.992	0.65	144.5	1	187.098	0.187098

**Tableau VI-8** : Calcul des débits totaux de chaque sous bassin

N°SB	Qusées(m3/s)	Qpluv(m3/s)	Qt(m3/s)
SB1	0.0056	0.228094	0.233734
SB2	0.0010547	0.455851	0.456905
SB3	0.00774	0.312432	0.320172
SB4	0.0011046	0.486531	0.487636
SB5	0.00653	0.263293	0.269823
SB6	0.004623	0.18709	0.191721

**Conclusion :**

Ce chapitre est le plus important car il nous permet d'estimer les différents paramètres qui sont une base pour l'élaboration d'un calcul hydraulique adéquat qui par la suite permet le dimensionnement des ouvrages formant le système d'évacuation projeté.

Pour notre cas le système adopté est un système unitaire.

---

*Chapitre V :*

*Calcul hydraulique du réseau*

---

**Introduction :**

Le calcul hydraulique est la phase la plus importante de notre travail ,il nous permet de vérifier les conditions d'écoulement comme la vitesse admissible. Donc ces caractéristiques doivent être menées avec beaucoup de rigueur et nécessitent des outils d'information précis pour assurer une évacuation rapide sans stagnation des eaux pluviales et le transfert des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes.

Le choix du tracé et l'implantation des ouvrages d'évacuation (collecteurs et regards), doivent respecter certaines normes de construction et de pose, afin de satisfaire des conditions mécaniques et hydrauliques et assurer une pérennité convenable.

**V-1 Condition d'écoulement :**

Comme notre réseau est un système gravitaire et caractérisé par un écoulement uniforme et a surface libre donc l'écoulement dans les canalisations doit satisfaire aux normes qui permettent un bon fonctionnement hydraulique tel que la capacité d'auto curage qui exige :

- Une vitesse de l'ordre de 0.6m/s pour 1/10 du débit à pleine section
- Une vitesse de l'ordre de 0.3m/s pour 1/100 du débit à pleine section
- Pour la vitesse d'érosion il est déconseillé de dépasser les 5m/s pour éviter la dégradation des parois de la canalisation

**V-2 Le calcul des paramètres hydrauliques :**

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

- L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.

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

$$Q=V.S \quad (V-1)$$

Avec :

Q : le débit m<sup>3</sup> /s

S : la section mouillée m<sup>2</sup>

V : la vitesse d'écoulement (m/s)

La vitesse moyenne est exprimée par la formule de Manning :

$$V = Ks \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{I} \quad (V-2)$$

D'où :

I : la pente entre deux regards (m/m)

R : le rayon hydraulique

Ks : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois, les coefficients K sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau V-1** : Coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux

Type de matériaux	Coefficient de rugosité Ks
Conduite métallique rivée ou avec de nombreuses soudures	60
Béton rugueux	60
Conduite et fontes ou en béton (très vieilles)	70
Conduites en fontes en service ou en béton avec joints serrées	75
Fonte neuve, maçonnerie très lisse	80
Acier revêtu, béton bien lissé	85
Conduites en béton très lisse, en fibrociment, en tôle sans soudures	90 à 100
Acier galvanisé	100 à 110
Font revêtue intérieurement neuve	110 à 125
Cuivre, laiton, PE, PVC lisse	100 à 150

Source BOURRIER .R.2008

A partir des deux équations (V-1) et (V-2) on calcule le diamètre :

$$D_{cal} = \left[ \frac{3.2 \times Q_t}{K \times \sqrt{I}} \right]^{3/8} \tag{V-3}$$

Le débit en pleine section est donné par :

$$Q_{ps} = V_{ps} \cdot (D_{nor}^2 \cdot \pi) / 4 \tag{V-4}$$

Dnor : est le diamètre normalisé (mm)

Vps : la vitesse à pleine section (m/s) qui -est calculée avec la formule suivante :

$$V_{ps} = K_s (D_{nor}/4)^{2/3} \cdot \sqrt{I} \tag{V-5}$$

Les vitesses moyennes et les hauteurs de remplissage sont calculées ainsi :

$$R_q = Q_t / Q_{ps} \tag{V-6}$$

$$R_v = V / V_{ps} \tag{V-7}$$

$$R_h = h / D_{nor} \tag{V-8}$$

Tel que les valeurs de  $R_v$  et  $R_h$  sont calculés par la méthode des régressions polynomiales :

$$\clubsuit R_v = -25.63 \cdot R_{q6} + 93.647 \cdot R_{q5} - 134.25 \cdot R_{q4} + 95.24 \cdot R_{q3} - 35.151 \cdot R_{q2} + 7.0395 \cdot R_{q1} + 0.2263 \quad (\text{V-9})$$

$$\clubsuit R_h = -11.423 \cdot R_{q6} + 40.641 \cdot R_{q5} - 55.497 \cdot R_{q4} + 37.115 \cdot R_{q3} - 12.857 \cdot R_{q2} + 2.8373 \cdot R_{q1} + 0.0359 \quad (\text{V-10})$$

### V-3 Vérification des conditions d'autocurage :

Pour la vérification de la vitesse d'autocurage on doit vérifier deux conditions :

#### 1<sup>ère</sup> condition :

Pour  $Q=10\% Q_{ps}$ , la vitesse doit être  $\frac{1}{10} Q_{ps} > 0.6 \text{ m/s}$

#### 2<sup>ème</sup> condition :

Pour  $Q=1\% Q_{ps}$ , la vitesse doit être  $\frac{1}{100} Q_{ps} > 0.3 \text{ m/s}$

Pour simplifier nos calculs on utilise un programme d'Excel utilisant les formules ci-dessus et en tenant compte des données géométriques (pentes, longueurs).

Tous les résultats sont mentionnés dans les tableaux de suivants:

## Les tableaux de calcul hydraulique :

Tableau V-2: Les collecteurs de sous bassin I

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	$K_s \text{ m}^{(1/3)} \text{ s}^{-1}$	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin(m/s)	H (mm)	condition d'écoulement
R1-R2	0,012	25	4,30	100	94,5218012	315	3,8098	0,2968	0,0404	0,4594	0,1319	1,7503	1,1883	41,5550	vérifié
R2-R3	0,0203	25	4,30	100	115,119802	315	3,8098	0,2968	0,0684	0,5710	0,1806	2,1756	1,2476	56,8741	vérifié
R3-R4	0,0286	25	4,30	100	130,911043	315	3,8098	0,2968	0,0964	0,6527	0,2187	2,4866	1,2651	68,8886	vérifié
R4-R5	0,03691	35	7,21	100	130,746632	315	4,9333	0,3843	0,0961	0,6519	0,2183	3,2159	1,2342	68,7654	vérifié
R5-R6	0,04213	41,06	2,35	100	169,535609	315	2,8164	0,2194	0,1920	0,7969	0,3040	2,2445	1,0273	95,7729	vérifié
R6-R7	0,09773	18,17	2,35	100	232,433967	315	2,8164	0,2194	0,4455	0,9618	0,4677	2,7087	1,3003	147,3135	vérifié
R7-R8	0,134	32,07	4,29	100	233,718405	315	3,8054	0,2964	0,4521	0,9663	0,4720	3,6772	1,3238	148,6701	vérifié
R8-R9	0,134	25	4,29	100	233,718405	315	3,8054	0,2964	0,4521	0,9663	0,4720	3,6772	1,3238	148,6701	vérifié
R9-R10	0,147889	25	4,29	100	242,523913	315	3,8054	0,2964	0,4989	0,9980	0,5020	3,7977	1,3003	158,1286	vérifié
R10-R11	0,161778	25	4,69	100	246,668815	315	3,9788	0,3099	0,5220	1,0127	0,5163	4,0293	1,3239	162,6267	vérifié
R11-R12	0,175667	25	4,69	100	254,406538	315	3,9788	0,3099	0,5668	1,0386	0,5428	4,1323	0,9999	170,9951	vérifié
R12-R13	0,189556	25	4,69	100	261,770694	315	3,9788	0,3099	0,6116	1,0600	0,5678	4,2174	1,1821	178,8667	vérifié
R13-R14	0,203445	25	4,69	100	268,804838	315	3,9788	0,3099	0,6565	1,0763	0,5916	4,2826	1,0443	186,3572	vérifié
R14-R15	0,217334	25	4,69	100	275,544868	315	3,9788	0,3099	0,7013	1,0880	0,6150	4,3291	1,1419	193,7216	vérifié
R15-R16	0,231223	25	4,69	100	282,020765	315	3,9788	0,3099	0,7461	1,0960	0,6392	4,3609	1,2743	201,3352	vérifié
R40 - R41	0,01452	30	4,46	100	100,832736	315	3,8800	0,3022	0,0480	0,4932	0,1464	1,9138	1,5731	46,1063	vérifié
R41 - R42	0,02904	30	4,46	100	130,763881	315	3,8800	0,3022	0,0961	0,6520	0,2183	2,5296	1,5068	68,7784	vérifié
R42 - R43	0,04356	30	4,46	100	152,237633	315	3,8800	0,3022	0,1441	0,7435	0,2674	2,8849	1,5068	84,2183	vérifié
R43 - R6	0,0556	24,87	4,46	100	166,827299	315	3,8800	0,3022	0,1840	0,7896	0,2984	3,0638	1,5731	93,9897	vérifié

R44 - R45	0,003849	13,42	1,32	100	77,0038096	315	2,1108	0,1644	0,0234	0,3730	0,0957	0,7874	2,0759	30,1566	vérifié
R45 - R46	0,013119	32,32	1,32	100	121,960591	315	2,1108	0,1644	0,0798	0,6074	0,1972	1,2822	1,8278	62,1084	vérifié
R46 - R47	0,021141	27,97	1,32	100	145,857517	315	2,1108	0,1644	0,1286	0,7192	0,2533	1,5182	2,1804	79,7787	vérifié
R47 - R8	0,028883	26,98	1,32	100	163,963661	315	2,1108	0,1644	0,1757	0,7815	0,2924	1,6497	2,0780	92,0998	vérifié
R48 - R16	0,00151	25	2,04	100	49,9660543	315	2,6241	0,2044	0,0074	0,2764	0,0562	0,7254	2,0780	17,6948	vérifié

Tableau V-3: Les collecteurs de sous bassin II

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s- 1	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	H (mm)	condition d'écoulement
R16-R17	0,241	25	4,66	100	286,7796 88	315	3,9661	0,3089	0,7801	1,1005	0,6589	4,3648	1,5355	207,5647	vérifié
R17-R18	0,248063 9	25	4,66	100	289,9034 18	315	3,9661	0,3089	0,8030	1,1032	0,6733	4,3753	1,2765	212,0821	vérifié
R18-R19	0,258458 75	36,27	4,66	100	294,4006 13	315	3,9661	0,3089	0,8366	1,1070	0,6964	4,3903	1,3844	219,3639	vérifié
R19-R20	0,271100 47	23,73	2,67	100	332,7111 44	400	3,5204	0,4422	0,6131	1,0606	0,5686	3,7336	1,1603	227,4556	vérifié
R20-R21	0,278265 37	25	2,67	100	335,9817 45	400	3,5204	0,4422	0,6293	1,0670	0,5773	3,7563	1,4777	230,9320	vérifié
R21-R22	0,286055 04	25	1,99	100	358,7137 35	400	3,0392	0,3817	0,7494	1,0965	0,6410	3,3325	1,2855	256,4023	vérifié
R22-R23	0,293844 71	25	1,99	100	362,3461 15	400	3,0392	0,3817	0,7698	1,0993	0,6527	3,3409	1,3967	261,0998	vérifié
R23-R24	0,30232	27,20	1,99	100	366,2304 79	400	3,0392	0,3817	0,7920	1,1019	0,6662	3,3490	1,3572	266,4995	vérifié
R50 - R51	0,012855	25	4,72	100	95,31302 7	315	3,9915	0,3109	0,0413	0,4636	0,1337	1,8505	2,2821	42,1155	vérifié
R51 - R52	0,025685	24,96	4,72	100	123,5606 18	315	3,9915	0,3109	0,0826	0,6158	0,2010	2,4578	2,0780	63,3291	vérifié
R52 - R53	0,03854	25	3,97	100	148,6134 2	315	3,6607	0,2851	0,1352	0,7300	0,2594	2,6725	1,8659	81,7118	vérifié

R53 - R54	0,052398	26.95	3,97	100	166,7570 31	315	3,6607	0,2851	0,1838	0,7894	0,2982	2,8899	2,0780	93,9434	vérifié
R54 - R55	0,10665	32.39	3,97	100	217,6839 75	315	3,6607	0,2851	0,3740	0,9131	0,4206	3,3427	1,6439	132,4939	vérifié
R55 - R56	0,115034	25	4,23	100	221,3020 16	315	3,7787	0,2943	0,3908	0,9243	0,4317	3,4926	2,0780	135,9761	vérifié
R56 - R57	0,123418	25	4,23	100	227,2178 66	315	3,7787	0,2943	0,4193	0,9437	0,4505	3,5658	2,0780	141,8965	vérifié
R57 - R58	0,131543 9	24.23	4,23	100	232,7164 35	315	3,7787	0,2943	0,4469	0,9628	0,4686	3,6379	1,8659	147,6111	vérifié
R58 - R24	0,1371	16.35	4,23	100	236,3548 85	315	3,7787	0,2943	0,4658	0,9758	0,4809	3,6870	1,3864	151,4774	vérifié
R59 - R60	0,010848	25	4,74	100	89,36388 61	315	4,0000	0,3116	0,0348	0,4326	0,1206	1,7304	1,3864	37,9857	vérifié
R60 - R61	0,021696	25	4,74	100	115,8906 22	315	4,0000	0,3116	0,0696	0,5752	0,1824	2,3008	1,3864	57,4640	vérifié
R61 - R62	0,032544	25	1,64	100	164,6295 29	315	2,3528	0,1833	0,1776	0,7835	0,2938	1,8434	1,3864	92,5399	vérifié
R62 - R54	0,043392	25	1,64	100	183,3832 9	315	2,3528	0,1833	0,2368	0,8299	0,3334	1,9526	1,3864	105,0151	vérifié
R67 - R68	0,075431	49.32	6,00	100	176,9262 19	315	4,5003	0,3505	0,2152	0,8152	0,3195	3,6688	1,3864	100,6578	vérifié
R68 - R69	0,116159 68	30.67	6,00	100	208,0208 04	315	4,5003	0,3505	0,3314	0,8862	0,3929	3,9880	1,8659	123,7678	
R69 - R70	0,135684 98	29.01	6,00	100	220,5009 22	315	4,5003	0,3505	0,3871	0,9218	0,4292	4,1482	1,1275	135,1955	vérifié
R70 - R71	0,159908	35.99	6,00	100	234,5105 14	315	4,5003	0,3505	0,4562	0,9691	0,4746	4,3614	1,0731	149,5106	vérifié
R71 - R72	0,186778 4	40.01	5,92	100	249,2020 04	315	4,4702	0,3482	0,5364	1,0215	0,5250	4,5661	1,1275	165,3745	vérifié
R72 - R73	0,219826 6	35	5,92	100	264,9013 23	315	4,4702	0,3482	0,6313	1,0678	0,5784	4,7732	1,1275	182,1946	vérifié
R73 - R74	0,229291 55	25.38	4,57	100	282,5046 42	315	3,9276	0,3059	0,7495	1,0965	0,6411	4,3067	1,1275	201,9389	vérifié
R74 - R75	0,239214 6	26.21	4,57	100	287,0287 83	315	3,9276	0,3059	0,7819	1,1007	0,6600	4,3233	1,1275	207,9109	vérifié
R83 - R84	0,01011	20	3,17	100	93,85284 21	315	3,2711	0,2548	0,0397	0,4559	0,1304	1,4913	1,1227	41,0837	vérifié
R84 - R68	0,0201	19.74	3,17	100	121,4407 01	315	3,2711	0,2548	0,0789	0,6047	0,1959	1,9781	0,4800	61,7112	vérifié

R85 - R86	0,010463 21	25.02	1,04	100	117,1642 07	315	1,8736	0,1459	0,0717	0,5820	0,1855	1,0905	0,4800	58,4389	vérifié
R86- R72	0,019797 3	22.32	1,04	100	148,8153 88	315	1,8736	0,1459	0,1357	0,7308	0,2598	1,3693	1,0167	81,8525	vérifié
R49 - R19	0,005	20.38	3,88	100	69,39403 81	315	3,6190	0,2819	0,0177	0,3406	0,0824	1,2327	2,2821	25,9508	vérifié

Tableau V-4: Les collecteurs de sous bassin III

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s <sup>-1</sup>	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	H (mm)	condition d'écoulement
R89 - R90	0,1185159	41.42	6,61	100	205,822484	315	4,7235	0,3679	0,3221	0,8806	0,3870	4,1594	0,6541	121,9020	vérifié
R90 - R91	0,19556307	37.73	6,61	100	248,347133	315	4,7235	0,3679	0,5315	1,0185	0,5221	4,8110	1,1033	164,4477	vérifié
R91 - R92	0,22603224	40.33	4,91	100	277,236542	315	4,0711	0,3171	0,7128	1,0904	0,6211	4,4391	1,1247	195,6410	vérifié
R96 - R97	0,00885613	25	1,08	100	109,28584	315	1,9093	0,1487	0,0595	0,5393	0,1664	1,0298	1,1275	52,4273	vérifié
R97- R98	0,026568	25	1,09	100	164,71436	315	1,9181	0,1494	0,1778	0,7837	0,2940	1,5033	1,1872	92,5960	vérifié
R98 - R99	0,0265684	25	1,09	100	164,71529	315	1,9181	0,1494	0,1778	0,7837	0,2940	1,5033	1,2081	92,5966	vérifié
R99- R89	0,031846	14.90	1,09	100	176,296006	315	1,9181	0,1494	0,2131	0,8137	0,3182	1,5609	1,1600	100,2384	vérifié
R100 - R101	0,010944	25	3,95	100	92,7776639	315	3,6515	0,2844	0,0385	0,4503	0,1280	1,6441	1,1665	40,3312	vérifié
R101 - R102	0,021888	25	3,95	100	120,317744	315	3,6515	0,2844	0,0770	0,5988	0,1932	2,1865	1,1275	60,8527	vérifié
R102- R89	0,03172935	22.48	3,95	100	138,293038	315	3,6515	0,2844	0,1116	0,6872	0,2360	2,5091	1,0697	74,3496	vérifié
R103 - R104	0,0072544	18.93	5,12	100	75,7446217	315	4,1572	0,3238	0,0224	0,3674	0,0934	1,5274	1,1275	29,4257	vérifié
R104 - R105	0,0168349	25	2,04	100	123,4206	315	2,6241	0,2044	0,0824	0,6150	0,2007	1,6139	0,8873	63,2224	vérifié
R105 - R106	0,0264154	25	0,99	100	167,351344	315	1,8280	0,1424	0,1855	0,7911	0,2995	1,4461	0,5756	94,3349	vérifié
R106 -	0,0359959	25	0,99	100	187,943646	315	1,8280	0,1424	0,2528	0,8398	0,3435	1,5353	1,1275	108,1871	vérifié

R107															
R107 - R90	0,04737	29.68	0,99	100	208,327464	315	1,8280	0,1424	0,3327	0,8870	0,3938	1,6214	1,1275	124,0316	vérifié
R108 - R109	0,0121287	30	4,18	100	95,405662	315	3,7563	0,2926	0,0415	0,4641	0,1339	1,7433	1,1275	42,1813	vérifié
R109 - R90	0,025767	33.59	4,18	100	126,558917	315	3,7563	0,2926	0,0881	0,6311	0,2083	2,3705	1,1275	65,6081	vérifié
R110 - R111	0,0119236	25	0,03	100	239,225183	315	0,3182	0,0248	0,4810	0,9861	0,4907	0,3138	1,1275	154,5611	vérifié
R111 - R112	0,0238472	25	1,29	100	153,256114	315	2,0867	0,1625	0,1467	0,7472	0,2696	1,5591	1,1275	84,9158	vérifié
R112 - R113	0,0350554	23.50	1,29	100	177,076889	315	2,0867	0,1625	0,2157	0,8156	0,3199	1,7019	1,1275	100,7582	vérifié
R113 - R91	0,0462826	23.54	1,29	100	196,521668	315	2,0867	0,1625	0,2848	0,8586	0,3634	1,7917	1,1275	114,4705	vérifié
R114 - R115	0,011953	29.94	3,75	100	96,8361109	315	3,5578	0,2771	0,0431	0,4717	0,1372	1,6783	1,1275	43,2030	vérifié
R115 - R91	0,0253536	33.58	3,75	100	128,380291	315	3,5578	0,2771	0,0915	0,6402	0,2127	2,2778	1,1275	66,9856	vérifié
R116 - R117	0,01651258	30	3,27	100	112,154642	315	3,3223	0,2588	0,0638	0,5550	0,1734	1,8438	1,0286	54,6090	vérifié
R117 - R92	0,03122	30.79	0,80	100	185,437397	315	1,6433	0,1280	0,2439	0,8344	0,3379	1,3711	1,0662	106,4320	vérifié
R118 - R119	0,0110375	25	4,36	100	91,3665358	315	3,8363	0,2988	0,0369	0,4429	0,1249	1,6992	1,0885	39,3533	vérifié
R119 - R120	0,022075	25	3,00	100	127,091612	315	3,1822	0,2479	0,0891	0,6338	0,2096	2,0168	1,0494	66,0116	vérifié
R120 - R92	0,032	22.48	0,80	100	187,161375	315	1,6433	0,1280	0,2500	0,8381	0,3417	1,3773	1,1170	107,6360	vérifié

Tableau V-5: Les collecteurs de sous bassin IV

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s <sup>-1</sup>	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	H (mm)	condition d'écoulement
R24- R25	0,445902	24,83	1,99	100	423,686072	500	3,5267	0,6921	0,6443	1,0724	0,5852	3,7819	1,2570	292,6120	vérifié
R25- R26	0,45162685	21,93	4,37	100	367,33854	400	4,5037	0,5657	0,7984	1,1027	0,6703	4,9661	1,4508	268,1235	vérifié
R26- R27	0,45954714	30,34	4,37	100	369,741215	400	4,5037	0,5657	0,8124	1,1042	0,6795	4,9732	1,4519	271,7893	vérifié
R27- R28	0,499353	45,67	4,37	100	381,440639	400	4,5037	0,5657	0,8828	1,1126	0,7328	5,0109	1,7443	293,1281	vérifié
R28- R29	0,5140385	30	4,37	100	385,609261	400	4,5037	0,5657	0,9087	1,1160	0,7560	5,0262	1,3312	302,4121	vérifié
R29- R30	0,52322682	29,66	4,37	100	388,179715	400	4,5037	0,5657	0,9250	1,1181	0,7716	5,0355	1,7656	308,6276	vérifié
R30- R31	1,30022682	25,3	2,98	100	586,75389	630	5,0346	1,5686	0,8289	1,1061	0,6908	5,5687	1,7024	435,2309	vérifié
R31- R32	1,32209912	25	2,98	100	590,435978	630	5,0346	1,5686	0,8429	1,1077	0,7010	5,5767	1,6383	441,6039	vérifié
R32- R33 (DO)	1,333	25	2,98	100	592,256879	630	5,0346	1,5686	0,8498	1,1085	0,7062	5,5809	1,6947	444,8988	vérifié
R33- R34	0,0411	46,69	2,98	100	160,653241	315	3,1716	0,2470	0,1664	0,7716	0,2854	2,4473	1,6392	89,9030	vérifié
R34- R35	0,10814157	30	1,68	100	257,108313	315	2,3813	0,1855	0,5830	1,0469	0,5520	2,4929	1,9546	173,8939	vérifié
R35- R36	0,12017157	20	1,68	100	267,481973	315	2,3813	0,1855	0,6479	1,0736	0,5871	2,5566	1,5998	184,9427	vérifié
R36- R37	0,14100819	35	1,68	100	284,011217	315	2,3813	0,1855	0,7602	1,0980	0,6472	2,6148	1,5068	203,8582	vérifié
R37 - R38	0,144819	22,48	1,68	100	286,865582	315	2,3813	0,1855	0,7808	1,1006	0,6593	2,6209	1,5722	207,6838	vérifié
R38- RCP1	0,01460213	22.66	1,13	75	145,602977	600	2,2508	0,6361	0,0230	0,3705	0,0947	0,8339	1,3790	56,8164	vérifié
R63 - R64	0,0157358	31	0,90	100	140,290155	315	1,7430	0,1358	0,1159	0,6960	0,2406	1,2130	1,3864	75,8004	vérifié
R64 - R27	0,03225	32.53	0,90	100	183,608394	315	1,7430	0,1358	0,2375	0,8304	0,3339	1,4473	1,3864	105,1695	vérifié

R65 - R66	0,0140645	31.15	0,88	100	135,073598	315	1,7235	0,1342	0,1048	0,6725	0,2285	1,1590	1,3864	71,9861	vérifié
R66 - R28	0,02967	34.56	0,88	100	178,707564	315	1,7235	0,1342	0,2210	0,8194	0,3233	1,4122	1,3864	101,8479	vérifié
R75 - R76	0,24635907	25	4,57	100	290,213946	315	3,9276	0,3059	0,8053	1,1034	0,6748	4,3338	1,1275	212,5534	vérifié
R76 - R77	0,25350358	25	4,57	100	293,341903	315	3,9276	0,3059	0,8286	1,1061	0,6907	4,3441	1,1275	217,5566	vérifié
R77 - R78	0,2606166	24,89	4,57	100	296,401807	315	3,9276	0,3059	0,8519	1,1088	0,7078	4,3547	1,1275	222,9537	vérifié
R78 - R79	0,7326726	28,65	3,76	100	453,010082	500	4,8477	0,9514	0,7701	1,0993	0,6530	5,3291	1,1275	326,4783	vérifié
R79 - R80	0,76066545	40	3,76	100	459,424625	500	4,8477	0,9514	0,7996	1,1028	0,6711	5,3460	1,1275	335,5284	vérifié
R80 - R81	0,76599223	25	1,58	100	541,938856	630	3,6659	1,1422	0,6706	1,0805	0,5990	3,9611	1,1275	377,3743	vérifié
R81 - R82	0,77131902	25	1,58	100	543,349057	630	3,6659	1,1422	0,6753	1,0818	0,6014	3,9657	1,1275	378,9034	vérifié
R82 - R30	0,777083	27,05	1,58	100	544,868161	630	3,6659	1,1422	0,6804	1,0831	0,6041	3,9706	1,1275	380,5582	vérifié
R87- R88	0,0103	31,13	1,38	100	110,45897	315	2,1583	0,1681	0,0613	0,5457	0,1693	1,1779	1,0167	53,3180	vérifié
R88 - R78	0,01582	16,73	1,38	100	129,74465	315	2,1583	0,1681	0,0941	0,6470	0,2159	1,3964	1,2111	68,0132	vérifié
R92- R93	0,3435897	34,96	4,91	100	324,378177	400	4,7739	0,5996	0,5730	1,0418	0,5464	4,9736	1,0096	218,5574	vérifié
R93 - R94	0,3509995	40,01	4,85	100	327,738693	400	4,7447	0,5959	0,5890	1,0498	0,5554	4,9808	1,1974	222,1566	vérifié
R94 - R95	0,4069235	32,5	3,60	100	366,332059	400	4,0878	0,5134	0,7926	1,1020	0,6666	4,5047	1,1279	266,6468	vérifié
R95 - R78	0,4475765	35,93	2,25	100	414,624884	500	3,7500	0,7359	0,6082	1,0585	0,5659	3,9693	1,1418	282,9749	vérifié
R121 - R122	0,012985	30	3,21	100	102,845524	315	3,2917	0,2564	0,0506	0,5042	0,1511	1,6596	1,1082	47,5922	vérifié
R122 - R94	0,02597	28,82	3,21	100	133,374144	315	3,2917	0,2564	0,1013	0,6645	0,2245	2,1873	1,1827	70,7268	vérifié
R123A - R94	0,0204593	30	5,10	100	111,822446	315	4,1491	0,3232	0,0633	0,5532	0,1726	2,2952	0,9045	54,3558	vérifié
R123 - R124	0,0111566	30	4,18	100	92,463058	315	3,7563	0,2926	0,0381	0,4486	0,1273	1,6851	0,9045	40,1122	vérifié

R124 - R125	0,0204536	25	4,18	100	116,059973	315	3,7563	0,2926	0,0699	0,5761	0,1828	2,1640	0,9045	57,5936	vérifié
R125 - R95	0,030004	25,67	2,57	100	146,821342	315	2,9436	0,2293	0,1309	0,7231	0,2554	2,1284	0,9045	80,4575	vérifié
R126 - R127	0,0064911	20	0,76	100	103,891776	315	1,6017	0,1248	0,0520	0,5099	0,1536	0,8167	0,9045	48,3700	vérifié
R127 - R128	0,012971	20	0,76	100	134,687365	315	1,6017	0,1248	0,1040	0,6707	0,2276	1,0742	0,9045	71,7006	vérifié
R128 - R79	0,01947	22	0,76	100	156,846214	315	1,6017	0,1248	0,1561	0,7595	0,2773	1,2164	0,9045	87,3522	vérifié
R129 - R130	0,00984088	26,36	2,92	100	94,3501942	315	3,1395	0,2445	0,0402	0,4585	0,1315	1,4395	1,1275	41,4339	vérifié
R130 - R131	0,0191743	25	2,74	100	122,618485	315	3,0412	0,2369	0,0809	0,6109	0,1988	1,8577	1,1147	62,6106	vérifié
R131 - R132	0,0285077	25	2,74	100	142,281011	315	3,0412	0,2369	0,1203	0,7045	0,2452	2,1425	1,0031	77,2343	vérifié
R132 - R133	0,0341077	15	1,50	100	170,379331	315	2,2502	0,1753	0,1946	0,7991	0,3058	1,7982	1,1233	96,3283	vérifié
R133 - R34	0,04901157	20	2,74	100	174,340433	315	3,0412	0,2369	0,2069	0,8091	0,3141	2,4605	0,8483	98,9415	vérifié
R134 - R133	0,00747	20	1,60	100	95,2438815	315	2,3240	0,1810	0,0413	0,4633	0,1335	1,0766	0,8808	42,0664	vérifié
R135 - R136	0,0053933	25	1,08	100	90,7387662	315	1,9093	0,1487	0,0363	0,4397	0,1236	0,8395	1,0675	38,9220	vérifié
R136 - R36	0,01100662	25	1,08	100	118,568053	315	1,9093	0,1487	0,0740	0,5895	0,1889	1,1256	1,0208	59,5137	vérifié

Tableau V-6: Les collecteurs de sous bassin V

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s <sup>-1</sup>	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	Hcal(mm)	condition d'écoulement
R137 - R138	0,00895	25	6,80	100	77,7056458	315	4,7909	0,3732	0,0240	0,3762	0,0970	1,8023	1,2893	30,5697	vérifié
R138 - R139	0,0179	25	5,68	100	104,230286	315	4,3787	0,3411	0,0525	0,5117	0,1544	2,2406	0,9669	48,6224	vérifié
R139 - R140	0,027	25	5,68	100	121,600527	315	4,3787	0,3411	0,0792	0,6056	0,1963	2,6515	0,9669	61,8333	vérifié
R140 - R141	0,03759	30	5,68	100	137,665833	315	4,3787	0,3411	0,1102	0,6843	0,2346	2,9965	1,2834	73,8915	vérifié
R141 - R142	0,04799	29	4,14	100	160,087832	315	3,7382	0,2912	0,1648	0,7699	0,2842	2,8780	1,4777	89,5260	vérifié
R142 - R143	0,064	44,6	4,14	100	178,338161	315	3,7382	0,2912	0,2198	0,8185	0,3225	3,0598	1,2076	101,6005	vérifié
R143 - R144	0,12955	25,04	4,14	100	232,32226	315	3,7382	0,2912	0,4449	0,9614	0,4673	3,5938	1,1955	147,1958	vérifié
R144 - R145	0,133	23,48	2,68	100	254,556065	315	3,0077	0,2343	0,5677	1,0390	0,5434	3,1251	1,0681	171,1559	vérifié
R145 - R146	0,21	26	2,68	100	302,114325	400	3,5270	0,4430	0,4741	0,9814	0,4862	3,4613	1,0890	194,4769	vérifié
R146 - R147	0,2235	26,56	2,68	100	309,256015	400	3,5270	0,4430	0,5045	1,0016	0,5055	3,5327	1,1717	202,1963	vérifié
R147 - R148	0,2319	20	2,68	100	313,564482	400	3,5270	0,4430	0,5235	1,0136	0,5172	3,5750	0,9045	206,8729	vérifié
R148 - R149	0,246313	20	2,68	100	320,735353	400	3,5270	0,4430	0,5560	1,0327	0,5366	3,6424	0,9045	214,6369	vérifié
R149 - R150	0,267853	17,63	2,68	100	330,978875	400	3,5270	0,4430	0,6047	1,0569	0,5640	3,7278	0,9045	225,6124	vérifié
R151 - R152	0,0115	30,71	5,73	100	88,149947	315	4,3979	0,3426	0,0336	0,4264	0,1180	1,8755	1,1647	37,1688	vérifié
R152 - R153	0,0205	25	4,97	100	112,448905	315	4,0959	0,3190	0,0643	0,5566	0,1741	2,2797	0,8108	54,8335	vérifié
R153 - R154	0,02984	25	4,97	100	129,44852	315	4,0959	0,3190	0,0935	0,6455	0,2152	2,6440	1,1610	67,7905	vérifié
R154 - R155	0,03918	25	4,97	100	143,366174	315	4,0959	0,3190	0,1228	0,7091	0,2477	2,9042	1,1390	78,0106	vérifié

R155 - R156	0,04852	25	7,13	100	145,171167	315	4,9058	0,3821	0,1270	0,7165	0,2517	3,5149	1,1193	79,2936	vérifié
R156 - R143	0,062	36	7,13	100	159,150114	315	4,9058	0,3821	0,1623	0,7669	0,2822	3,7624	0,7126	88,8994	vérifié
R157 - R158	0,01064	30	4,80	100	88,50845	315	4,0252	0,3135	0,0339	0,4283	0,1188	1,7238	0,6500	37,4091	vérifié
R158 - R159	0,02128	30	4,80	100	114,781259	315	4,0252	0,3135	0,0679	0,5692	0,1797	2,2912	0,9045	56,6152	vérifié
R159 - R160	0,03192	30	6,73	100	125,42529	315	4,7662	0,3712	0,0860	0,6253	0,2055	2,9805	0,9045	64,7480	vérifié
R160 - R161	0,04256	30	6,73	100	139,713103	315	4,7662	0,3712	0,1146	0,6934	0,2393	3,3051	0,9045	75,3824	vérifié
R161 - R145	0,05177	25,97	7,40	100	147,71096	315	4,9978	0,3893	0,1330	0,7266	0,2574	3,6312	0,5280	81,0814	vérifié
R162 - R163	0,00741	23,21	5,26	100	75,9646179	315	4,2137	0,3282	0,0226	0,3684	0,0938	1,5522	1,3790	29,5525	vérifié
R163 - R164	0,0154	24,96	0,98	100	136,955582	315	1,8188	0,1417	0,1087	0,6811	0,2329	1,2388	1,2183	73,3714	vérifié
R164 - R165	0,021783	20	0,98	100	155,9745	315	1,8188	0,1417	0,1538	0,7565	0,2754	1,3760	0,5509	86,7636	vérifié
R165 - R166	0,0288	21,56	0,98	100	173,193525	315	1,8188	0,1417	0,2033	0,8062	0,3117	1,4664	1,1828	98,1835	vérifié
R166 - R167	0,03507	19,97	8,72	100	123,770866	315	5,4253	0,4226	0,0830	0,6168	0,2016	3,3465	1,0657	63,4893	vérifié
R167 - R150	0,040843	17,78	8,72	100	131,04988	315	5,4253	0,4226	0,0966	0,6534	0,2190	3,5447	1,0535	68,9926	vérifié

Tableau V-7: Les collecteurs de sous bassin VI

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s <sup>-1</sup>	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	H (mm)	condition d'écoulement
R168 - R169	0,00632	25	0,94	100	98,8375084	315	1,7813	0,1387	0,0456	0,4825	0,1417	0,8594	0,9475	44,6485	vérifié
R169 - R170	0,01264	25	0,94	100	128,17639	315	1,7813	0,1387	0,0911	0,6392	0,2122	1,1386	0,8902	66,8317	vérifié
R170 - R171	0,01795	21,01	0,94	100	146,19316	315	1,7813	0,1387	0,1294	0,7206	0,2540	1,2836	0,7907	80,0154	vérifié
R171 - R172	0,02626	32,87	0,94	100	168,611971	315	1,7813	0,1387	0,1893	0,7945	0,3021	1,4152	1,2593	95,1649	vérifié
R172 - R173	0,03198	22,64	0,94	100	181,54417	315	1,7813	0,1387	0,2305	0,8258	0,3294	1,4710	1,0802	103,7607	vérifié
R174 - R175	0,008993	25	1,40	100	104,695875	315	2,1739	0,1693	0,0531	0,5143	0,1555	1,1179	1,2704	48,9700	vérifié
R175 - R176	0,017986	25	0,76	100	152,251745	315	1,6017	0,1248	0,1442	0,7436	0,2674	1,1910	1,2893	84,2280	vérifié
R176 - R173	0,026151	22,68	0,76	100	175,194279	315	1,6017	0,1248	0,2096	0,8111	0,3159	1,2992	1,2893	99,5070	vérifié
R173 - REX	0,061	22,06	0,94	100	231,287186	315	1,7813	0,1387	0,4397	0,9577	0,4638	1,7060	0,9045	146,1091	vérifié
R177 - R178	0,01175	25,06	0,86	100	126,811926	315	1,7038	0,1327	0,0885	0,6324	0,2089	1,0774	0,9045	65,7998	vérifié
R178 - REX	0,0203	16,88	0,86	100	155,670712	315	1,7038	0,1327	0,1530	0,7555	0,2748	1,2872	0,9045	86,5581	vérifié
R150 - RA1	0,28612	12,51	2,68	100	339,269379	400	3,5270	0,4430	0,6459	1,0729	0,5861	3,7842	0,9045	234,4314	vérifié
RA1 - RA2	0,302123	36,91	1,51	100	385,589412	500	3,0721	0,6029	0,5011	0,9994	0,5034	3,0702	0,9045	251,6818	vérifié
RA2 - RA3	0,319123	34,17	1,51	100	393,586749	500	3,0721	0,6029	0,5293	1,0172	0,5207	3,1248	1,1169	260,3611	vérifié
RA3 - RA4	0,345123	52,23	1,97	100	385,604553	500	3,5089	0,6886	0,5012	0,9994	0,5034	3,5070	0,9879	251,6982	vérifié
RA4 - RA5	0,370123	49,58	1,33	100	426,110221	500	2,8831	0,5658	0,6541	1,0756	0,5904	3,1012	0,2651	295,2010	vérifié
RA5 - RA6	0,373332	39,42	0,76	100	474,785574	500	2,1794	0,4277	0,8728	1,1113	0,7245	2,4221	0,8397	362,2414	vérifié

RA6 - RA7	0,378582	45,59	1,00	100	453,340315	500	2,5000	0,4906	0,7716	1,0995	0,6538	2,7487	0,7498	326,9213	vérifié
RA7 - RA8	0,383582	26,79	6,90	100	317,15896	500	6,5670	1,2888	0,2976	0,8661	0,3715	5,6877	1,0538	185,7404	vérifié
RA8 - RA9	0,386082	18,35	1,67	100	414,820157	500	3,2307	0,6340	0,6089	1,0588	0,5664	3,4207	1,0599	283,1826	vérifié
RA9 - RA10	0,390212	32,11	1,67	100	416,478658	500	3,2307	0,6340	0,6154	1,0615	0,5699	3,4295	1,0094	284,9465	vérifié
RA10 - RCP6	0,391992	13,45	1,67	100	417,190077	500	3,2307	0,6340	0,6183	1,0627	0,5714	3,4332	1,0655	285,7028	vérifié
REX - RCP3	0,1254	47,67	4,51	100	225,848823	315	3,9017	0,3039	0,4126	0,9391	0,4460	3,6640	0,5280	140,5033	vérifié

Tableau V-8: Intercepteur

tonçon	Qt(m3/s)	L(m)	I(%)	Ks m(1/3) s <sup>-1</sup>	Dcal (mm)	Dnor (mm)	Vps (m/s)	Qps (m3/s)	Rq	Rv	Rh	Vec (m/s)	Vmin	H (mm)	condition d'écoulement
RCP1 - RCP2	0,05870213	46.46	5,32	75	183,48609	600	4,8837	1,3801	0,0425	0,4690	0,1360	2,2906	1,2183	81,6010	vérifié
RCP2 - RCP3	0,10400213	52.04	1,31	75	295,71193	600	2,4234	0,6849	0,1519	0,7541	0,2739	1,8274	0,5509	164,3280	vérifié
RCP3 - RCP4	0,2394	40.04	1,31	75	404,24957	600	2,4234	0,6849	0,3496	0,8974	0,4046	2,1748	1,1828	242,7897	vérifié
RCP4 - RCP5	0,2956321	42.50	1,31	75	437,53203	600	2,4234	0,6849	0,4317	0,9522	0,4586	2,3076	1,0657	275,1592	vérifié
RCP5 - RCP6	0,32862341	45.28	1,31	75	455,23951	600	2,4234	0,6849	0,4798	0,9853	0,4899	2,3878	1,0535	293,9412	vérifié

**Conclusion:**

Dans ce chapitre, nous avons abordé le côté hydraulique à savoir le dimensionnement du réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales, nous avons suivi une méthode de calcul déjà expliquée au préalable. Après le dimensionnement des collecteurs et la détermination de leurs paramètres hydrauliques, On a opté pour le PVC comme matériaux de la majorité des canalisations car notre terrain est accidenté, et les vitesses d'auto curage sont admissibles.

---

*Chapitre VI :*

*Éléments constitutifs du réseau et  
ouvrages annexes*

---

**Introduction :**

L'objectif majeur des éléments constitutifs est la collecte des eaux usées et pluviales d'où la protection du milieu naturel et assurer une bonne fonctionnalité avec une aisance de gestion.

Nous avons deux types d'ouvrages d'assainissements :

- Les ouvrages principaux qui correspondent au développement du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration
- Les ouvrages annexes qui constituent toutes les constructions et les installations ayant pour but l'exploitation rationnelle et correcte du réseau (bouche d'égout, regards, déversoirs d'orage... etc.)

**VI-1 : Les ouvrages principaux :**

Les ouvrages principaux correspondant aux ouvrages d'évacuation des effluents vers le point de rejet ou vers la station d'épuration comprennent les conduites et les joints.

**VI-1-1 Canalisations :**

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dites diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables.

**A. Canalisation en béton armé :**

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

- ❖ De génératrices disposées en parallèle. On peut parfois rencontrer plusieurs couches de génératrices en fonction des conditions de pose.
- ❖ De cerces disposées de telle façon à former des grilles avec les génératrices et écartées d'environ 15 cm les unes des autres.
- ❖ Les conduites type BONNA comportent en plus des armatures, une âme en tôle pour assurer l'étanchéité et augmenter la résistance de la conduite.

La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2 m.

**B. Canalisation en béton non armé :**

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton. La longueur utile ne doit pas dépasser 2,50m. Ces types de tuyaux ont une rupture brutale, mais à moins que la hauteur de recouvrement ne soit insuffisante. Elle survient aux premiers âges de la canalisation. Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables.

**C. Canalisation en amiante-ciment :**

Les tuyaux et pièces de raccordement en amiante-ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau. Ce genre de canalisation se fabrique en deux types selon le mode d'assemblage : à ou sans emboîtement avec deux bouts lisses. Les diamètres varient de 60 à 500 mm pour des longueurs variant de 4 à 5 m. Les joints sont exclusivement du type préformé.

**D. Canalisation en polychlorure de vinyle (PVC) :**

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques, c'est une résine

Synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle monomère ; celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène.

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en Assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles.

Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés par manchons à doubles bagues d'étanchéité; il comporte à l'une de leurs extrémités une emboîture façonnée en usine; munie d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en élastomère.

Les joints collés ne peuvent être admis que pour les tuyaux de faible diamètre ; c'est-à-dire pour les branchements.

Les tuyaux en PVC non plastifiés sont sensibles à l'effet de température

**D. Tuyau en polyéthylène haute densité (PEHD) :**

Les tubes en polyéthylène HD présentent des surfaces, intérieures et extérieures, propres et lisses et sont exempts de défauts d'importance ou de fréquence tels qu'ils soient susceptibles d'être nuisibles à leur qualité : rayures, bulles, grains, criques et soufflures. L'examen est effectué à l'œil nu, sur des éprouvettes ouvertes selon deux génératrices diamétralement opposées.

**VI-1-2 : Les joints des conduites en béton armé :**

Les joints ont pour rôle l'assemblage des canalisations de n'importe quel type on distingue :

**A. Joint de type Rocla :**

C'est des joints à emboîtement ou l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité d'un anneau placé dans son longis, Le jeu de 1cm permet le non transmission des contraintes longitudinales. Il est valable pour tous les diamètres.

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées.

**B. Joint à demi-emboitement :**

Il est utilisé que dans les sous-sols, ne résiste pas aux pressions élevées, il est utilisé pour des tronçons de longueurs faibles (environ de 1m). La liaison entre les deux bouts se fait par bourrage de ciment.

**C. joint torique :**

S'adapte bien pour les sols faibles, il représente une bonne étanchéité si la pression n'est pas élevée, il est utilisé pour des diamètres (700-900) mm

**D. joint plastique :**

Joint étanche et résistant même s'il est en charge, la présence du cordon de butée en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribuent à la bonne étanchéité, s'adapte à presque tous les sols si la confection est bien faite.

**E. Joint mécanique :**

Le joint mécanique est destiné à réunir le bout uni d'un tuyau avec un manchon de scellement, ou avec un raccord dans le cas de conduite en pression.

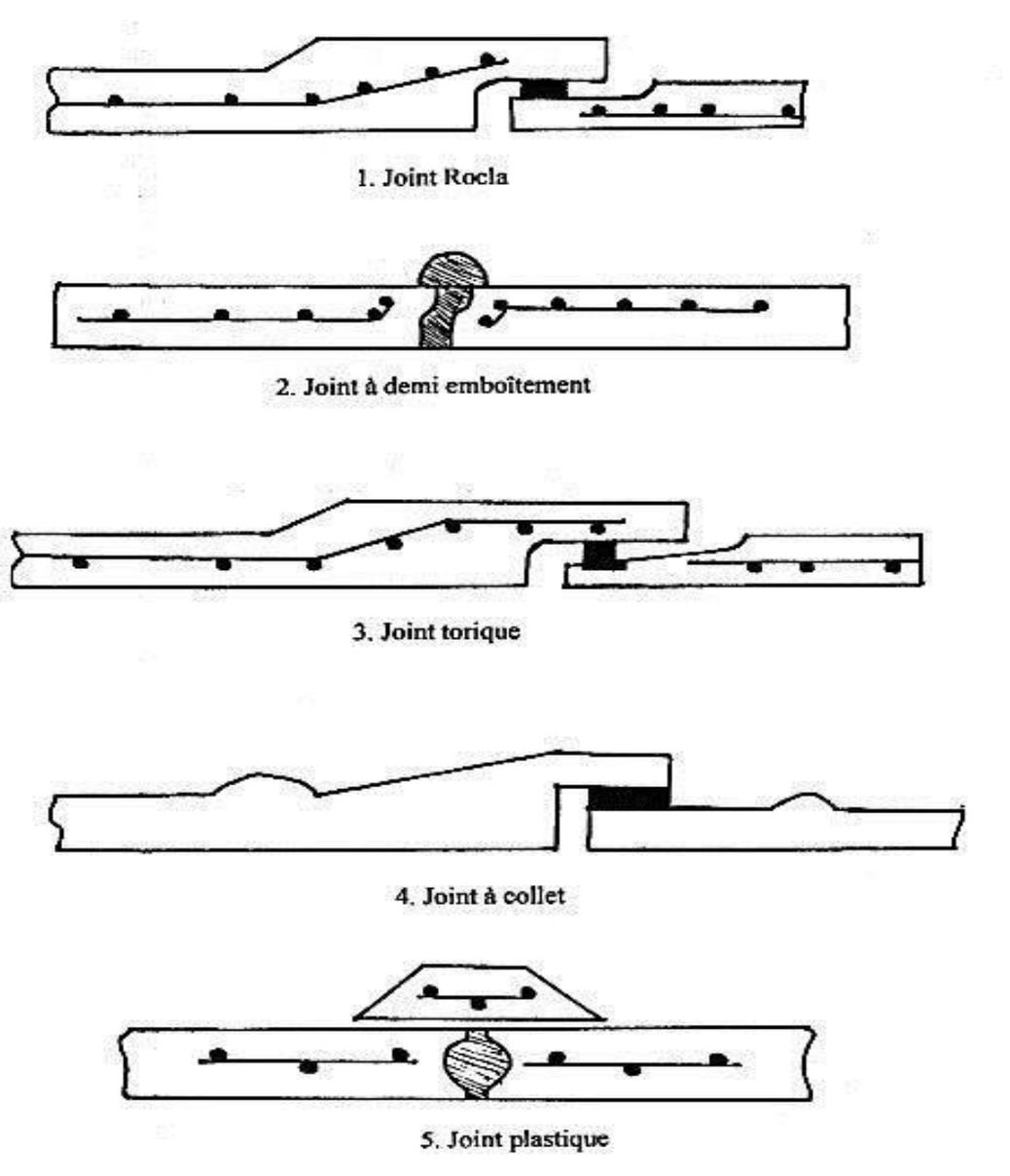


Figure VI-1 : différents joints utilisés

### VI-1-3 : les différentes actions supportées par les conduites :

#### a)- Actions mécaniques :

Ce type d'action résulte de l'agressivité des particules de sable et de gravier qui forment le remblai et le radier des canalisations. Cette agressivité provoque la détérioration des parois intérieures par le phénomène d'érosion dû essentiellement à de grandes vitesses imposées généralement par le relief.

**b)- Actions statiques :**

Les actions statiques sont dues aux surcharges fixes ou mobiles comme le remblai, au mouvement de l'eau dans les canalisations ainsi qu'aux charges dues au trafic routier

**c)- Actions chimiques :**

Elles sont généralement à l'intérieur de la conduite. Une baisse de pH favorise le développement des bactéries acidophiles qui peuvent à leur tour favoriser la formation de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) corrosif et néfaste aux conduites.

**VI-1-4 : choix du type de canalisation :**

Nous allons faire notre choix en se basant sur les données du projet qui sont :

- ✓ La pente du terrain ;
- ✓ Les diamètres utilisés ;
- ✓ La nature du sous-sol traversé ;
- ✓ La nature des effluents évacués dans le réseau ;
- ✓ Les charges mécaniques exercées sur l'étendue de chaque section ;

Pour ce projet, on utilise des conduites en PVC de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent qui sont :

- Il existe de nombreux modèles différents possédant des diamètres, des compositions et des formes variés en fonction de l'usage que vous souhaitez faire du tube.
- Les tuyaux en PVC sont très légers. Ils peuvent être manipulés facilement et transportés de façon très pratique.
- Le PVC possède un comportement parfait à tous les agents chimiques acides et basiques.
- Le PVC résiste beaucoup mieux à l'humidité, aux intempéries et à l'usure que les autres matériaux
- Le développement bactériologique est impossible à la surface d'un tuyau en PVC. Il est donc très pratique à utiliser pour un réseau d'alimentation en eau afin d'éviter les contaminations.

**VI-2 : Les ouvrages annexes :**

Sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau.

On a 2 types :

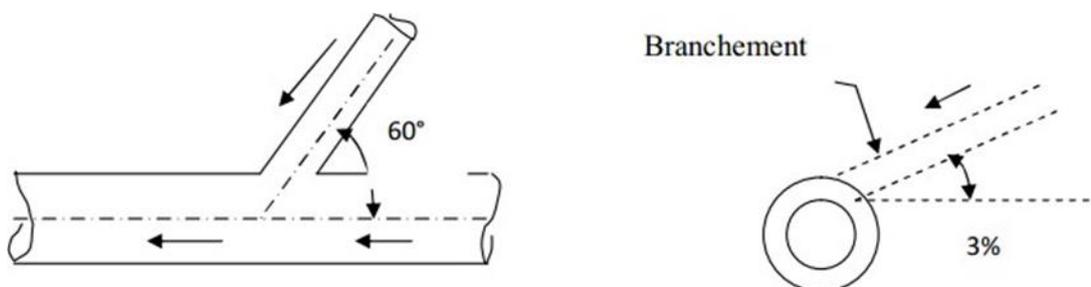
- ❖ Les ouvrages normaux
- ❖ Les ouvrages spéciaux

**VI-2-1 : Les ouvrages normaux :****1) les branchements :**

Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles.

Un branchement comprend trois parties essentielles ;

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à  $45^\circ$  ou  $60^\circ$  par rapport à l'axe général du réseau public.



**Figure VI-2 :** point de raccordement avec inclinaisons

Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

**2) Les fossés :**

Les fossés sont destinés à la recueille des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

**3) Les caniveaux :**

Sont destinés au recueil des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.

Dans notre projet, les caniveaux sont placés entre les bouches d'égout et au niveau des voiries étroites pour permettre l'évacuation des eaux pluviales vers les bouches d'égout.

**4) Les bouches d'égout :**

Les bouches d'égouts sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir. La

distance entre les deux bouches d'égout est en moyenne de 50 m. la section d'entrée est en fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont.

Elles peuvent être classées selon deux critères : la manière de recueillir des eaux et la manière dont les déchets sont retenus.

Les bouches d'égouts à section circulaire de 0,5 m de diamètre avec ou sans décantation , Ce type de bouche d'égout peut s'adapter surtout si le réseau risque de ne pas faire l'objet d'un entretien permanent.

Selon le type de recueil des eaux, on distingue cinq types de bouches d'égouts.

#### **4-1- Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique :**

Ces bouches peuvent être sélectives ou non. Lorsqu'il est prévu une décantation, l'entrée des eaux dans le réseau s'effectue soit au moyen d'un siphon, soit directement par surverse audessus du seuil du puisard de décantation.

#### **4-2- Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique :**

Elles peuvent être sélectives ou non, avec ou sans décantation siphonoïde ou non. Dans ce dernier cas l'entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.

#### **4-3- Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton :**

Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.

#### **4-4- Les bouches d'égout à avaloir métallique grille et couronnement combiné :**

Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

#### **4-5- La bouche d'égout à grille seule :**

Les bouches d'égouts à grille seule s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée

### **5) Les regards :**

Les regards, quel que soit leur type, permettent l'accès aux collecteurs visitables et assurent une ventilation interne pour l'évacuation des gaz, ils sont très utiles dans le domaine de gestion (débourbage, curage, et pour les travaux de réhabilitation).

Le type de regard implanté dépend de plusieurs paramètres telle que la topographie du terrain, la nature du système de réseau et aussi dépend du rôle pour lequel il est destiné à le remplir.

La distance entre deux regards est variable :

- 35 à 50 m en terrain accidenté.
- 50 à 80 m en terrain plat.

### ❖ Emplacement des regards :

Les regards doivent être installés Sur les canalisations

- ✓ A chaque changement direction ;
- ✓ A chaque jonction de canalisation ;
- ✓ Aux points de chute ;
- ✓ A chaque changement pente ;
- ✓ A chaque changement diamètre ;

On trouve plusieurs types de regards :

✚ **Regard simple** : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents.

✚ **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important

✚ **Regard double** : pour système séparatif

✚ **Regard de chute** : C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté.

Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

### ❖ La chute verticale profonde :

Utilisée pour un diamètre faible et un débit important ; leur but est de réduire la vitesse.

### ❖ La chute toboggan :

Cette chute est utilisée pour des diamètres assez importants, elle assure la continuité d'écoulement et permet d'éviter le remous

### -Dimensionnement des regards de chute :

Le flux d'eau sortant d'un collecteur prend la forme d'un projectile, donc régie par les deux lois suivantes :

$$X = Vt \quad (\text{VI.01})$$

$$Y = 1/2 gt^2 \quad (\text{VI.02})$$

Avec:  $t = X/V \implies X = V * ((2*Y)/g)^{1/2}$

- X : la longueur du regard (m)
- Y : la différence de niveau entre les deux collecteurs (m)

- V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s)

Pour notre cas on a installé plusieurs regards de chutes les résultats sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau VI-1** : les regards de chute et leurs dimensions

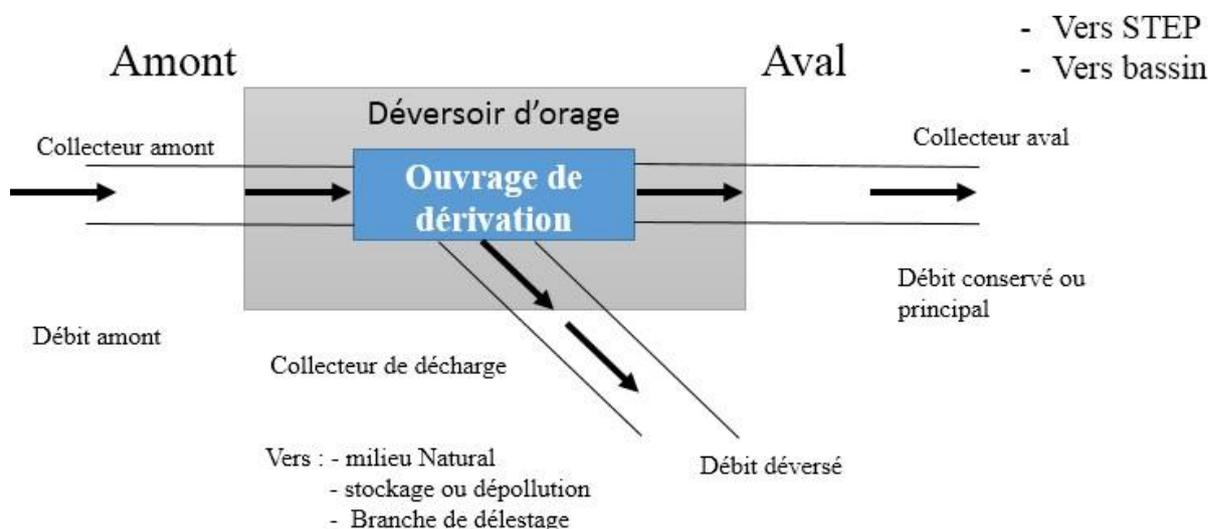
regards	Vec m/s	Y (m)	X (m)
R73	4.77	1.2	2.36
RA8	5.68	2.00	3.63
R91	4.81	1.40	2.57
R93	4.93	1.40	2.63
R94	4.98	1.40	2.66
R30	5.035	1.80	3.05

**VI-2-2 : Ouvrage spéciaux :**

**VI-2-2-1 : Les déversoirs d'orage :**

En hydraulique urbaine, un déversoir est un dispositif dont la fonction réelle est d'évacuer par les voies les plus directes, les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduction du réseau aval.

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.



**Figure VI-3** : schéma général d'un déversoir d'orage

**A. Emplacement du déversoir d'orage :**

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage il faut voir :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet, c'est à dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâchers d'effluents dans le milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval
- Topographie du site et variations des pentes.

### VI-2-2-2 : Type de déversoirs :

On a plusieurs types de déversoirs :

- ✚ Déversoir à seuil frontal
- ✚ Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre
- ✚ Déversoir à double seuil latéral
- ✚ Déversoir by passe
- ✚ Déversoir avec ouverture de radier
- ✚ Déversoir siphonide

#### ➤ Déversoirs à seuil frontal :

Le seuil est alors rectiligne et perpendiculaire à l'écoulement. Parmi les déversoirs à seuils frontaux, on peut encore établir une sous-catégorie selon la présence ou non d'une contraction au niveau du seuil, selon la mise en charge de la conduite aval et selon l'orientation de cette même conduite par rapport à la crête.

#### ➤ Déversoir à seuil latéral et conduite aval libre :

Dans le cas du déversoir à seuil latéral, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement. Ce type de déversoir contient une conduite aval qui a un écoulement libre. Il assure un débit aval constant quel que soit le débit déversé.

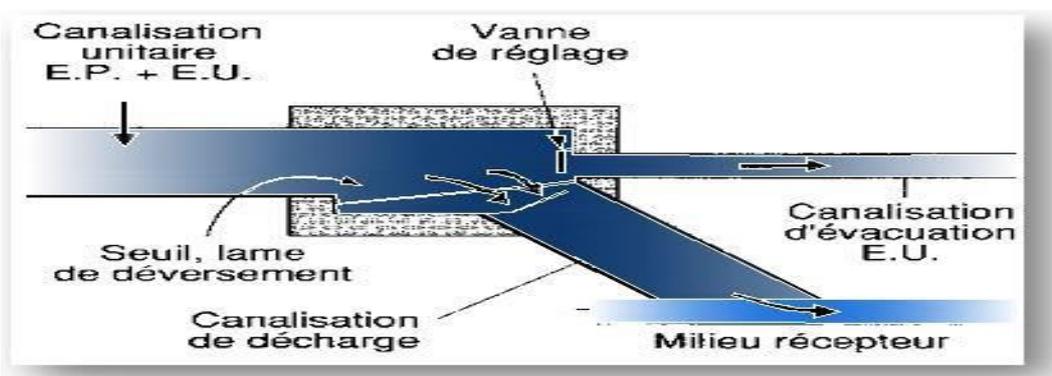


Figure VI-4 : schéma d'un déversoir latéral

**VI-2-2-3 : Dimensionnement du déversoir d'orage :**

Pour notre cas on n'a qu'un seul déversoir à dimensionner qui est un déversoir latéral. On a choisi déversoir latéral en fonction du sens d'écoulement et l'endroit de la STEP.

Le déversoir DO1 est placé sur le collecteur principal il est chargé d'évacuer Le débit restant vers l'exutoire par conduite et d'évacuer les eaux usées dans un collecteur qui se dirige vers la ville qui a la fin a une station d'épuration.

**•Mode de calcul :**

Pour le calcul des déversoirs d'orage à seuil latéral ou frontal on doit déterminer :

- Le débit total de dimensionnement qui est égal à la somme des débits en temps sec (QUS) et du débit pluvial (QP)

$$Q_T = Q_P + Q_{US} \quad (\text{VI.03})$$

- Le débit critique (Qcr) :

$$Q_{cr} = Q_t * (1 - t_c / 100) \quad (\text{VI.04})$$

Ou :

- Tc : le temps de concentration en (min)

Ou :  $T_c = (\text{la somme des longueurs de collecteur le plus long}) / (\text{la vitesse moyenne de collecteur} * 60) + T_2(2-20)$  (VI.05)

- Qt : le débit total en (m<sup>3</sup> /s)
- Le débit de pointe transite vers le collecteur de rejet qui transporte les eaux vers une station d'épuration :

$$Q_{step} = D * Q_{us} \quad (\text{VI.06})$$

Ou:

- D : la dilution
- Le débit rejeté vers l'oued :

$$Q_{dev} = Q_{cr} - Q_{step} \quad (\text{VI.07})$$

- La hauteur de la lame déversée (Hr) :

$$H_{dev} = H_{cri} - H_{step}$$

$$\text{➤ } R_q = Q_T / Q_{ps} \quad (\text{VI.08})$$

$$\text{➤ } R_q = Q_{step} / Q_{ps} \quad (\text{VI.09})$$

On utilise l'abaque de Bazin pour on tire Rh pour chaque rapport des débits :

$$H_t = \text{diamètre} * R_{ht} \quad (\text{VI.10})$$

$$H_{step} = \text{diamètre} * R_{hstep} \quad (\text{VI.11})$$

La longueur du seuil déversant (L) est calculée suivant la formule de Bazin selon le type de déversoir d'orage :

- Cas latéral:

$$L = \frac{Q_{Dév}}{\mu \cdot H_{Dév} \cdot \sqrt{2gH_{Dév}}} * \frac{3}{2} \text{ (m)} \quad (\text{VI.10})$$

Ou on a :

- $\mu$  : coefficient de débit de la lame déversant qui tient compte de l'écoulement, ( $\mu=0.37$ ) pour le type de déversoir latéral.
- L : la longueur du déversoir (longueur de la lame déversant) exprimée en mètres
- g : la pesanteur :  $g=9.81 \text{ m/s}^2$
- Hd : Hauteur de la lame déversant (m);

#### - Dimensionnement du DO1 :

- D =630mm Diamètre du collecteur amont (l'entrée du déversoir) .
- I : pente = 2.98%
- Débit total : QT =1.333 m<sup>3</sup>/s.
- QPS : débit a plein section = 1.5686m<sup>3</sup>/s.
- He : hauteur d'eau à l'entrée= 445mm.

#### a) Détermination du débit de la STEP :

On a le Qusé du tronçon 32-DO1 est de 0.0153841 m<sup>3</sup>/s avec une dilution de 2 donc le débit qui sera dirigé vers la station d'épuration est : Qstep= 2. Qusé = 2\* 0.0153841= 0.0308m<sup>3</sup>/s.

#### b) Détermination du débit déversé :

$$Q_T = 1.333 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow Q_{cr} = Q_t * (1 - t_c/100)$$

$$\text{Avec : } T_2 = 5 \text{ min} \quad T_c = \frac{871.23}{3.797 \times 60} + 5 = 8.8242.$$

$$\text{D'où } Q_{cr} = 1.2156 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$\text{Donc } Q_{dév} = Q_{cr} - Q_{step} = 1.2156 - 0.0308 = 1.1848 \text{ m}^3/\text{s}.$$

## c) Détermination du la hauteur du seuil :

- $Rq = \frac{Q_{cr}}{Q_{ps}} = 0.7553$  On utilise l'abaque de bazin pour on tire  $Rh \rightarrow Rh=0.644$

Donc  $h_{cr} = 0.644 \times 0.630 = 0.406m \rightarrow h_{cri}=406mm$ .

- $Rq = \frac{Q_{step}}{Q_{ps}} = 0.0196 \rightarrow Rh=0.0869$

Donc  $h_{step}=0.0869 \times 0.630=0.0547m \rightarrow h_{step}=54.7mm$

➤  $H_{dev}=h_{cri}-h_{step}=406-54.7=351mm=0.351m$ .

## d) Détermination du la longueur du seuil :

$$L = \frac{Q_{Dév}}{\mu \cdot H_{Dév} \cdot \sqrt{2gH_{Dév}}} * \frac{3}{2}$$

Donc :  $L=5.077m$ .

Les résultats sont mentionnés dans les tableaux suivants :

**Tableau VI-2:** les données de base de déversoir

N°	D(m)	Qt(m <sup>3</sup> /s)	Qps(m <sup>3</sup> /s)	Qstep(m <sup>3</sup> /s)	T2(mi n)	Tc(mi n)	Qcr(m <sup>3</sup> /s)	Qdev(m <sup>3</sup> /s)
1	630	1.333	1.5686	0.0308	5	8.8242	1.2156	1.1848

**Tableau VI-3 :** les dimensions de déversoir

N°	Rq(cr)	Rq(step)	Rh(cr)	Rh(step)	Hcr(m)	Hstep cal(m)	Hstep pris (m)	Hd(m)	μ	L(m)
1	0.7553	0.0196	0.644	0.0869	0.406	0.054	0.055	0.351	0.38	4.287

### Conclusion :

Pour ce chapitre nous avons entamé les différents ouvrages constituant notre réseau d'assainissement ces ouvrages ont comme rôle d'assurer une meilleur sécurité et facilité les options de curage de notre réseau. Sans oublier la forme des sections et les matériaux sont choisis de façon à s'adapter à des contraintes internes et externes exercées sur la canalisation.



---

*Chapitre VII :*

*Organisation de chantier et  
Estimation du cout de projet*

---

**Introduction :**

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter avant d'aller sur le chantier et avant le commencement de la réalisation. Aussi la recherche de la rapidité, la qualité et l'économie dans la réalisation de notre projet.

**VII-1 : les étapes de réalisation du projet :****VII-1-1 : Avant –projet sommaire :**

Il contient les éléments suivants :

- ✚ Le plan de la trace de projet
- ✚ Les profils en long
- ✚ Le type de sol
- ✚ Le plan des réseaux existants (GAZ, AEP, TELEPHON...);

**VII-1-2 :L'avant –projet détaillé :**

L'avant-projet détaillé a pour but, l'étude détaillée du projet en prenant compte de toutes les anomalies rencontrées dans l'avant-projet sommaire en tenant compte des difficultés qu'on doit trouver pendant la réalisation.

**VII-2 : Le plan d'exécution du projet :**

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

- ✚ Manutention et stockage des conduites ;
- ✚ Décapage de la couche de terre végétale ;
- ✚ Emplacement des jalons des piquets ;
- ✚ Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- ✚ Aménagement du lit de pose ;
- ✚ La mise en place des canalisations en tranchée
- ✚ Remblai des tranchées ;
- ✚ Construction des regards ;

**VII-2-1 : Manutention et stockage des conduites :**

Les produits préfabriqués font l'objet sur le chantier de vérification portant sur :

- ✚ Les quantités ;
- ✚ L'aspect du contrôle d'intégrité ;
- ✚ Le marquage en cas de défaut

### VII-2-2 : Décapage de la couche de terre végétale :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m) ;

h : hauteur de la couche (h=0.1m) ;

L : longueur totale des tranchées (m) ;

### VII-2-3 : Emplacement des jalons des piquets :

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

### VII-2-4 : Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs de 30 cm de part et d'autre.

#### ➤ Largeur de la tranchée :

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

$$B = d + (2 \times 0,3)$$

B : largeur de la tranchée en (m) ;

D : diamètre de la conduite en (m) ;

#### ➤ profondeur de la tranchée :

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + d + h$$

H : profondeur de la tranchée en (m) ;

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 20 cm ;

D : diamètre de la conduite en (m) ;

h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite en (m) ;

### VII-2-5 : Aménagement du lit de pose :

Les tubes ne doivent pas être posés à même fond de fouille mais sur un lit de pose, d'une hauteur de 10cm au minimum, constitué de sable propre contenant

Moins de 12% de fines (particules inférieures à 80 $\mu$ ). Le lit de pose doit être soigneusement compacté.

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaire : exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

Le volume du lit du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L \cdot B \cdot e$$

$V_s$  = volume du lit du sable en (m<sup>3</sup>) ;

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

B : Largeur de la tranchée en (m) ;

e : Epaisseur de la couche de sable, e = 20 cm ;

### VII-2-6 : La mise en place de la canalisation :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté l'axe de l'élément précédemment posé
- Les tuyaux sont posés avec une pente régulière entre deux regards
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales

### VII-2-7 : Assemblage des conduites :

Les joints des conduites circulaires à emboîtement sont effectués à l'aide d'une bague en renforcée d'une armature et coulée sur place à l'intérieur d'un moule.

### VII-2-8 : Remblaiement des tranchées :

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivant :

- L'enrobage de (10-15cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite
- A l'aide des engins, on continue à remblayer par des couches successives de 0.25m compactées l'une après l'autre.

**VII-2-9 : Réalisation des regards :**

Pour l'exécution d'un regard, on doit suivre les étapes suivantes :

- Réglage du fond du regard.
- Exécution de la couche du béton de propreté.
- Ferrailage du radier de regard.
- Bétonnage du radier.
- Ferrailage des parois.
- Coffrage des parois.
- Bétonnage des parois.
- Décoffrage des parois.
- Ferrailage de la dalle.
- Coffrage de la dalle.
- Bétonnage de la dalle.
- Décoffrage de la dalle

Les regards ont généralement une forme cubique, leurs dimensions varient en fonction des profondeurs des tranchées. La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé comme on peut avoir aussi des regards préfabriqués.

**VII-2-10 : Exécution des déversoirs d'orages :**

Après avoir décapé la courbe végétale, une opération de piquetage est indispensable avant de commencer les travaux.

Il est nécessaire que les coffrages aient une raideur suffisante pour résister à la pression de béton, surtout au cours de la vibration. Le démontage des coffrages doit se faire sans destruction du béton.

**VII-3 : Choix des engins :**

Pour réaliser ces travaux, on doit utiliser différents types d'engins, car chaque opération nécessite un engin précis. Ces engins sont répartis en trois grandes familles :

** Les engins de chargement :**

- Les chargeuses.
- Les pelles hydrauliques.
- Les pelles mécaniques.

**✚ Les engins de transport :**

- Les brouettes.
- Les camions bennes.
- Les dumpers.
- Les motos basculeurs.
- Les véhicules utilitaires.

**✚ Les engins de mise en place des matériaux :**

- Les niveleuses.
- Les compacteurs.
- Les finisseurs.

**VII-4 : Détermination des différents volumes des travaux :****VII-4-1 : Volume du décapage de la couche végétale :**

$$V_{\text{déc}} = H_{\text{vc}} \times L \times B_{\text{cv}} \quad (\text{VII-1})$$

Tel que :

- $V_{\text{déc}}$  : volume de la couche végétale décapée (m<sup>3</sup>).
- $H_{\text{vc}}$  : profondeur de la couche végétale (m)
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).
- $B_{\text{cv}}$  : largeur de la couche végétale (m).

**VII-4-2 : Volume du déblai des tranchées :**

$$V_{\text{d}} = B \times L \times H \quad (\text{VII-2})$$

Tel que :

- $V_{\text{d}}$  : volume du déblai des tranchées (m<sup>3</sup>).
- $B$  : largeur de la tranchée (m).
- $H$  : profondeur de la tranchée (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**VII-4-3 : Volume occupé par le lit de sable :**

$$V_{\text{ls}} = e \times L \times B \quad (\text{VII-3})$$

Avec :

- $V_{\text{ls}}$  : volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).

- e : épaisseur de la couche de sable (m).
- B : largeur de la tranchée (m).
- L : longueur totale de la tranchée (m).

#### VII-4-4 : Volume occupé par les conduites :

$$V_{\text{condt}} = L \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \quad (\text{VII-4})$$

Avec :

- $V_{\text{cdt}}$  : Volume occupé par les conduites en (m<sup>3</sup>).
- L : Longueur totale de la tranchée en (m).
- D : Diamètre de la conduite en (m).

#### VII-4-5 : Volume du remblai de protection :

$$V_{\text{rem}} = V_{\text{d}} - (V_{\text{cond}} + V_{\text{déc}} + V_{\text{ls}}) \quad (\text{VII-5})$$

Avec :

- $V_{\text{rem}}$  : volume du remblai (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{d}}$  : volume du déblai (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{ls}}$  : volume du lit de sable (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{déc}}$  : volume de la couche végétale décapée (m<sup>3</sup>).

#### VII-4-6 : Volume excédentaire :

$$V_{\text{exc}} = V_{\text{f}} - V_{\text{rem}} \quad (\text{VII-6})$$

Tel que :

- $V_{\text{exc}}$  : Volume du sol excédentaire (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{f}}$  : Volume du sol foisonné (m<sup>3</sup>).
- $V_{\text{rem}}$  : Volume du remblai (m<sup>3</sup>).

Sachant que :

$$V_{\text{f}} = V_{\text{d}} \times K_{\text{f}} \quad (\text{VII-7})$$

Avec :

- $K_{\text{f}}$  : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

Tous les résultats sont mentionnés dans les tableaux l'annexe 3

**VII-5 : Devis quantitatif et estimatif :****Tableau VII-1 : devis quantitatif et estimatif**

N°	désignation des travaux	unités	quantités	prix unitaire DA	montant (DA)
travaux de terrassement					
1	Décapage de la tranchée	m <sup>3</sup>	3629.923	500.00	1814961.5
2	Déblai	m <sup>3</sup>	25046.28625	500	12523143.13
3	Pose du lit de sable	m <sup>3</sup>	2416.9455	1000	2378666.514
4	Remblai de la tranchée	m <sup>3</sup>	18418.21531	700	12892750.72
5	Evacuation des déblaies excédentaires	m <sup>3</sup>	13358.49138	200.00	2671698.276
canalisation					
1	PVC 315	ML	4018.44	868.21	3488849.792
2	PVC 400	ML	513.7	1654.089	849705.5193
3	PVC 500	ML	130	1801.45	234188.5
4	PVC 630	ML	153	1809.25	276815.25
5	BETON 500	ML	100	1951.128	1130091.386
Construction					
1	regard	U	195	30000	5850000
2	Exécution des DO	U	1	27576279.06	27576279.06
				THT	70757058.51
				TVA	19%
				TTC	84200899.63

**Conclusion :**

Ce chapitre nous a montré l'importance de l'organisation de chantier dans l'étude d'un projet pour l'assurance du bon déroulement de la mise en œuvre, Aussi elle nous a permis d'évaluer le cout de notre projet qui est estimé à 84200899.63 DA



## Conclusion générale

Le réseau d'assainissement de village sud , commune de bordj bou arréridj, Wilaya de Bordj bou arréridj a connue plusieurs problèmes de dysfonctionnement comme la pollution qui risque de toucher la santé publique et aussi l'incapacité hydraulique du réseau. qui est due au mal fonctionnement et à la vétusté du réseau. Donc un diagnostic était nécessaire pour la détermination de tous ces problèmes

Après l'étude approfondie et à partir du diagnostic on a abouti des solutions pour assurer le bon fonctionnement du système tel que :

- ✓ Rénovation tous le réseau d'assainissement de centre Village Sud avec les normes est obligatoire et dans les priorités de cette village
- ✓ Changer le matériau des canalisations en PVC qui est plus résistant aux grandes vitesses qui sont causé par les pentes élevé du terrain.
- ✓ Créé de déversoir d'orage latérale pour minimiser et évacué des eaux pluviales vers l'oued.
- ✓ Le système d'évacuation qui est de type unitaire qui est le moins encombrant pour éviter l'encombrement des divers réseau (AEP,GAZ , téléphone)
- ✓ Les diamètres de nos collecteurs varient de 315mm jusqu'à 630mm
- ✓ Notre projet a été estimé avec un prix de 84200899.63 DA.

Enfin, on espère que toutes les études d'assainissement prendront en compte les différents aspects : économiques, techniques, sans oublier le respect de l'environnement qui est le plus important non seulement pour la préservation de la nature mais aussi la protection de la santé publique.

## Références bibliographiques :

- 1). SALAH.B, 2021, « principe de dimensionnement d'un déversoir d'orage», ENSH, Blida.
- 2). SALAH.B, 2021, « Les ouvrages annexes (1) et (2) », ENSH, Blida.
- 3).TOUAIBIA.B, 2004, « manuel pratique d'hydrologie », ENSH, Blida.
- 4).Catalogue technique « tubes PVC et accessoires », Chiali.
- 5).Mémoire de fin d'étude BELAMRI Sarah : diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de La localité TAKAATZ (C. SEDDOUK) (W. BEJAIA) 2019.
- 6). Mémoire de fin d'étude LAIB TAHAR : Diagnostic et extension du réseau d'assainissement de la ville de RAS EL OUED (W. BORDJ BOU ARRERIDJ) 2010
- 7). Manuel de calcul des conduites d'évacuation des eaux disponible sur le site <  
<http://www.cpsedit.ma/phocadownload/1030-0.pdf>
- 8).Site internet :< <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/06/systeme-pseudo-separatif.html>>
- 9). Mémoire de fin d'étude KERAKRA AMINE : dimensionnement du reseau d'assainissement de de la commune d'El-ANASSER (W. BORDJ BOU ARRERIDJ) 2014.

---

# *Annexes*

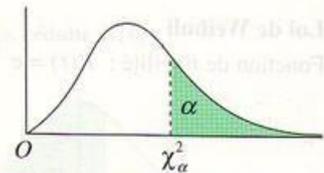
---

## Annexe 01 : table de $\chi^2$

Table de distribution de  $\chi^2$  (loi de K. Pearson)

La table donne la probabilité  $\alpha$ , en fonction du nombre de degrés de liberté  $\nu$ , pour que  $\chi^2$  égale ou dépasse une valeur donnée  $\chi^2_\alpha$

$$\alpha = P(\chi^2 \geq \chi^2_\alpha)$$



$\nu$	$\alpha = 0,990$	$\alpha = 0,975$	$\alpha = 0,950$	$\alpha = 0,900$	$\alpha = 0,100$	$\alpha = 0,050$	$\alpha = 0,025$	$\alpha = 0,010$	$\alpha = 0,001$
1	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	2,71	3,84	5,02	6,63	10,83
2	0,02	0,05	0,10	0,21	4,61	5,99	7,38	9,21	13,82
3	0,12	0,22	0,35	0,58	6,25	7,81	9,35	11,34	16,27
4	0,30	0,48	0,71	1,06	7,78	9,49	11,14	13,28	18,47
5	0,55	0,83	1,15	1,61	9,24	11,07	12,83	15,09	20,52
6	0,87	1,24	1,64	2,20	10,64	12,59	14,45	16,81	22,46
7	1,24	1,69	2,17	2,83	12,02	14,07	16,01	18,47	24,32
8	1,65	2,18	2,73	3,49	13,36	15,51	17,53	20,09	26,13
9	2,09	2,70	3,33	4,17	14,68	16,92	19,02	21,67	27,88
10	2,56	3,25	3,94	4,87	15,99	18,31	20,48	23,21	29,59
11	3,05	3,82	4,57	5,58	17,27	19,67	21,92	24,72	31,26
12	3,57	4,40	5,23	6,30	18,55	21,03	23,34	26,22	32,91
13	4,11	5,01	5,89	7,04	19,81	22,36	24,74	27,69	34,53
14	4,66	5,63	6,57	7,79	21,06	23,68	26,12	29,14	36,12
15	5,23	6,26	7,26	8,55	22,31	25,00	27,49	30,58	37,70
16	5,81	6,91	7,96	9,31	23,54	26,30	28,84	32,00	39,25
17	6,41	7,56	8,67	10,08	24,77	27,59	30,19	33,41	40,79
18	7,01	8,23	9,39	10,86	25,99	28,87	31,53	34,80	42,31
19	7,63	8,91	10,12	11,65	27,20	30,14	32,85	36,19	43,82
20	8,26	9,59	10,85	12,44	28,41	31,41	34,17	37,57	45,32
21	8,90	10,28	11,59	13,24	29,61	32,67	35,48	38,93	46,80
22	9,54	10,98	12,34	14,04	30,81	33,92	36,78	40,29	48,27
23	10,20	11,69	13,09	14,85	32,01	35,17	38,08	41,64	49,73
24	10,86	12,40	13,85	15,66	33,20	36,41	39,37	42,98	51,18
25	11,52	13,12	14,61	16,47	34,38	37,65	40,65	44,31	52,62
26	12,20	13,84	15,38	17,29	35,56	38,88	41,92	45,64	54,05
27	12,88	14,57	16,15	18,11	36,74	40,11	43,19	46,96	55,48
28	13,57	15,31	16,93	18,94	37,92	41,34	44,46	48,28	56,89
29	14,26	16,05	17,71	19,77	39,09	42,56	45,72	49,59	58,30
30	14,95	16,79	18,49	20,60	40,26	43,77	46,98	50,89	59,70

Quand  $\nu$  est supérieur à 30, on utilise la table de la loi normale (table de l'écart réduit) avec :

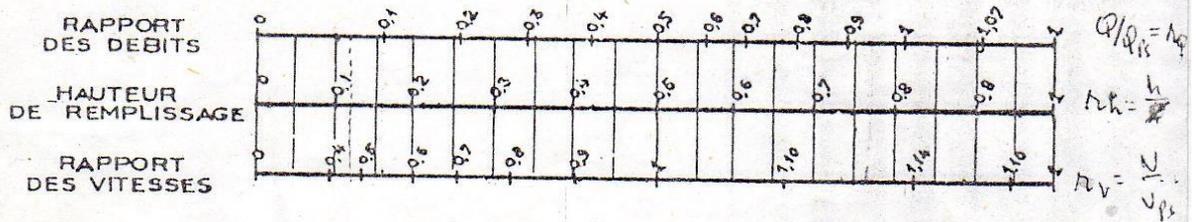
$$t = \sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$$

**Annexe 02** : Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur deremplissage (D'après la formule de Bazin)

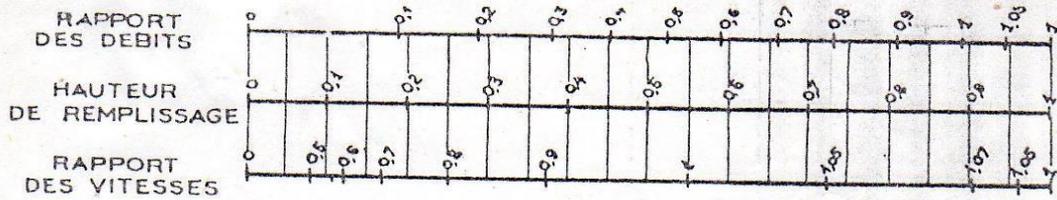
ANNEXE X

VARIATIONS DES DEBITS ET DES VITESSES  
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE  
(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section

### Annexe 03 : Tableaux Calcul des volumes

tonçon	Dnor (mm)	L	I(%)	Vdéc(m3)	Vcond (m3)	Vlit sab(m3)	Vdeb(m3)	Vremblai(m3)	Vfo	Vexc(m3)
R1-R2	315	25	4,30	18,75	1,947290	11,25	161,25	129,3027094	201,5625	72,2597906
R2-R3	315	25	4,30	18,75	1,947290	11,25	161,25	129,3027094	201,5625	72,2597906
R3-R4	315	25	4,30	18,75	1,947290	11,25	161,25	129,3027094	201,5625	72,2597906
R4-R5	315	35	7,21	26,25	2,726206	15,75	378,525	333,7987931	473,15625	139,357457
R5-R6	315	41,06	2,35	30,795	3,198230	18,477	144,7365	92,26626988	180,920625	88,6543551
R6-R7	315	18,17	2,35	13,6275	1,415290	8,1765	64,04925	40,82995917	80,0615625	39,2316033
R7-R8	315	32,07	4,29	24,0525	2,497984	14,4315	206,37045	165,3884656	257,963063	92,5745969
R8-R9	315	25	4,29	18,75	1,947290	11,25	160,875	128,9277094	201,09375	72,1660406
R9-R10	315	25	4,29	18,75	1,947290	11,25	160,875	128,9277094	201,09375	72,1660406
R10-R11	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R11-R12	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R12-R13	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R13-R14	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R14-R15	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R15-R16	315	25	4,69	18,75	1,947290	11,25	175,875	143,9277094	219,84375	75,9160406
R16-R17	315	25	4,66	18,75	1,947290	11,25	174,75	142,8027094	218,4375	75,6347906
R17-R18	315	25	4,66	18,75	1,947290	11,25	174,75	142,8027094	218,4375	75,6347906
R18-R19	315	36,27	4,66	27,2025	2,82512924	16,3215	253,5273	207,1781708	316,909125	109,730954
R19-R20	400	23,73	2,67	17,7975	2,980488	10,6785	95,03865	63,582162	118,798313	55,2161505
R20-R21	400	25	2,67	18,75	3,14	11,25	100,125	66,985	125,15625	58,17125
R21-R22	400	25	1,99	18,75	3,14	11,25	74,625	41,485	93,28125	51,79625
R22-R23	400	25	1,99	18,75	3,14	11,25	74,625	41,485	93,28125	51,79625
R23-R24	400	27,2	1,99	20,4	3,41632	12,24	81,192	45,13568	101,49	56,35432
R24-R25	500	24,83	1,99	18,6225	4,8728875	11,1735	74,11755	39,4486625	92,6469375	53,198275
R25-R26	400	21,93	4,37	16,4475	2,754408	9,8685	143,75115	114,680742	179,688938	65,0081955
R26-R27	400	30,34	4,37	22,755	3,810704	13,653	198,8787	158,659996	248,598375	89,938379
R27-R28	400	45,67	4,37	34,2525	5,736152	20,5515	299,36685	238,826698	374,208563	135,381865
R28-R29	400	30	4,37	22,5	3,768	13,5	196,65	156,882	245,8125	88,9305
R29-R30	400	29,66	4,37	22,245	3,725296	13,347	194,4213	155,104004	243,026625	87,922621
R30-R31	630	25,3	2,98	18,975	7,88263245	11,385	113,091	74,84836755	141,36375	66,5153825
R31-R32	630	25	2,98	18,75	7,7891625	11,25	111,75	73,9608375	139,6875	65,7266625
R32-R33 (DO)	630	25	2,98	18,75	7,7891625	11,25	111,75	73,9608375	139,6875	65,7266625
R33-	315	46,69	2,98	35,0175	3,63675997	21,0105	208,7043	149,03954	260,880375	111,840835

R34										
R34-R35	315	30	1,68	22,5	2,33674875	13,5	75,6	37,26325125	94,5	57,2367488
R35-R36	315	20	1,68	15	1,5578325	9	50,4	24,8421675	63	38,1578325
R36-R37	315	35	1,68	26,25	2,72620688	15,75	88,2	43,47379313	110,25	66,7762069
R37 - R38	315	22,48	1,68	16,86	1,75100373	10,116	56,6496	27,92259627	70,812	42,8894037
R40 - R41	315	30	4,46	22,5	2,33674875	13,5	200,7	162,3632513	250,875	88,5117488
R41 - R42	315	30	4,46	22,5	2,33674875	13,5	200,7	162,3632513	250,875	88,5117488
R42 - R43	315	30	4,46	22,5	2,33674875	13,5	200,7	162,3632513	250,875	88,5117488
R43 - R6	315	24,87	4,46	18,6525	1,93716471	11,1915	166,3803	134,5991353	207,975375	73,3762397
R44 - R45	315	13,42	1,32	10,065	1,04530561	6,039	26,5716	9,422294393	33,2145	23,7922056
R45 - R46	315	32,32	1,32	24,24	2,51745732	14,544	63,9936	22,69214268	79,992	57,2998573
R46 - R47	315	27,97	1,32	20,9775	2,17862875	12,5865	55,3806	19,63797125	69,22575	49,5877788
R47 - R8	315	26,98	1,32	20,235	2,10151604	12,141	53,4204	18,94288396	66,7755	47,832616
R48 - R16	315	25	2,04	18,75	1,94729063	11,25	76,5	44,55270938	95,625	51,0722906
R49 - R19	315	20,38	3,88	15,285	1,58743132	9,171	118,6116	92,56816868	148,2645	55,6963313
R50 - R51	315	25	4,72	18,75	1,94729063	11,25	177	145,0527094	221,25	76,1972906
R51 - R52	315	25	4,72	18,75	1,94729063	11,25	177	145,0527094	221,25	76,1972906
R52 - R53	315	25	3,97	18,75	1,94729063	11,25	148,875	116,9277094	186,09375	69,1660406
R53 - R54	315	26,95	3,97	20,2125	2,09917929	12,1275	160,48725	126,0480707	200,609063	74,5609918
R54 - R55	315	32,39	3,97	24,2925	2,52290973	14,5755	192,88245	151,4915403	241,103063	89,6115222
R55 - R56	315	25	4,23	18,75	1,94729063	11,25	158,625	126,6777094	198,28125	71,6035406
R56 - R57	315	25	4,23	18,75	1,94729063	11,25	158,625	126,6777094	198,28125	71,6035406
R57 - R58	315	24,23	4,23	18,1725	1,88731407	10,9035	153,73935	122,7760359	192,174188	69,3981516
R58 - R24	315	16,35	4,23	12,2625	1,27352807	7,3575	103,74075	84,12075	129,675938	45,5551875
R59 - R60	315	25	4,74	18,75	1,94729063	11,25	177,75	145,8027094	222,1875	76,3847906
R60 - R61	315	25	4,74	18,75	1,94729063	11,25	177,75	145,8027094	222,1875	76,3847906
R61 - R62	315	25	1,64	18,75	1,94729063	11,25	61,5	29,55270938	76,875	47,3222906
R62 - R54	315	25	1,64	18,75	1,94729063	11,25	61,5	29,55270938	76,875	47,3222906
R63 - R64	315	31	0,90	23,25	2,41464038	13,95	41,85	2,235359625	52,3125	50,0771404
R64 - R27	315	32,53	0,90	24,3975	2,53381456	14,6385	43,9155	2,345685439	54,894375	52,5486896
R65 - R66	315	31,15	0,88	23,3625	2,42632412	14,0175	41,118	1,311675881	51,3975	50,0858241
R66 - R28	315	34,56	0,88	25,92	2,69193456	15,552	45,6192	1,45526544	57,024	55,5687346
R67- R68	315	49,32	6,00	36,99	3,84161495	22,194	443,88	380,8543851	554,85	173,995615

R68 - R69	315	30,67	6,00	23,0025	2,38893614	13,8015	276,03	236,8370639	345,0375	108,200436
R69 - R70	315	29,01	6,00	21,7575	2,25963604	13,0545	261,09	224,018364	326,3625	102,344136
R70 - R71	315	35,99	6,00	26,9925	2,80331958	16,1955	323,91	277,9186804	404,8875	126,96882
R71 - R72	315	40,01	5,92	30,0075	3,11644392	18,0045	355,2888	304,1603561	444,111	139,950644
R72 - R73	315	35	5,92	26,25	2,72620688	15,75	310,8	266,0737931	388,5	122,426207
R73 - R74	315	25,38	4,57	19,035	1,97688944	11,421	173,9799	141,5470106	217,474875	75,9278644
R74 - R75	315	26,21	4,57	19,6575	2,04153949	11,7945	179,66955	146,1760105	224,586938	78,410927
R75 - R76	315	25	4,57	18,75	1,94729063	11,25	171,375	139,4277094	214,21875	74,7910406
R76 - R77	315	25	4,57	18,75	1,94729063	11,25	171,375	139,4277094	214,21875	74,7910406
R77 - R78	315	24,89	4,57	18,6675	1,93872255	11,2005	170,62095	138,8142275	213,276188	74,46196
R78 - R79	500	28,65	3,76	21,4875	5,6225625	12,8925	161,586	121,5834375	201,9825	80,3990625
R79 - R80	500	40	3,76	30	7,85	18	225,6	169,75	282	112,25
R80 - R81	630	25	1,58	18,75	7,7891625	11,25	59,25	21,4608375	74,0625	52,6016625
R81 - R82	630	25	1,58	18,75	7,7891625	11,25	59,25	21,4608375	74,0625	52,6016625
R82 - R83	630	27,05	1,58	20,2875	8,42787383	12,1725	64,1085	23,22062618	80,135625	56,9149988
R83 - R84	315	20	3,17	15	1,5578325	9	95,1	69,5421675	118,875	49,3328325
R85 - R86	315	25,02	1,04	18,765	1,94884846	11,259	39,0312	7,058351543	48,789	41,7306485
R86 - R72	315	22,32	1,04	16,74	1,73854107	10,044	34,8192	6,29665893	43,524	37,2273411
R84 - R68	315	19,74	3,17	14,805	1,53758068	8,883	93,8637	68,63811932	117,329625	48,6915057
R87 - R88	315	31,13	1,38	23,3475	2,42476629	14,0085	64,4391	24,65833371	80,548875	55,8905413
R88 - R78	315	16,73	1,38	12,5475	1,30312689	7,5285	34,6311	13,25197311	43,288875	30,0369019
R89 - R90	315	41,42	6,61	31,065	3,22627111	18,639	410,6793	357,7490289	513,349125	155,600096
R90 - R91	315	37,73	6,61	28,2975	2,93885101	16,9785	374,09295	325,878099	467,616188	141,738089
R91 - R92	315	40,33	4,91	30,2475	3,14136924	18,1485	297,03045	245,4930808	371,288063	125,794982
R92 - R93	400	34,96	4,91	26,22	4,390976	15,732	257,4804	211,137424	321,8505	110,713076
R93 - R94	400	40,01	4,85	30,0075	5,025256	18,0045	291,07275	238,035494	363,840938	125,805444
R94 - R95	400	32,5	3,60	24,375	4,082	14,625	175,5	132,418	219,375	86,957
R95 - R78	500	35,93	2,25	26,9475	7,0512625	16,1685	121,26375	71,0964875	151,579688	80,4832
R96 - R97	315	25	1,08	18,75	1,94729063	11,25	40,5	8,552709375	50,625	42,0722906
R97 - R98	315	25	1,09	18,75	1,94729063	11,25	40,875	8,927709375	51,09375	42,1660406
R98 - R99	315	25	1,09	18,75	1,94729063	11,25	40,875	8,927709375	51,09375	42,1660406
R99 - R89	315	14,9	1,09	11,175	1,16058521	6,705	24,3615	5,320914788	30,451875	25,1309602
R100	315	25	3,95	18,75	1,94729063	11,25	148,125	116,1777094	185,15625	68,9785406

- R101										
R101 - R102	315	25	3,95	18,75	1,94729063	11,25	148,125	116,1777094	185,15625	68,9785406
R102- R89	315	22,48	3,95	16,86	1,75100373	10,116	133,194	104,4669963	166,4925	62,0255037
R103 - R104	315	18,93	5,12	14,1975	1,47448846	8,5185	145,3824	121,1919115	181,728	60,5360885
R104 - R105	315	25	2,04	18,75	1,94729063	11,25	76,5	44,55270938	95,625	51,0722906
R105 - R106	315	25	0,99	18,75	1,94729063	11,25	37,125	5,177709375	46,40625	41,2285406
R106 - R107	315	25	0,99	18,75	1,94729063	11,25	37,125	5,177709375	46,40625	41,2285406
R107- R90	315	29,68	0,99	22,26	2,31182343	13,356	44,0748	6,14697657	55,0935	48,9465234
R108 - R109	315	30	4,18	22,5	2,33674875	13,5	188,1	149,7632513	235,125	85,3617488
R109 - R90	315	33,59	4,18	25,1925	2,61637968	15,1155	210,6093	167,6849203	263,261625	95,5767047
R110 - R111	315	25	0,03	18,75	1,94729063	11,25	1,125	-30,82229063	1,40625	32,2285406
R111- R112	315	25	1,29	18,75	1,94729063	11,25	48,375	16,42770938	60,46875	44,0410406
R112 - R113	315	23,5	1,29	17,625	1,83045319	10,575	45,4725	15,44204681	56,840625	41,3985782
R113 - R91	315	23,5	1,29	17,625	1,83045319	10,575	45,4725	15,44204681	56,840625	41,3985782
R114 - R115	315	29,94	3,75	22,455	2,33207525	13,473	168,4125	130,1524247	210,515625	80,3632003
R115 - R91	315	33,58	3,75	25,185	2,61560077	15,111	188,8875	145,9758992	236,109375	90,1334758
R116 - R117	315	30	3,27	22,5	2,33674875	13,5	147,15	108,8132513	183,9375	75,1242488
R117 - R92	315	30,79	0,80	23,0925	2,39828313	13,8555	36,948	-2,398283134	46,185	48,5832831
R118 - R119	315	25	4,36	18,75	1,94729063	11,25	163,5	131,5527094	204,375	72,8222906
R119 - R120	315	25	3,00	18,75	1,94729063	11,25	112,5	80,55270938	140,625	60,0722906
R120 - R92	315	22,48	0,80	16,86	1,75100373	10,116	26,976	-1,75100373	33,72	35,4710037
R121 - R122	315	30	3,21	22,5	2,33674875	13,5	144,45	106,1132513	180,5625	74,4492488
R122 - R94	315	28,82	3,21	21,615	2,24483663	12,969	138,7683	101,9394634	173,460375	71,5209116
R123a - R94	315	30	5,10	22,5	2,33674875	13,5	229,5	191,1632513	286,875	95,7117488
R123 - R124	315	30	4,18	22,5	2,33674875	13,5	188,1	149,7632513	235,125	85,3617488
R124	315	25	4,18	18,75	1,94729063	11,25	156,75	124,8027094	195,9375	71,1347906

- R125										
R125 - R95	315	25,67	2,57	19,2525	1,99947801	11,5515	98,842335	66,03885699	123,552919	57,5140618
R126 - R127	315	20	0,76	15	1,5578325	9	22,8	-2,7578325	28,5	31,2578325
R127 - R128	315	20	0,76	15	1,5578325	9	22,8	-2,7578325	28,5	31,2578325
R128 - R79	315	22	0,76	16,5	1,71361575	9,9	25,08	-3,03361575	31,35	34,3836158
R129 - R130	315	26,36	2,92	19,77	2,05322324	11,862	115,4568	81,77157677	144,321	62,5494232
R130 - R131	315	25	2,74	18,75	1,94729063	11,25	102,75	70,80270938	128,4375	57,6347906
R131 - R132	315	25	2,74	18,75	1,94729063	11,25	102,75	70,80270938	128,4375	57,6347906
R132 - R133	315	15	1,50	11,25	1,16837438	6,75	33,75	14,58162563	42,1875	27,6058744
R133 - R34	315	20	2,74	15	1,5578325	9	82,2	56,6421675	102,75	46,1078325
R134 - R133	315	20	1,60	15	1,5578325	9	48	22,4421675	60	37,5578325
R135 - R136	315	25	1,08	18,75	1,94729063	11,25	40,5	8,552709375	50,625	42,0722906
R136 - R36	315	25	1,08	18,75	1,94729063	11,25	40,5	8,552709375	50,625	42,0722906
R137 - R138	315	25	6,80	18,75	1,94729063	11,25	255	223,0527094	318,75	95,6972906
R138 - R139	315	25	5,68	18,75	1,94729063	11,25	213	181,0527094	266,25	85,1972906
R139 - R140	315	25	5,68	18,75	1,94729063	11,25	213	181,0527094	266,25	85,1972906
R140 - R141	315	30	5,68	22,5	2,33674875	13,5	255,6	217,2632513	319,5	102,236749
R141 - R142	315	29	4,14	21,75	2,25885713	13,05	180,09	143,0311429	225,1125	82,0813571
R142 - R143	315	44,6	4,14	33,45	3,47396648	20,07	276,966	219,9720335	346,2075	126,235466
R143 - R144	315	25,04	4,14	18,78	1,95040629	11,268	155,4984	123,4999937	194,373	70,8730063
R144 - R145	315	23,48	2,68	17,61	1,82889536	10,566	94,3896	64,38470465	117,987	53,6022954
R145 - R146	400	26	2,68	19,5	3,2656	11,7	104,52	70,0544	130,65	60,5956
R146 - R147	400	26,56	2,68	19,92	3,335936	11,952	106,7712	71,563264	133,464	61,900736
R147	400	20	2,68	15	2,512	9	80,4	53,888	100,5	46,612

- R148										
R148 - R149	400	20	2,68	15	2,512	9	80,4	53,888	100,5	46,612
R149 - R150	400	17,63	2,68	13,2225	2,214328	7,9335	70,8726	47,502272	88,59075	41,088478
R150 - RA1	400	12,51	2,68	9,3825	1,571256	5,6295	50,2902	33,706944	62,86275	29,155806
RA1 - RA2	500	36,91	1,51	27,6825	7,2435875	16,6095	83,60115	32,0655625	104,501438	72,435875
RA2 - RA3	500	34,17	1,51	25,6275	6,7058625	15,3765	77,39505	29,6851875	96,7438125	67,058625
RA3 - RA4	500	52,23	1,97	39,1725	10,2501375	23,5035	154,33965	81,4135125	192,924563	111,51105
RA4 - RA5	500	49,58	1,33	37,185	9,730075	22,311	98,9121	29,686025	123,640125	93,9541
RA5 - RA6	500	39,42	0,76	29,565	7,736175	17,739	44,9388	-10,101375	56,1735	66,274875
RA6 - RA7	500	45,59	1,00	34,1925	8,9470375	20,5155	68,385	4,7299625	85,48125	80,7512875
RA7 - RA8	500	26,79	6,90	20,0925	5,2575375	12,0555	277,2765	239,8709625	346,595625	106,724663
RA8 - RA9	500	18,35	1,67	13,7625	3,6011875	8,2575	45,96675	20,3455625	57,4584375	37,112875
RA9 - RA10	500	32,11	1,67	24,0825	6,3015875	14,4495	80,43555	35,6019625	100,544438	64,942475
RA10 - RA11	500	13,45	1,67	10,0875	2,6395625	6,0525	33,69225	14,9126875	42,1153125	27,202625
R151 - R152	315	30,71	5,73	23,0325	2,3920518	13,8195	263,95245	224,7083982	329,940563	105,232164
R152 - R153	315	25	4,97	18,75	1,94729063	11,25	186,375	154,4277094	232,96875	78,5410406
R153 - R154	315	25	4,97	18,75	1,94729063	11,25	186,375	154,4277094	232,96875	78,5410406
R154 - R155	315	25	4,97	18,75	1,94729063	11,25	186,375	154,4277094	232,96875	78,5410406
R155 - R156	315	25	7,13	18,75	1,94729063	11,25	267,375	235,4277094	334,21875	98,7910406
R156 - R143	315	36	7,13	27	2,8040985	16,2	385,02	339,0159015	481,275	142,259099
R157 - R158	315	30	4,80	22,5	2,33674875	13,5	216	177,6632513	270	92,3367488
R158 - R159	315	30	4,80	22,5	2,33674875	13,5	216	177,6632513	270	92,3367488
R159 - R160	315	30	6,73	22,5	2,33674875	13,5	302,85	264,5132513	378,5625	114,049249
R160 - R161	315	30	6,73	22,5	2,33674875	13,5	302,85	264,5132513	378,5625	114,049249
R161 - R145	315	25,97	7,40	19,4775	2,0228455	11,6865	288,267	255,0801545	360,33375	105,253596
R162	315	23,21	5,26	17,4075	1,80786462	10,4445	183,1269	153,4670354	228,908625	75,4415896

- R163										
R163 - R164	315	24,96	0,98	18,72	1,94417496	11,232	36,6912	4,79502504	45,864	41,068975
R164 - R165	315	20	0,98	15	1,5578325	9	29,4	3,8421675	36,75	32,9078325
R165 - R166	315	21,56	0,98	16,17	1,67934344	9,702	31,6932	4,141856565	39,6165	35,4746434
R166 - R167	315	19,97	8,72	14,9775	1,55549575	8,9865	261,2076	235,6881042	326,5095	90,8213958
R167 - R150	315	17,78	8,72	13,335	1,38491309	8,001	232,5624	209,8414869	290,703	80,8615131
R168 - R169	315	25	0,94	18,75	1,94729063	11,25	35,25	3,302709375	44,0625	40,7597906
R169 - R170	315	25	0,94	18,75	1,94729063	11,25	35,25	3,302709375	44,0625	40,7597906
R170 - R171	315	21,01	0,94	15,7575	1,63650304	9,4545	29,6241	2,775596959	37,030125	34,254528
R171 - R172	315	32,87	0,94	24,6525	2,56029771	14,7915	46,3467	4,342402286	57,933375	53,5909727
R172 - R173	315	22,64	0,94	16,98	1,76346639	10,188	31,9224	2,99093361	39,903	36,9120664
R174 - R175	315	25	1,40	18,75	1,94729063	11,25	52,5	20,55270938	65,625	45,0722906
R175 - R176	315	25	0,76	18,75	1,94729063	11,25	28,5	-3,447290625	35,625	39,0722906
R176 - R173	315	22,68	0,76	17,01	1,76658206	10,206	25,8552	-3,127382055	32,319	35,4463821
R173 - REX	315	22,06	0,94	16,545	1,71828925	9,927	31,1046	2,914310753	38,88075	35,9664392
R177 - R178	315	25,06	0,86	18,795	1,95196412	11,277	32,3274	0,303435878	40,40925	40,1058141
R178 - REX	315	16,88	0,86	12,66	1,31481063	7,596	21,7752	0,20438937	27,219	27,0146106
R38- RCP1	600	22,66	1,13	16,995	6,403716	10,197	38,4087	4,812984	48,010875	43,197891
RCP1 - RCP2	600	46,46	5,32	34,845	13,129596	20,907	370,7508	301,869204	463,4385	161,569296
RCP2 - RCP3	600	52,04	1,31	39,03	14,706504	23,418	102,2586	25,104096	127,82325	102,719154
RCP3 - RCP4	600	40,04	1,31	30,03	11,315304	18,018	78,6786	19,315296	98,34825	79,032954
RCP4 - RCP5	600	42,5	1,31	31,875	12,0105	19,125	83,5125	20,502	104,390625	83,888625
RCP5 - RCP6	600	45,28	1,31	33,96	12,796128	20,376	88,9752	21,843072	111,219	89,375928

