



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

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

**THEME :**

**Conception du réseau d'assainissement des fractions  
ZMALA et CHEKALIL (C. EL ATTAF ; W. AIN DEFLA)**

**Présenté par :**

BEN RADJA Leyla

**Devant les membres du jury**

**Nom et Prénoms**

MEDDI HIND

KAHLERRAS Djillali

HOULI Samia

Yahiaoui Samir

**Grade**

M.C.A

M.C.B

M.A.A

M.A.A

**Qualité**

Présidente

Examineur

Examinatrice

Promoteur

Session : Octobre 2020

## *Dédicace :*

*Je dédie ce travail*

*A la mémoire de mon grand-père, que DIEU tout puissant l'accueille en son vaste paradis, qui était toujours à mes côtés pour m'encourager et qui a cru en moi.*

*A mes chers parents, quoi que je dise je ne serai vous remercier comme il se doit, que dieu vous procure bonne santé et longue vie.*

*A ma tante Cherifa, qui m'a guidée, et qui était toujours ma source de force.*

*A mon oncle Salah, qui m'a soutenu et aidé énormément durant mon cursus.*

*A mes chères sœurs : Amel et Nour*

*A mes chers frères : Fayçal et Mohamed*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce travail.*

*Leyla*

## **Remerciement :**

*Toute ma gratitude à mon promoteur Mr  
YAHIAOUI S. pour sa disponibilité, son aide et ses  
conseils.*

*Mes remerciements vont également aux  
Responsables de L'ENSH, et Les enseignants pour  
tous leurs efforts.*

*Je remercie également les membres du jury qui me  
feront l'honneur d'évaluer mon travail.*

*Et toutes les personnes ayant contribué de près ou de  
loin à l'élaboration de ce travail.*

## ملخص:

تهدف هذه المذكرة اساسا لتصميم شبكة الصرف الصحي لدوار زمالة وشكاليل التابع لبلدية العطف ولاية عين الدفلى بمساعدة معطيات مأخوذة من مختلف المنظمات والتي ستجعل فهم منطقة الدراسة أسهل.

فبعدما جمعنا كامل المعطيات اللازمة لتحقيق هذا المشروع، قمنا بتقدير حجم تدفقات المياه الواجب صرفها ثم حساب الأبعاد وتنفيذ مخطط الشبكة. إضافة إلى تقييم المشروع من الناحية الاقتصادية وذلك بتقدير التكلفة الإجمالية

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد استراتيجية صرف متوسطة وطويلة الأجل وتحديد مبادئ توجيهية للقرارات التي تضمن حماية البيئة الطبيعية على أساس توقعات تخطيط استخدام الأراضي. يجب أن يكون التخطيط عقلانيًا مع الإجراءات المجدية اقتصاديًا.

الكلمات المفتاحية: دوار زمالة وشكاليل – شبكة الصرف الصحي – نظام تصريف المياه

## Résumé :

L'objet de notre mémoire est d'élaborer dans le cadre de l'étude du réseau d'assainissement de CHEKALIL et ZMALA appartenant au chef-lieu de la commune d'EL ATTAF wilaya AIN DEFLA avec l'aide des données prises de différentes organismes qui permettront de mieux connaître la zone d'étude.

Une fois avoir rassemblé toutes les données nécessaires pour ce travail, nous avons entamer l'estimation des débits à évacuer en premier lieu, puis le dimensionnement et le tracé des réseaux. De plus nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif.

L'objectif de cette étude est de déterminer une stratégie d'assainissement à moyen et long terme et de définir une ligne directrice de décisions pour garantir la protection du milieu naturel en fonction des projections d'aménagement du territoire. La planification devra être rationnelle avec des actions économiquement réalisables.

Mots clés : fraction ZMALA et CHEKALIL – système d'assainissement – réseau des eaux usées

## Abstract :

The aim of this dissertation is to elaborate on the sewerage system of CHEKALIL and ZMALA, belonging to the city EL ATTAF in AIN DEFLA, starting from the data taken from different organisms, which provide better knowledge of the study zone. Once we have gathered all the necessary data for this work, we have estimated the flows to be evacuated, then the sizing and layout of the networks. In addition, we have prepared a quantitative estimation of costs. The objective of this study is to determine a medium and long-term remediation strategy and to define a guideline for decisions to guarantee the protection of the natural environment according to land use planning projections. Planning should be rational with economically feasible actions.

**Keywords:** ZMALA and CHEKALIL fraction; sanitation system; sewage network

# Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des planches

Introduction générale

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

I.	Introduction :	2
II.	But de l'étude :	2
III.	Présentation de l'aire d'étude :	2
III.1.	Situation géographique :	2
III.2.	Situation administrative :	3
III.3.	Données naturelles du site :	3
III.4.	Situation climatique :	3
III.5.	Géologie :	6
IV.	Evolution de la population :	7
IV.1.	Croissance démographique :	7
IV.2.	Prespective démographique :	7
IV.3.	Etude démographique :	7
V.	Situation hydraulique :	8
V.1.	Réseau d'alimentation en eau potable :	8
V.2.	réseau d'assainissement :	9
VI.	Conclusion :	9

## CHAPITRE II : Etude hydrologique

I.	Introduction :	10
II.	Période de retour :	10
III.	Détermination de l'intensité moyenne de précipitation :	10
IV.	Analyse des données :	11
V.	Les caractéristiques empiriques :	14
VI.	Ajustement de la série pluviométrique a la loi de Gumbel :	15
VI.1.	Manuellement:	15
VI.2.	Par logiciel Hyfran :	17
VII.	Ajustement de la série pluviométrique a la loi de Galton :	19
VII.1.	Manuellement:	19
VII.2.	Par logiciel Hyfran :	21

VIII.	L'intensité de la pluie pour les deux méthodes : _____	23
VIII.1.	Gumbel: _____	24
VIII.2.	Galton : _____	24
IX.	Les résultats de test d'adéquation : _____	24
X.	Conclusion : _____	24

### **CHAPITRE III : Calcul de base**

I.	Introduction : _____	25
II.	Situation démographique : _____	25
III.	Découpage de l'air d'étude en sous bassins : _____	26
III.1.	Définition : _____	26
III.2.	choix de la limite des sous bassins : _____	26
IV.	Système d'évacuation des eaux : _____	27
IV.1.	Le système unitaire : _____	27
IV.2.	Le système séparatif : _____	28
IV.3.	Le système pseudo-séparatif : _____	28
IV.4.	Le système mixte : _____	30
IV.5.	Le système autonome : _____	30
IV.6.	Le système composite : _____	30
IV.7.	Le choix du système d'assainissement : _____	30
V.	Schéma d'évacuation des eaux : _____	31
V.1.	Schéma perpendiculaire : _____	31
V.2.	Schéma par déplacement latéral : _____	32
V.3.	Schéma transversal ou oblique : _____	32
V.5.	Schéma par zone étagées : _____	33
V.6.	Schéma radial : _____	33
V.7.	Le choix du schéma d'évacuation : _____	33
VI.	Le coefficient de ruissellement : _____	34
VII.	Calcul de la population pour chaque sous bassin : _____	36
VII.1.	Calcul de coefficient de ruissellement pondéré : _____	36
VII.2.	Calcul de la densité partielle : _____	37
VII.3.	Calcul de nombre d'habitant de chaque sous bassin : _____	37
VIII.	Conclusion : _____	38

### **CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer**

I.	Introduction : _____	39
II.	Origine et nature des eaux à évacuer : _____	39
II.1.	Les eaux usées : _____	39
II.2.	Les eaux pluviales : _____	40

III.	Estimation des débits des eaux usées :	40
III.1.	Débits des eaux usées domestiques :	41
III.2.	Débits des eaux usées des établissements publics :	42
III.3.	Débits totaux des eaux usées à évacuer :	43
IV.	Estimation des débits des eaux pluviales :	43
IV.1.	La méthode rationnelle :	43
IV.2.	La méthode superficielle :	46
IV.3.	Choix de la méthode :	50
IV.4.	Calcul des débits pluviaux :	50
V.	Calcul du débit total déversé pour chaque sous bassin :	43
VI.	Conclusion :	51

## **CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

I.	Introduction :	52
II.	Principe de conception d'un système d'assainissement :	52
III.	Hypothèse de calcul :	52
IV.	Condition du dimensionnement :	53
V.	Mode de calcul :	53
VI.	Résultat du dimensionnement :	55
VII.	Les fosses septique :	57
VII.1.	Principe de conception :	57
VII.2.	Facteurs a prendre en compte pour le calcul d'une fosse septique :	57
VII.3.	Calcul de la capacité d'une fosse septique :	57
VII.4.	Forme et dimensions des fosses septiques :	60
VIII.	Conclusion :	61

## **CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau**

I.	Introduction :	62
II.	Les ouvrages principaux :	62
II.1.	Les canalisations :	62
II.2.	Type de canalisation :	62
II.3.	Choix du type de canalisation :	65
II.4.	Les différentes actions supportées par la conduite :	66
II.5.	Protection des conduites :	66
II.6.	Les essais des conduites préfabriqués :	67
II.7.	Pose de canalisation :	68
III.	Les ouvrages annexes :	69
III.1.	Les ouvrages normaux :	69
III.2.	Les ouvrages spéciaux :	72
IV.	Conclusion :	75

## **CHAPITRE VII : Organisation du chantier**

I. Introduction :	76
II. Les étapes de réalisation du projet :	76
II.1. Manutention et stockage des conduites :	76
II.2. Décapage de la terre végétale :	76
II.3. Exécution des tranchées et des fouilles des regards :	76
II.4. Aménagement du lit de sable :	77
II.5. Emplacement des piquets :	77
II.6. Pose des canalisations :	78
II.7. Assemblage des canalisations :	78
II.8. Essai d'étanchéité :	78
II.9. Réalisation des regards :	78
II.10. Réalisation des branchements :	79
II.11. Remblayage et compactage :	79
III. Choix des engins :	79
IV. Détermination des différents volumes des travaux :	82
IV.1. Volume du décapage de la couche végétale :	82
IV.2. Volume du déblai des tranchées :	82
IV.3. Volume occupé par le lit de sable :	83
IV.4. Volume occupé par les conduites :	83
IV.5. Volume de l'enrobage :	83
IV.6. Volume du remblai de protection :	83
IV.7. Volume excédentaire :	84
V. Devis quantitatif et estimatif :	85
VI. Conclusion :	92

## **CHAPITRE VIII : Gestion, entretien et exploitation su réseau**

I. Introduction :	93
II. Gestion des systèmes d'assainissement :	93
III. Travaux de gestionnaire :	93
III.1. Connaissance du réseau :	93
III.2. Surveillance du réseau :	93
III.3. Opération périodique d'entretien :	93
III.4. L'entretien du réseau :	93
IV. Travaux spécifique :	95
IV.1. Désodorisation:	95
IV.2. Détection des eaux parasites :	95
IV.3. Réhabilitation des réseaux :	95
V. Exploitation du réseau :	96
V.1. Objectif de l'exploitation :	96
V.2. Tache de l'exploitation:	97
V.3. Technique de l'exploitation du réseau :	97

**Conclusion générale**

**Références bibliographiques**

**Annexe**

# Liste des tableaux

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

<b>Tableau I.1</b> Précipitations maximales journalières .....	4
<b>Tableau I.2</b> : table climatique.....	5
<b>Tableau I.3</b> vitesse moyenne du vent en m/s.....	6
<b>Tableau I.4</b> humidité relative moyenne.....	6
<b>Tableau I.5</b> Répartition mensuelle de l'évaporation.....	6
<b>Tableau I.6</b> la population de la ville d'EL ATTAF.....	6

## CHAPITRE II : Etude hydrologique

<b>Tableau II.1</b> identification de la station d'EL ABADIA.....	11
<b>Tableau II.2</b> précipitations maximales journalières.....	12
<b>Tableau II.3</b> calcul des caractéristiques de la série.....	14
<b>Tableau II.4</b> ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel.....	16
<b>Tableau II.5</b> ajustement des précipitations maximales journalières a la loi de Galton.....	20

## CHAPITRE III : Calcul de base

<b>Tableau III.1</b> la population de la ville d'EL ATTAF.....	26
<b>Tableau III.2</b> Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol.....	34
<b>Tableau III.3</b> Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation.....	35
<b>Tableau III.4</b> Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population.....	35
<b>Tableau III.5</b> Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces.....	35
<b>Tableau III.6</b> Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence....	36
<b>Tableau III.7</b> le coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin.....	36
<b>Tableau III.8</b> la densité partielle.....	37
<b>Tableau III.9</b> la population de chaque sous bassin.....	37

## **CHAPITRE IV : Estimation des débits à évacuer**

<b>Tableau IV.1</b> Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin.....	42
<b>Tableau IV.2</b> Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin.....	42
<b>Tableau IV.3</b> Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin.....	43
<b>Tableau IV.1</b> Formules d'assemblage des bassins versants dans la méthode de Caquot.....	49
<b>Tableau IV.5</b> Débits totaux des eaux pluviales à évacuer.....	50
<b>Tableau IV.6</b> débit total des sous bassins .....	50

## **CHAPITRE V : Dimensionnement du réseau d'assainissement**

<b>Tableau V.1</b> le coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux.....	54
<b>Tableau V.2</b> Dimensionnement du collecteur « A ».....	56
<b>Tableau V.3</b> Dimensionnement du collecteur « B ».....	Annexe3
<b>Tableau V.4</b> Dimensionnement du collecteur « C ».....	Annexe3
<b>Tableau V.5</b> Dimensionnement du collecteur « D ».....	Annexe3
<b>Tableau V.6</b> Dimensionnement du collecteur « E ».....	Annexe3
<b>Tableau V.7</b> Valeur du facteur F pour la détermination du volume nécessaire à l'accumulation des boues et de l'écume.....	59

## **CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau**

<b>Tableau VI.1</b> caractéristique des tuyaux en béton armé.....	63
-------------------------------------------------------------------	----

# Liste des figures

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

Figure I.1 Localisation de la commune dans la wilaya de Aïn Defla.....	2
------------------------------------------------------------------------	---

## CHAPITRE II : Etude hydrologique

Figure II.1 ajustement de la série pluviométrique a la loi de Gumbel.....	17
Figure II.2 la pluie maximale journalière (Gumbel).....	18
Figure II.3 test de Khi carré (Gumbel) .....	19
Figure II.4 ajustement de la série pluviométrique a la loi de Galton.....	21
Figure II.5 la pluie maximale journalière (Galton).....	22
Figure 2.6 test de Khi carré.....	23

## CHAPITRE III : Calcul de base

Figure III.1 schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.....	27
Figure III.2 schéma représentatif des branchements dans le système séparatif.....	28
Figure III.3 schéma représentatif des branchements dans le système pseudo-séparatif.....	28
Figure III.4 Schéma perpendiculaire.....	32
Figure III.1 Schéma par déplacement latéral.....	32
Figure III.2 Schéma à collecteur transversal ou oblique.....	32
Figure III.3 Schéma par zones étagées.....	33
Figure III.4 Schéma radial.....	33

## CHAPITRE VI : Les éléments constitutifs du réseau

Figure VI.1 Joints sur tuyaux en béton.....	64
Figure VI.2 Joints sur tuyaux en amiante ciment.....	64
Figure VI.3 Joints sur tuyau en grès.....	65
Figure VI.5 Pose de canalisation sur un terrain ordinaire.....	68
Figure VI.6 Pose de canalisation sur un mauvais terrain.....	69
Figure VI.7 Pose de canalisation sur un terrain très mauvais.....	69

<b>Figure VI.8</b> Exemple d'un branchement simple.....	70
<b>Figure VI.9</b> Exemple d'une bouche d'égout sans décantation.....	71
<b>Figure VI.10</b> Exemple d'un regard simple.....	71

## **CHAPITRE VII : Organisation du chantier**

<b>Figure VII.11</b> Pose du lit de sable.....	77
<b>Figure VII.12</b> Niveleuse.....	80
<b>Figure VII.13</b> Bulldozer.....	80
<b>Figure VII.14</b> Pelle à chenille.....	81
<b>Figure VII.15</b> Chargeuse.....	81
<b>Figure VII.6</b> Compacteur à rouleaux lisses.....	82

## **Liste des planches**

**Planche n°1/7** : Tracé du réseau projeté

**Planche n°2/7** : Plan de masse avec levé topographique

**Planche n°3/7** : Profil en long lot N°1 : ZMALA1 (ALI BEN HAYIA)

**Planche n°4/7** : Profil en long lot N°2 : ZMALA2 (CHAHMA)

**Planche n°5/7** : Profil en long lot N°2 : ZMALA2 (CHAHMA)

**Planche n°6/7** : Profil en long lot N°3 : KRAOUCHE et KADEUR BEN YAHIA

**Planche n°7/7** : Profil en long lot N°4 : CHEKALIL

# ***Introduction générale***

INTRODUCTION GÉNÉRALE

## **Introduction générale :**

L'assainissement Désigne l'ensemble des moyens de collecte, de transport et de traitement d'épuration des eaux usées avant leur rejet. On parle d'assainissement collectif pour les zones raccordées au réseau d'égout et équipées d'une station d'épuration traitant les rejets urbains. L'assainissement est dit non-collectif ou autonome dans les zones non-raccordées au tout à l'égout.

L'assainissement, qu'il soit collectif ou autonome, permet de collecter, transporter et évacuer par voie hydraulique les eaux usées et pluviales à travers un réseau bien dimensionné ; il assure aussi la dépollution des eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel et qu'elles rejoignent le cycle naturel de l'eau. Le "nettoyage" des eaux usées limite le plus possible la pollution des réserves en eau : rivières, lacs, nappes souterraines...

L'assainissement joue un rôle important dans la protection sanitaire des populations. Et il contribue à maintenir la qualité de l'environnement.

La présente étude est élaborée dans le cadre de l'étude du réseau d'assainissement de CHEKALIL et ZMALA appartenant au chef-lieu de la commune d'EL ATTAF à partir des données prises de différentes organismes qui permettront de mieux connaître la zone d'étude par ses contraintes environnementales et économiques ; ainsi qu'une reconnaissance du terrain d'après les visites où nous avons pu établir une synthèse qui détermine le développement des deux sites concernées, et leur réseau d'assainissement actuel.

Dans notre projet la zone d'étude ne contient pas un réseau de collecte tel que les habitants utilisent les fosses septiques malgré leurs dangers sur la santé humaine et aussi son impact sur le milieu naturel.

Donc l'objectif de cette étude est de déterminer une stratégie d'assainissement à moyen et long terme et de définir une ligne directrice de décisions pour garantir la protection du milieu naturel en fonction des projections d'aménagement du territoire.

Dans notre travail, nous avons procédé en commençant par la présentation de la zone d'étude du point de vue (topographie, hydrologie, ...) en premier lieu. En deuxième lieu, le calcul des différents débits à évacuer et le dimensionnement du notre réseau. Et en dernier lieu, le tracé du plan d'évacuation.



# ***Présentation de la zone d'étude***

***Présentation de la zone d'étude***

## Chapitre I

### I. Introduction :

Avant tout projet d'assainissement une présentation de la zone d'étude est nécessaire, pour une gestion efficace et durable, Elle s'effectue par l'analyse des différentes variables qui peuvent influencer spatialement et temporellement sur l'urbanisation du site.

On a donc distingué deux grandes catégories de variables celles dites naturelles et celles liées aux actions de l'homme, et ce présent chapitre résume ces différentes données.

### II. But de l'étude :

La présente étude a pour objet la conception d'un réseau d'assainissement des fractions Chekalil et Zmala de la commune d'El Attaf.

### III. Présentation de l'aire d'étude :

#### III.1 Situation géographique :

La zone d'étude fait partie de la commune d'EL ATTAF, elle se situe au côté Est du chef-lieu de la commune sur la route nationale RN 04, La ville se situe à 160km au sud-ouest d'Alger, et à 100 km au sud-ouest de Tipaza, à 111 km au nord-est de Tissemsilt et à 30 km à l'est de Chlef, et à 90 km à l'ouest de Médéa, et à 110 km à l'ouest de Blida.

#### COORDONNEES GEOGRAPHIQUES :

- Latitude : 36.2229
- Longitude : 1.670236° 13' 22" Nord, 1° 40' 13" Est.

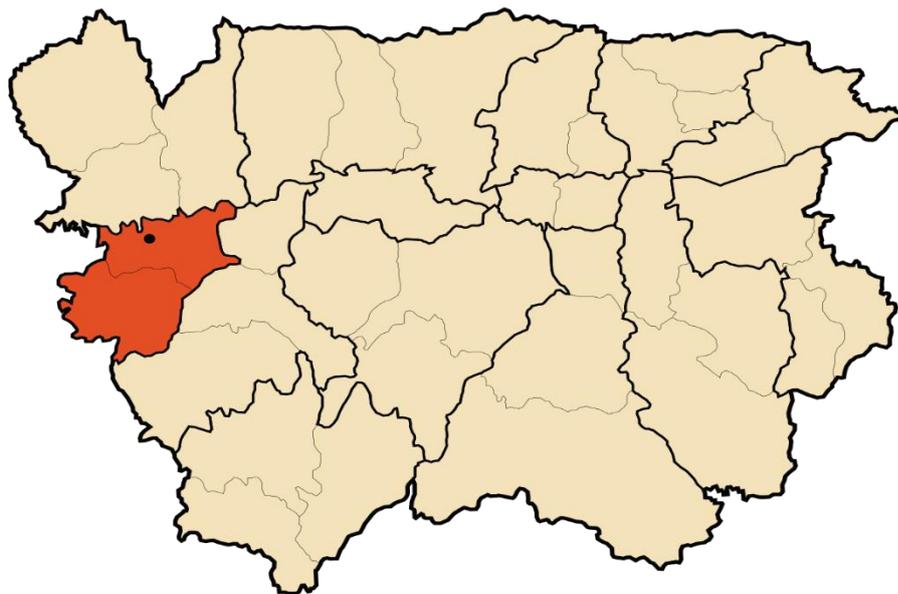


Figure I.1 Localisation de la commune dans la wilaya de Aïn Defla

### III.2 Situation administrative :

La commune d'ATTAF est limitée :

- Au Nord par la commune d'EL ABADIA
- Au sud par la commune de TIBERKANINE
- A l'Est par ROUINA
- A l'Ouest par OUED FODDA (wilaya de Chlef).



### III.3 Données naturelles du site :

#### ➤ Topographique et relief :

Le territoire de la commune d'EL ATTAF dispose d'un milieu physique dont le relief est plus homogène, il s'agit donc d'une topographie plaine intérieure sous forme de dépression encadrée au nord par les retombées des monts du Dahra et au sud par les piémonts de l'Ouarsenis.

A l'exception d'une petite bande du territoire situé à l'extrême Ouest de la commune où les pentes varient de 12 à plus de 28 % (Djebel Tamoulga), les pentes ne dépassent pas les 12 % dans le reste de la commune.

### III.4 Situation climatique :

#### ➤ Climat :

La ville d'EL ATTAF est bénéficié d'un climat méditerranéen, il est froid et neigeux en hiver et tempéré en été. Les précipitations atteignent ou dépassent 400 mm par an.

➤ **Précipitations :**

La commune d'EL ATTAF est caractérisée par une faible pluviométrie irrégulière saisonnière et interannuelle, la moyenne est de l'ordre de 400 à 500 mm/an.

Durant la période de fonctionnement de la station d'EL ABADIA, nous nous sommes intéressées qu'à celles qui contiennent la lame d'eau maximale journalière annuelle, soit 39 averses maximales journalières annuelles ; **Tableau 1.1.**

**Tableau I.1** Précipitations maximales journalières

N	Année	Pmax,j(mm)
1	1980	106.4
2	1981	67.5
3	1982	143.3
4	1983	56.2
5	1984	83
6	1985	121.1
7	1986	105.6
8	1987	62.8
9	1988	78.2
10	1989	88.2
11	1990	59.5
12	1991	79.8
13	1992	70
14	1993	62
15	1994	117.3
16	1995	161.5
17	1996	54.4
18	1997	114
19	1998	68.7
20	1999	70.1

n	Année	Pmax,j(mm)
21	2000	90
22	2001	63.1
23	2002	102.3
24	2003	82.5
25	2004	82.1
26	2005	77.6
27	2006	109.9
28	2007	81.4
29	2008	95.1
30	2009	83.3
31	2010	100.8
32	2011	81.4
33	2012	105.7
34	2013	67.4
35	2014	112.5
36	2015	138.7
37	2016	106.8
38	2017	111.9
39	2018	74.6

Source : ANRH (Blida)

### ➤ Températures :

Le climat est chaud et tempéré. La pluie à El Attaf tombe surtout en hiver, avec relativement peu de pluie en été. La carte climatique de Köppen-Geiger classe le climat comme étant de type Csa. En moyenne la température à El Attaf est de 18.3 °C. Il tombe en moyenne 451 mm de pluie par an.

**Tableau I.2 :** table climatique (2017)

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Température moy (°C)	9.4	10.6	13	15.6	19.4	24.6	28.7	29	25.3	19.5	14.1	10.1
Température min (°C)	6.1	7.3	9.5	12.8	15.5	20.5	24.2	24.8	21.5	15.7	10.6	7
Température max (°C)	12.7	13.9	16.6	18.4	23.4	28.7	41	41	29.2	23.4	17.6	13.2
Précipitations (mm)	72	52	48	35	38	10	1	1	19	40	64	71

Source : ANRH (Blida)

Avec 1 mm, le mois de Juillet est le plus sec. Le mois de Janvier, avec une moyenne de 72 mm, affiche les précipitations les plus importantes. Au mois d'Aout, la température moyenne est de 29.0 °C. Aout est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Au mois de Janvier, la température moyenne est de 9.4 °C. Janvier est de ce fait le mois le plus froid de l'année. Les précipitations varient de 71 mm entre le plus sec et le plus humide des mois. 19.6 °C de variation sont affichés sur l'ensemble de l'année.

### ➤ Vents :

Les vitesses moyennes mensuelles sont de 3 m/s environ, D'après le **Tableau 1.3**, on constate que les vitesses son plus ou moins stable

**Tableau I.3** vitesse moyenne du vent en m/s (2011)

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	jui	juil	aou
V (m /s)	2.8	3.2	3.5	3.5	3.1	3.2	3.1	3	2.9	2.7	2.9	2.9

Source : ANRH (Blida)

### ➤ Humidité :

L'humidité relative moyenne est de 3.64%. Elle présente un maximum en décembre (3.72%) et un minimum en juillet (3.61 %).

L'humidité se manifeste durant sept mois dans l'année 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 les fortes températures, l'humidité ne s'abaisse pas en dessous de 39 %.

**Tableau I.4** humidité relative moyenne (2017)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mais	Juin	Juil	Août
Humidité relative moyenne (%)	3.61	3.52	3.76	3.72	3.29	3.75	3.38	3.96	3.65	3.85	3.61	3.65

Source : ANRH (Blida)

### ➤ Evaporation

Les résultats obtenus sont représentés dans le **Tableau 1.5**

**Tableau I.5** Répartition mensuelle de l'évaporation (2017)

Mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	Juin	Juil	aout	Total
E(m/m)	142	82	42	33	28	34	58	79	115	155	112	195	1075
E (%)	13	7,6	4,5	3,1	2,6	3,14	5,4	7,3	10,6	14,3	10,5	18	100

Source : ANRH (Blida)

### III.5 Géologie :

La commune d'EL ATTAF, est selon l'étude géologique et géotechnique élaboré par le laboratoire central des travaux de Chlef (L.C.T.P) repose globalement sur deux formations dominantes constituées de :

- Les alluvions holocènes anciennes qui constituent en 5 à 10 m de dépôts de crue limono-sablo-argileux de couleur gris-brun loties à massif, avec quelques lentilles de sable fin et graveleux. La partie inférieure tend à devenir plus sableuse que les premiers de 5 à 8 m, elle s'étend en une vaste terrasse surplombant le lit actuel d'Oued Chlef de 7 à 10 m.
- L'argile helvétique limoneuse à limon argileux avec occasionnellement, un peu de sable brun-gris de plasticité moyenne à élevée et de consistance moyenne à dure, avec des affleurements de calcaire plus au moins compact.

### III. Evolution de la population :

#### III.1 Croissance démographique :

La croissance démographique est soumise à deux mouvements :

- Le mouvement migratoire ;
- L'accroissement naturel.

#### III.2 Perspectives démographiques :

L'Algérie a connu ces dernières années une régression dans la natalité grâce aux programmes de contrôle des naissances (Planning familial) ; à cet effet le taux d'accroissement national se situe au-dessous de 3%.

#### III.3 Etude démographique :

##### ➤ Situation démographique actuelle :

D'après les données requises au près des services de l'APC d'EL ATTAF (service de recensement, le nombre de la population des sites concernées par la présente étude est de l'ordre de :

Les quartiers	Nombre d'habitant (2017)
Zmala	618
Chekalil	491
Krawache	200
<b>Total habitant</b>	<b>1309 hab</b>

Source APC EL ATTAF

Nous assainissons Krawache avec Chekalil donc la population de Krawache sera ajoutée à celle de Chekalil

##### ➤ Estimation de la population à l'horizon de 2050

Pour l'évaluation des populations, à court, moyen et long terme on utilise une méthode plus simple qui prend en considération les projections de population sans tenir compte le détail des paramètres qui influent sur l'évolution de la population comme la natalité, la mortalité et la migration. Cette méthode repose sur la relation suivante :

$$P_H = P_0(1 + \alpha)^n \dots\dots\dots(I.1)$$

Ph : population projetée à l'an 2050

P0 : population de référence (2017).

$\alpha$  : Taux d'accroissement pris égal à 3 %.

n : période de saturation du projet (n = 33 ans).

Selon les données requises au près des services de recensement de la commune d'EL ATTAF on a pu ressortir les données suivantes :

Le nombre d'habitant des quartiers concernés par la présente étude set décliné dans le tableau suivant :

Les quartiers	Nombre d'habitant (2017)
ZMALA	618
CHEKALIL	691
Total habitant	1309 hab

Source APC EL ATTAF

**Tableau I.6** la population de la ville d'EL ATTAF

Année	2017	2020	2030	2030	2040	2045	2050
Population	P0	Ph					
ZMALA	618	675	908	908	1220	1414	1639
CHEKALIL	691	755	1014	1014	1364	1581	1833
TOTAL (habitant)	1309	1430	1922	1922	2584	2995	3472

La population à l'horizon 2050 sera :

$$P_H = 3472 \text{ hab}$$

Remarque : sur la base des statistiques du dernier recensement élaboré en 2008 le nombre d'habitant était : 1003 habitants.

#### IV. Situation hydraulique :

##### IV.1 Réseau d'alimentation en eau potable :

###### ➤ Fraction CHEKALIL :

La fraction de Chekalil ne possède pas un réseau d'alimentation en eau potable public, elle s'alimente actuellement par des puits et des citernes.

###### ➤ Fraction ZMALA :

La fraction de Zmala s'alimente actuellement à partir du réservoir R 500m<sup>3</sup> implanté dans cette zone, réalisé aux années quatre-vingts, il est en bon état mais il lui manque une clôture ; cette fraction a un réseau vétuste réalisé aux années quatre-vingts, il se compose d'une conduit de Ø110 en PVC, qui passe par la route principale et alimente le côté Nord-Ouest, et une autre conduite de Ø 90 en PVC qui passe par la route principale et alimente le côte Sud-Est, cette dernière se rétrécisse au Ø 63 en PVC et prend la route jusqu'à l'école primaire ; ce réseau connaît beaucoup de piquages illicites .

- **Réseau projeté :**

Pour l'ensemble de la fraction on propose la projection d'un réservoir surélevé R500m<sup>3</sup> à côté du réservoir existant R500 m<sup>3</sup> sur une côte de 254.43 avec une élévation de 20 m, ce réservoir sera rempli par une conduite de refoulement projetée de Ø125 mm PN 16 en PEHD et HMT 30 et la vitesse 0.92 m/s.

#### **IV.2 Réseau d'assainissement :**

➤ **Fraction CHEKALIL :**

L'agglomération de Chekalil n'a aucun système d'évacuation des eaux usées et la population utilise les fosses septiques comme moyenne d'assainissement, et il n'y a pas une station d'épuration.

➤ **Fraction ZMALA :**

L'agglomération de Zmala n'a aucun système d'évacuation des eaux usées et la population utilise les fosses septiques comme moyenne d'assainissement. et il n'y a pas une station d'épuration.

#### **V. Conclusion :**

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue topographie, géologie, démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.



## ***Chapitre II***

***Etude hydrologique***

## Chapitre II

### I. Introduction :

L'hydrologie est la science qui étudie les eaux terrestres, leur origine, leur mouvement et leur répartition sur notre planète, leur propriétés physique et chimique, leurs interactions avec l'environnement physique et biologique et leurs influences sur l'activité humaine (J. Liames, 1993).

Toute étude hydrologique est basée sur l'exploitation de série de données recueillies pendant des périodes plus au moins longues continues ou discontinues.

Dans le domaine d'assainissement ; le but principal de cette étude est de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après l'étude des averses qui revêt une importance capitale en hydrologie dont l'intérêt est d'évaluer la quantité des eaux pluviales pour un bassin versant donné.

### II. 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 de la 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.

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

L'intensité d'une précipitation se définit comme le flux d'eau traversant une section horizontale unitaire. Cette intensité s'exprime par unité de temps, généralement en mm/h. L'intensité moyenne se définit par rapport à la hauteur d'eau tombée pendant une durée donnée, soit :

$$Im = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots (II.1)$$

Pour 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 ;
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation

#### IV. Analyse des données :

Avant de déterminer les différentes caractéristiques de précipitations, une analyse détaillée des données est nécessaire, et ce afin de bien estimer les différentes composantes hydrologiques, notamment l'intensité des pluies, et qui est d'une grande importance pour l'estimation des débits.

Pour notre cas, l'étude est basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique d'EL ABADIA qui se localise dans les environs immédiats de la région d'étude, son identification est présentée dans le **Tableau 2.1**.

**Tableau II.1** identification de la station d'EL ABADIA

Station	Code	X(km)	Y(km)	Z(m)	Nombre d'observation	Période d'observation
EL-ABADIA	12001	407.85	327.3	162	39	1980 à 2018

Source : ANRH (Blida)

La série des précipitations maximales journalières est donnée dans le **Tableau 2.2**.

**Tableau II.2** précipitations maximales journalières.

n	année	Sep	oct	nov	dec	Jan	Fev	mar	avr	mai	Juin	juil	aout	Pmaxj
1	1980	17.5	0	18.8	106.4	23.5	62.1	26.3	82.1	16.5	0	0	0	106.4
2	1981	3.4	14.7	0	50.3	62.2	67.5	26.3	18	26	0.3	16.5	0	67.5
3	1982	3.4	54.7	143.3	66	0	58.7	30	10.3	0	0	2.6	0	143.3
4	1983	0	2.4	50.7	41.2	40.9	56.2	36.2	21.8	55	11.5	0	0	56.2
5	1984	0	1.4	62.4	68.2	32.2	38.6	83	11.4	39.7	0	0	0	83
6	1985	14.1	42.9	52.5	40.5	121.1	100.7	59.2	27.3	1.2	20.3	0	0	121.1
7	1986	23.8	19	53.1	89.5	44	105.6	6.4	1.6	0	4.4	0	0	105.6
8	1987	19.3	18.2	62.8	33.8	35.7	5.2	45.9	26.5	24.7	6.8	0	0	62.8
9	1988	9.9	24.7	25.6	78.2	5.8	34	63.3	35.2	5	15.3	0	0	78.2
10	1989	14.6	1.6	10.6	15.5	47.3	3.2	49.7	88.2	19.9	0	10	0	88.2
11	1990	0	11	46.3	50.7	59.5	38.9	57.3	11.8	7	0	0	0	59.5
12	1991	2.5	45.5	31.8	4	79.8	5.7	52.9	41.7	33.2	4.7	0	0	79.8
13	1992	0	22.9	27.6	16.6	3.3	25.7	35.2	70	19.4	0	0	0	70
14	1993	16.9	0	22.7	34.1	31.2	62	0	24.6	19.4	7.5	0	0	62
15	1994	0	0	0	26	117.3	8.9	60.9	0	0	16.6	0	0	117.3
16	1995	52	19.5	0	28.3	68.8	161.5	83.2	113.9	33.8	39.3	11.3	0	161.5
17	1996	54.4	9.6	10.2	48.8	54.3	0	0	0	0		0	15	54.4
18	1997	10.2	17.1	114	24.3	14.2	28.7	11.7	39.2	105.5	0	0	0	114
19	1998	10.7	19.4	29.6	9.7	67	68.7	54.5	0	0	0	0	0	68.7
20	1999	17.6	9.8	39.3	70.1	2.8	0	1.4	24.7	2.7	0	0	0	70.1
21	2000	22.7	43.8	87.4	20.6	90	24.5	0	36.2	19.1	0	0	0	90
22	2001	0	0	63.1	22.5	30.1	9	51.2	43.3	40.6	0	0	3.9	63.1
23	2002	0	28.3	56.7	28.1	102.3	56.7	17.1	25.4	32.9	12.3	0	0	102.3
24	2003	1.6	25.6	82.5	67.2	29.8	42.3	27	16.4	67	0	0	0	82.5
25	2004	10	31.7	26.7	82.1	38.6	81.4	20.1	5.7	0	0	0	0	82.1

**Tableau II.2** précipitations maximales journalières. (Suite)

n	année	Sep	oct	nov	dec	Jan	Fev	mar	avr	mai	Juin	juil	aout	Pmaxj
26	2005	5	27.5	57.2	72.4	26	77.6	8.6	0	36.2	0	0	0	77.6
27	2006	14	0	0	109.9	19.3	40.3	50.7	74	34.8	0	5.2	0	109.9
28	2007	81.4	67	78.1	18.9	16.5	23.2	33.6	11.2	50.4	14.5	0	0	81.4
29	2008	3.7	38.1	76.3	95.1	83.7	27.9	51.5	71.4	15.1	0	0	0	95.1
30	2009	18.9	12.5	56.1	56.6	55.1	83.3	62.7	8.3	8.3	0	0	28.6	83.3
31	2010	6.2	100.8	69.7	35.4	91.4	79.6	15.7	31	72	21.3	0	0	100.8
32	2011	0	22.5	81.4	12.3	18.2	72.3	25.2	66.5	10.1	0	0	0	81.4
33	2012	3.4	38.1	96.7	8.6	66.6	105.7	57.2	51.4	59.2	0	4.7	0	105.7
34	2013	28.4	0	57.6	53	50	33.9	67.4	2	16.8	0	0	2.3	67.4
35	2014	12.7	18.6	74.6	79.7	55.3	112.5	23	0	1.4	0	0	0	112.5
36	2015	20.3	1.2	38.4	0	25.4	46.3	138.7	19	9.9	0	0	0	138.7
37	2016	0	0.9	42	42.5	106.8	2.1	3.7	0	0	7.2	0	0	106.8
38	2017	6.5	49.6	66.5	71.7	29.5	66.8	94.2	111.9	32.4	61.2	0	0	111.9
39	2018	40.9	55.4	74.6	29.1	60.1	8.2	21.5	21.1	3.3	0.3	1	0.2	74.6

Source : ANRH (Blida)

### V. Les caractéristiques empiriques :

- La somme des précipitations maximales journalières durant 39 ans d'observations :

$$\sum_{i=1}^{n=39} P_{\max, j} = 3536,7 \text{ mm}$$

- La moyenne des précipitations maximales journalières :

$$\overline{P_{\max, j}} = \frac{\sum_{i=1}^{n=39} P_{\max, j}}{n} = 90,86 \text{ mm} \dots \dots \dots (\text{II.2})$$

Avec n c'est le nombre d'années d'observations (n=39ans) ;

- L'écart type  $\sigma$  :

Pour n supérieur à 30 ans, on a :

$$\sigma = \left[ \frac{1}{n} \sqrt{\sum (P_{\max, j} - \overline{P_{\max, j}})^2} \right] = 24,89 \text{ mm} \dots \dots \dots (\text{II.3})$$

- Le coefficient de variation  $C_v$  :

$$C_v = \frac{\sigma}{\overline{P_{\max, j}}} = 0,27 \dots \dots \dots (\text{II.4})$$

- L'exposant climatique :

Selon les études régionales de l'A.N.R.H. on a b=0.4.

- ❖ On récapitule ces caractéristiques dans le **Tableau 2.3**.

**Tableau II.3** calcul des caractéristiques de la série

Caractéristiques	Valeurs
La somme des $P_{\max, j}$ en (mm)	3536,7
La moyenne des $P_{\max, j}$ en (mm)	90,86
L'écart type « $\sigma_x$ »	24,89
Coefficient de variation « $C_v$ »	0,27
L'exposant climatique	$b = 0,4$ Donnée par l'ANRH

## VI. Ajustement de la série pluviométrique a la loi de Gumbel :

### VI.1 Manuellement :

➤ La fonction de répartition de la loi de Gumbel  $F(x)$  est donnée par l'expression :

$$f(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots(\text{II.5})$$

• Où :  $y = \frac{X-X_0}{\alpha} \dots\dots\dots(\text{II.6})$

• Avec :

- $X_0, \alpha$  : coefficient d'ajustement (méthode des moindres carrés)
- $X_0$  : paramètre de position (ordonnée a l'origine)
- $\alpha$  : paramètre d'échelle différent de zéro et positif
- $\frac{1}{\alpha}$  : Pente de la droite
- $X$  : variable étudiée  $P_{\max,j}$

Cette variable  $X$ , exprimée en fonction de la variable réduite  $y$  :

$$X = \left(\frac{1}{\alpha}\right)y + X_0 \dots\dots\dots(\text{II.7})$$

$$P_{\max,j} = \left(\frac{1}{\alpha}\right)y + X_0 \dots\dots\dots(\text{II.8})$$

➤ Le procédé d'ajustement consiste à :

- a- Classer les valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre (rang).
- b- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de Hazen qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$f(x) = \frac{m-0,5}{n} \dots\dots\dots(\text{II.9})$$

$n$  : la taille de la série

$m$  : numéro d'ordre

c- Calculer la variable réduite de "Gumbel" par la formule :

$$Y = -\ln(-\ln F(x)) \dots\dots\dots(\text{II.10})$$

**Tableau II.4** ajustement des précipitations maximales journalières à la loi de Gumbel

Pmax,j	Rang	Fréquence	y	Pmax,j	Rang	Fréquence	Y
54.4	1	0.01282051	-1.4717169	83.3	21	0.52564103	0.44139789
56.2	2	0.03846154	-1.1811431	88.2	22	0.55128205	0.51833926
59.5	3	0.06410256	-1.010608	90	23	0.57692308	0.59775276
62	4	0.08974359	-0.8799581	95.1	24	0.6025641	0.68011008
62.8	5	0.11538462	-0.7698694	100.8	25	0.62820513	0.76595763
63.1	6	0.14102564	-0.672339	102.3	26	0.65384615	0.85594099
67.4	7	0.16666667	-0.5831981	105.6	27	0.67948718	0.95083841
67.5	8	0.19230769	-0.499962	105.7	28	0.70512821	1.0516076
68.7	9	0.21794872	-0.4210074	106.4	29	0.73076923	1.15945347
70	10	0.24358974	-0.3451982	106.8	30	0.75641026	1.27592941
70.1	11	0.26923077	-0.2716947	109.9	31	0.78205128	1.40309485
74.6	12	0.29487179	-0.1998459	111.9	32	0.80769231	1.54377143
77.6	13	0.32051282	-0.1291256	112.5	33	0.83333333	1.70198336
78.2	14	0.34615385	-0.0590912	114	34	0.85897436	1.88376814
79.8	15	0.37179487	0.01064344	117.3	35	0.88461538	2.09880932
81.4	16	0.3974359	0.08042769	121.1	36	0.91025641	2.36415257
81.4	17	0.42307692	0.15058889	138.7	37	0.93589744	2.71432909
82.1	18	0.44871795	0.22144404	143.3	38	0.96153846	3.23855027
82.5	19	0.47435897	0.29330999	161.5	39	0.98717949	4.35026406
83	20	0.5	0.36651292				

d- Calculer les paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL  $X = (1/\alpha) Y + X_0$

Sachant que :  $1/\alpha$  : la pente de la droite de GUMBEL ;

$X_0$  : l'ordonnée à l'origine ;

❖ Les paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL tel que :

$$\bar{X} = (1/\alpha) \bar{Y} + X_0$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0.78 \times \sigma_x = 19.41$$

$$\bar{Y} : \text{Moyenne de la variable réduite de GUMBEL} : \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = 0.57$$

$$X_0 = \bar{X} - (1/\alpha) \bar{Y} = 79.8 \text{ mm}$$

Donc la droite de GUMBEL devient :  $X = 19.41Y + 79.8$

D'où :  $P_{\max j} = 19.41Y + 79.8$

La variable réduite est égale à :  $Y = -\ln(-\ln F(90\%)) = 2.23$

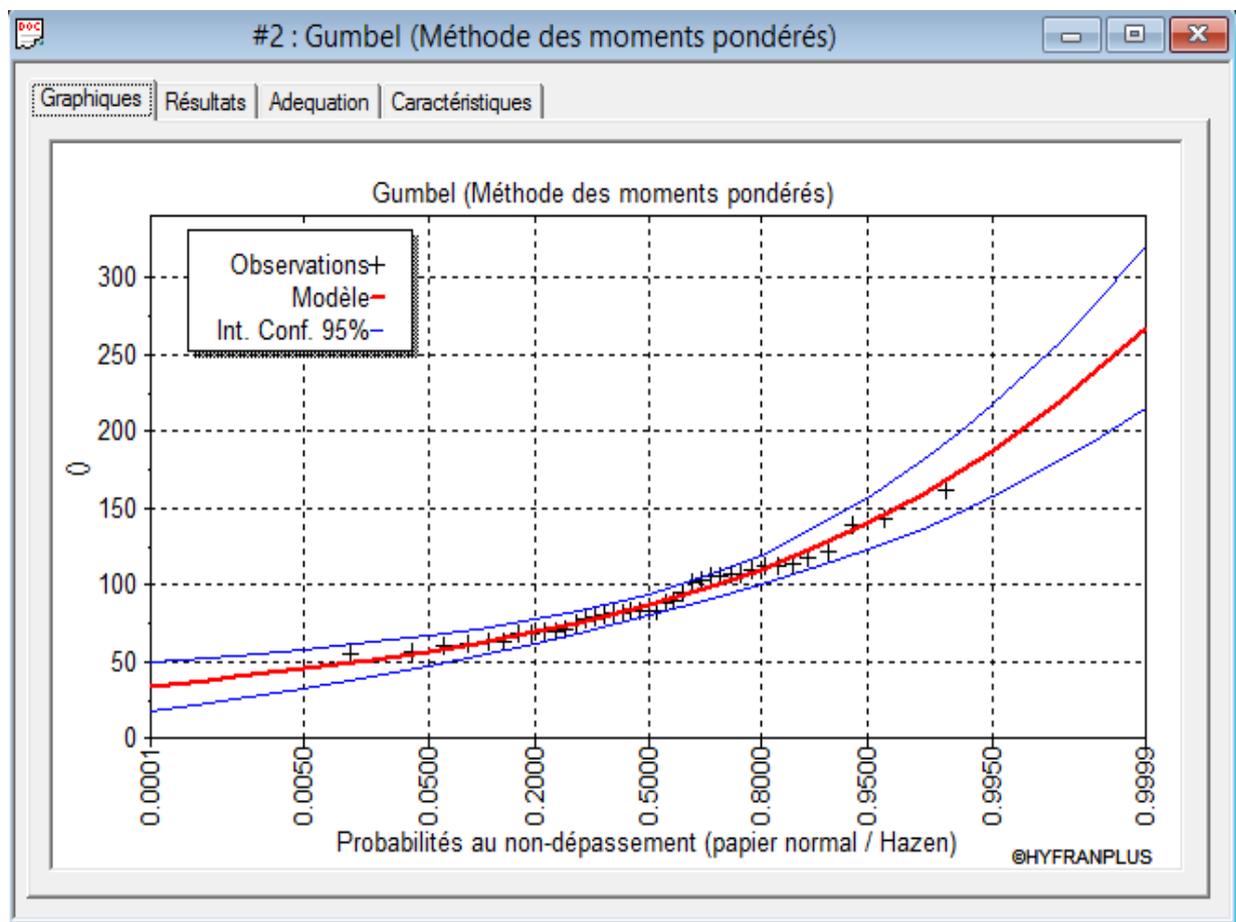
$$\mathbf{P_{\max j 10\%} = 123.08 \text{ mm}}$$

## VI.2 Par logiciel Hyfran :

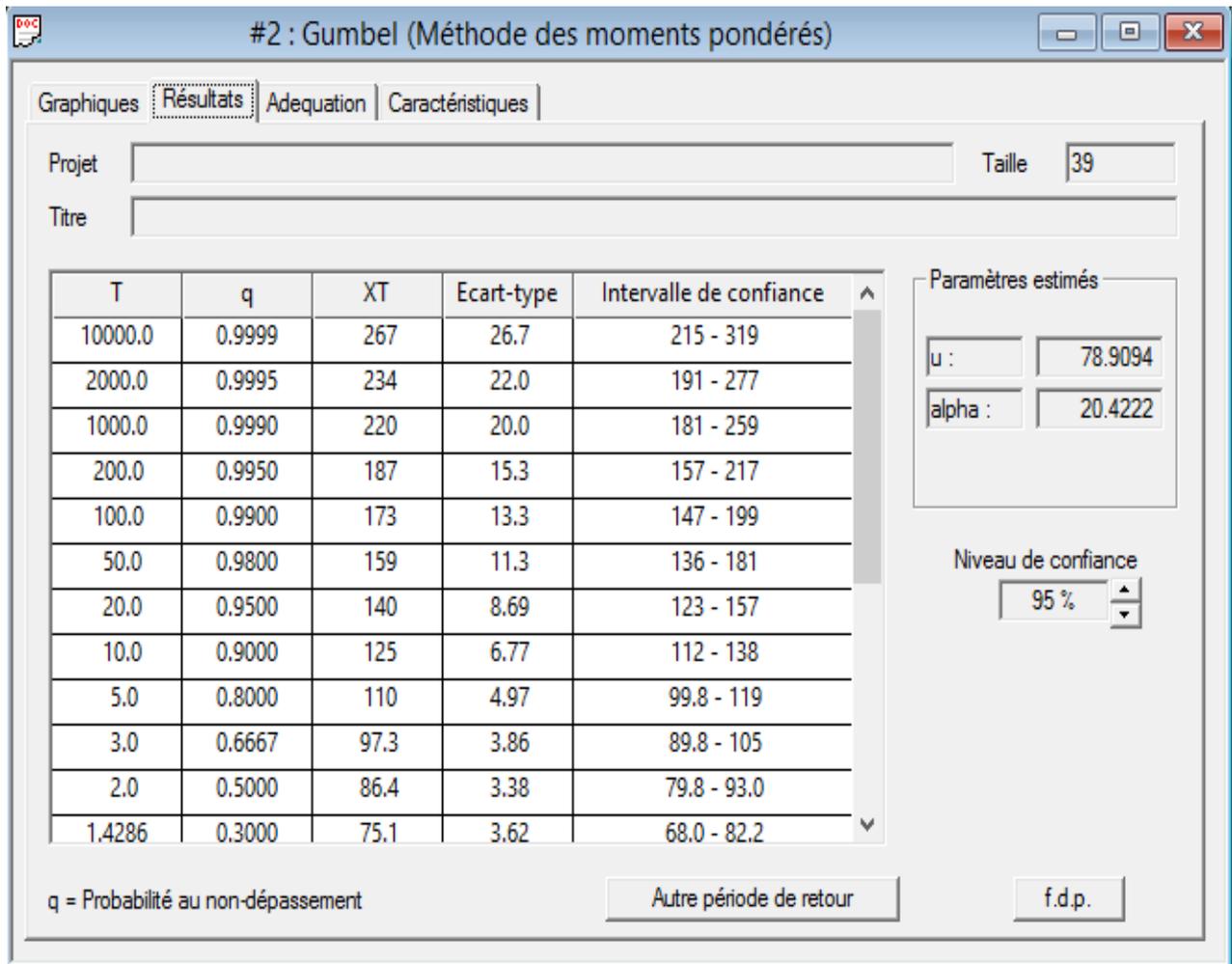
Afin de vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel Hyfran pour calculer la Précipitation maximale journalière pour une période de retour de 10 ans.

Procédés d'ajustement :

- a- Lancement du logiciel Hyfran ;
- b- Sélectionner une formule de probabilité empirique (formule de Hazen) ;
- c- Insérer les données (Pmax,j classée par ordre décroissante ) ;
- d- Ajuster à la loi Gumbel (méthode des moment pondérés) ;
- e- Tirer les coefficients de la droite.



**Figure II.1** ajustement de la série pluviométrique a la loi de Gumbel



**Figure II.2** la pluie maximale journalière

Donc :

$$P_{\max j 10\%} = 125 \text{ mm}$$

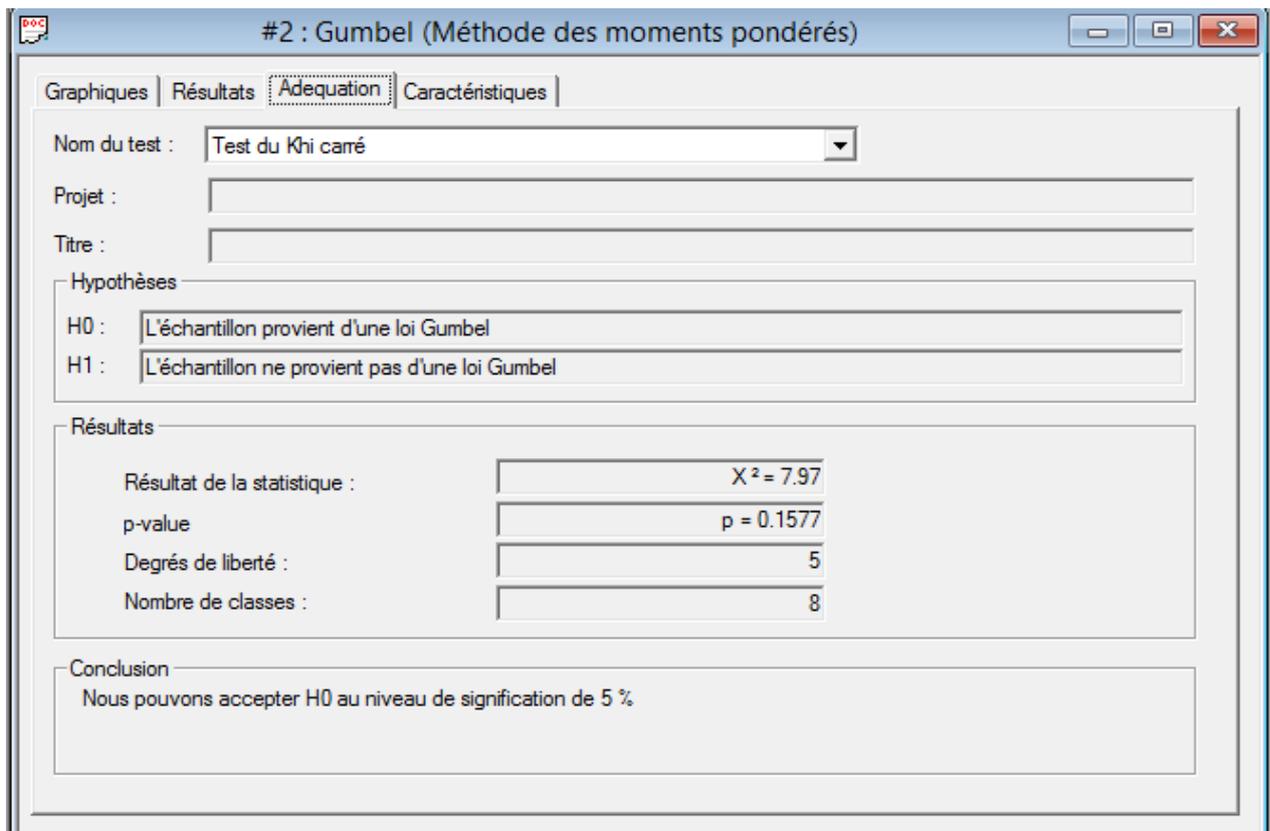


Figure II.3 test de Khi carré

**VII. Ajustement de la série pluviométrique a la loi de Galton :**

**VII.1 Manuellement :**

- La fonction de répartition de la loi de Galton F(x) est donnée par l'expression :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots\dots\dots(\text{II.11})$$

- La droite de Galton :

$$\ln X = \overline{\ln X} + u \sigma_{\ln X} \dots\dots\dots(\text{II.12})$$

- La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \dots\dots\dots(\text{II.13})$$

- Le procédé d'ajustement consiste à :
- Classement les données par ordre décroissant.
  - Transformation des  $P_{\max j}$  en  $\ln(P_{\max j})$ .

**Tableau II.5** ajustement des précipitations maximales journalières a la loi de Galton

Pmaxj	Rang	Ln(Pmaxj)	Pmaxj	Rang	Ln(Pmax)j
161.5	1	5.084505	82.5	21	4.412798
143.3	2	4.96494	82.1	22	4.407938
138.7	3	4.932313	81.4	23	4.399375
121.1	4	4.796617	81.4	24	4.399375
117.3	5	4.764735	79.8	25	4.379524
114	6	4.736198	78.2	26	4.35927
112.5	7	4.722953	77.6	27	4.351567
111.9	8	4.717606	74.6	28	4.312141
109.9	9	4.699571	70.1	29	4.249923
106.8	10	4.670958	70	30	4.248495
106.4	11	4.667206	68.7	31	4.229749
105.7	12	4.660605	67.5	32	4.212128
105.6	13	4.659658	67.4	33	4.210645
102.3	14	4.62791	63.1	34	4.144721
100.8	15	4.613138	62.8	35	4.139955
95.1	16	4.554929	62	36	4.127134
90	17	4.49981	59.5	37	4.085976
88.2	18	4.479607	56.2	38	4.028917
83.3	19	4.422449	54.4	39	3.996364
83	20	4.418841			

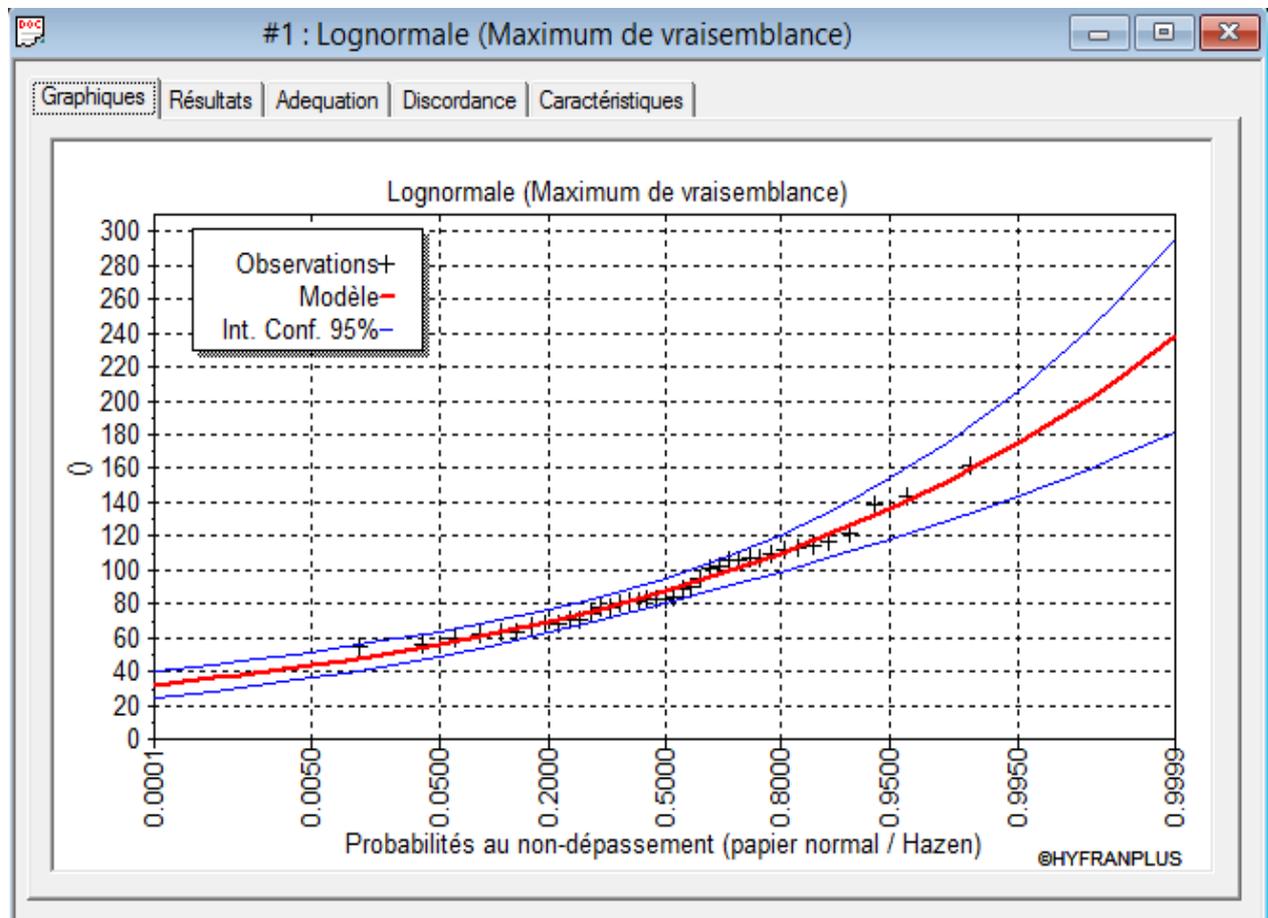
- Calcul des caractéristiques empirique de la série transformée  $\overline{\ln X}$  et  $\sigma_{\ln X}$ 
  - ❖  $\overline{\ln X} = 4.47$
  - ❖  $\sigma_{\ln X} = 0.27$
- d- Détermination de la droite de Galton :  $\ln X = \overline{\ln X} + u \sigma_{\ln X}$ 
  - ❖  $\ln X = 4.47 + u 0.27$
  - ❖ Pour une fréquence  $F=0.9$  on a  $u=1.28$
- e- Détermination de la valeur extrême  $X_{10\%}$

$$\mathbf{P_{\max j 10\%} = 123.42 \text{ mm}}$$

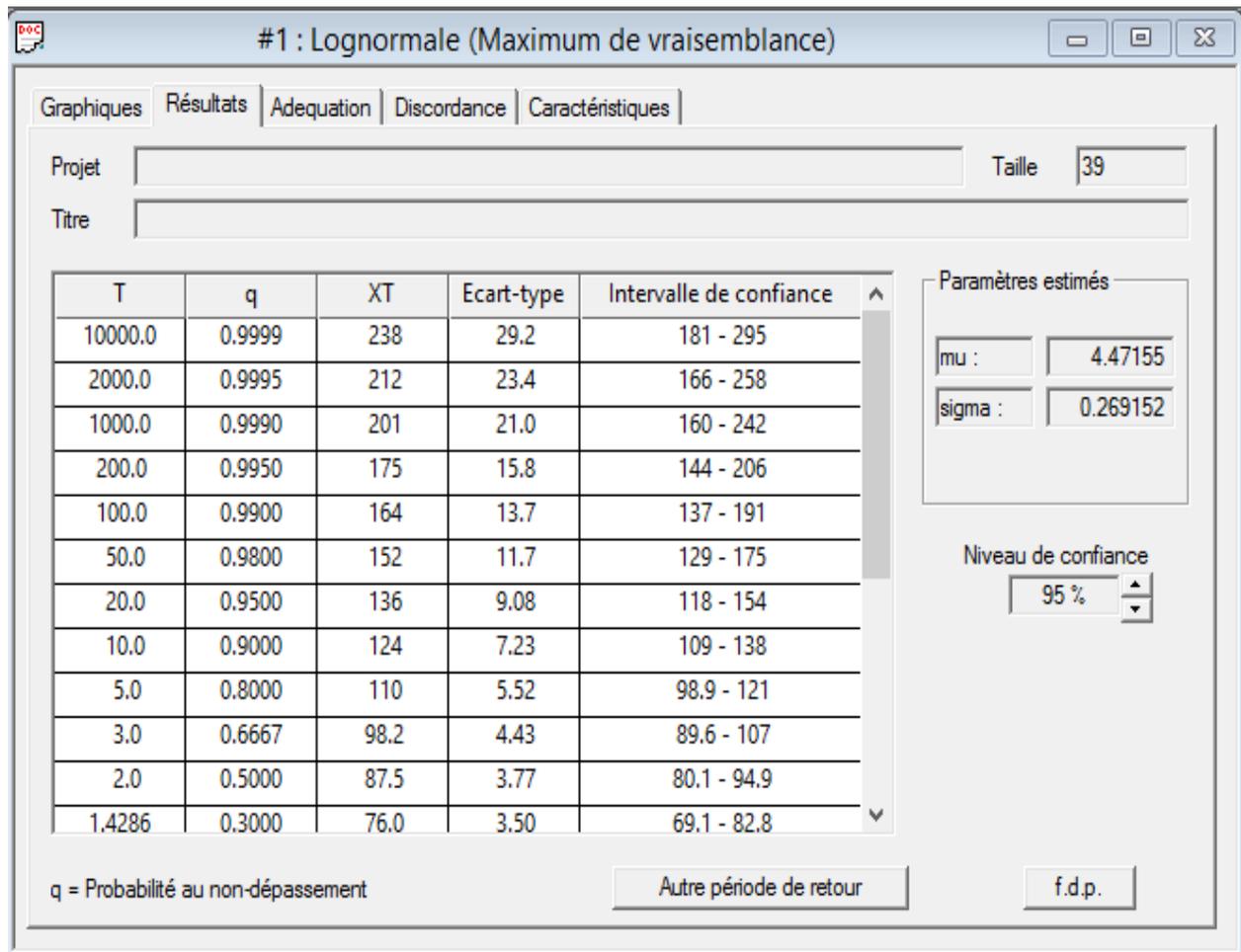
## VII.2 Par logiciel Hyfran :

Afin de vérifier les résultats précédents, nous utilisons le logiciel Hyfran pour calculer la Précipitation maximale journalière pour une période de retour de 10 ans. Procédés d'ajustement :

- Lancement du logiciel HYFRAN
- Sélectionner le type de variable, la définition de la période de retour et la formule de probabilité empirique (formule de HAZEN) ;
- Insérer les données et les trier par ordre décroissant.
- Faire l'ajustement par la loi GALTON (log normal).
- Tirer les résultats et le graphe.



**Figure II.4** ajustement de la série pluviométrique a la loi de Galton



**Figure II.5** la pluie maximale journalière

Donc :

$$P_{\max j 10\%} = 124 \text{ mm}$$

**Figure II.6** test de Khi carré

### VIII. L'intensité de la pluie pour les deux méthodes :

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

$$I_{D(10\text{ans})} = \frac{P_{\max j}}{24} \times \left(\frac{D}{24}\right)^{b-1} \dots\dots\dots(\text{II.14})$$

- $I_{0.25}$  (10ans) : Intensité moyenne de précipitation pour une averse (15 min/10 ans) ;
- $P_{\max j}$  (10ans) : précipitation max pour une journée de fréquence donnée ;
- $D$  : Durée de l'averse en heures ( $D = 0.25\text{h}$ );
- $b$  : Exposant climatique de la région ( $b=0.4$ )

#### VIII.1 Gumbel :

##### a. Manuelle :

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 79.31 \text{ mm/h}$$

##### b. Hyfran :

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 80.55 \text{ mm/h}$$

**VIII.2 Galton :****a. Manuelle :**

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 79.53 \text{ mm/h}$$

**b. Hyfran :**

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 79.90 \text{ mm/h}$$

**IX. Les résultats de test d'adéquation :**

Loi	Khi <sup>2</sup>	Degré de liberté	Probabilité
Gumbel	7.97	5	0.1577
Galton	6.47	5	0.2404

La probabilité de la loi de Galton est supérieure à la probabilité de la loi de GUMBEL. Donc l'ajustement à la loi de GALTON est le plus convenable.

**X. Conclusion :**

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations. Nous observons qu'après l'analyse des deux lois d'ajustement que la loi de GUMBEL ne s'ajuste pas contrairement à celle de GALTON, c'est pour cela que nous prenons la valeur obtenue par cette dernière loi pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement.

$$I_{0.25(10\text{ans})} = 79.9 \text{ mm/h}$$

D'où le débit spécifique est :

$$I = \frac{79.9 \times 10000}{3600} = 221.94 \text{ l/s/ha}$$



## *Chapitre III*

# *Calcul de base*

## Chapitre III

### I. Introduction :

Après la collecte des données nécessaires pour l'élaboration de notre projet on entame le calcul de base pour une meilleure estimation des débits à évacuer, par la suite.

Cette phase inévitable consiste en :

- L'estimation du nombre d'habitants.
- Le découpage du site en surfaces élémentaires et la détermination du coefficient de ruissellement.
- Le choix du système et du schéma du réseau d'évacuation des eaux.

### II. Situation démographique :

L'Algérie a connu ces dernières années une régression dans la natalité grâce aux programmes de contrôle des naissances (Planning familial) ; à cet effet le taux d'accroissement national se situe au-dessous de 3%.

#### ➤ Situation démographique actuelle :

D'après les données requises au près des services de l'APC d'EL ATTAF (service de recensement), le nombre de la population des sites concernées par la présente étude est de l'ordre de :

Les quartiers	Nombre d'habitant (2017)
Zmala	618
Chekalil	491
Krawache	200
<b>Total habitant</b>	<b>1309 hab</b>

**Source APC EL ATTAF**

Nous assainissons Krawache avec Chekalil donc la population de Krawache sera ajoutée à celle de Chekalil

#### ➤ Estimation de la population à l'horizon de 2050

Pour l'évaluation des populations, à court, moyen et long terme on utilise une méthode plus simple qui prend en considération les projections de population sans tenir compte le détail des paramètres qui influent sur l'évolution de la population comme la natalité, la mortalité et la migration. Cette méthode repose sur la relation suivante :

$$P_H = P_0(1 + \alpha)^n \dots \dots \dots (III.1)$$

$P_H$  : population projetée à l'an 2050

$P_0$  : population de référence (2017).

$\alpha$  : Taux d'accroissement pris égal à 3 %.

$n$  : période de saturation du projet ( $n = 33$  ans).

Selon les données requises au près des services de recensement de la commune d'EL ATTAF, on a pu ressortir les données suivantes :

Le nombre d'habitant des quartiers concernés par la présente étude set décliné dans le tableau suivant :

Les quartiers	Nombre d'habitant (Mars 2017)
ZMALA	618
CHEKALIL	691
Total habitant	1309 hab

Source APC EL ATTAF

**Tableau III.1** la population de la ville d'EL ATTAF

Année	2017	2020	2030	2030	2040	2045	2050
Population	P0	Ph					
ZMALA	618	675	908	908	1220	1414	1639
CHEKALIL	691	755	1014	1014	1364	1581	1833
TOTAL (habitant)	1309	1430	1922	1922	2584	2995	3472

La population à l'horizon 2050 sera :

$$P_H = 3472 \text{ hab}$$

Remarque : sur la base des statistiques du dernier recensement élaboré en 2008 le nombre d'habitant était : 1003 habitants.

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

#### III.1 Définition :

Le bassin est un secteur géographique, limité par les lignes de crête où les lignes de partage des eaux. Dans un bassin, toutes les eaux qui ruissellent en surface sont recueillies par une seule ligne d'écoulement.

#### III.2 Choix de la limite des sous bassins :

Le découpage du bassin en sous bassins élémentaires, considéré comme limites :

- La nature des sols ;
- La densité des habitants ;
- Les courbes de niveaux ;

- Les routes et les voiries existantes ;
  - Les pentes et les contre pentes ;
  - Les limites naturelles (oueds, talwegs...).
- ❖ Pour notre projet on a découpé les sous bassins en fonction de : la densité des habitants et les pentes.

#### IV. Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement :

C'est l'ensemble des ouvrages qui permettent d'assurer l'évacuation des effluents d'une agglomération quelle que soit sa nature.

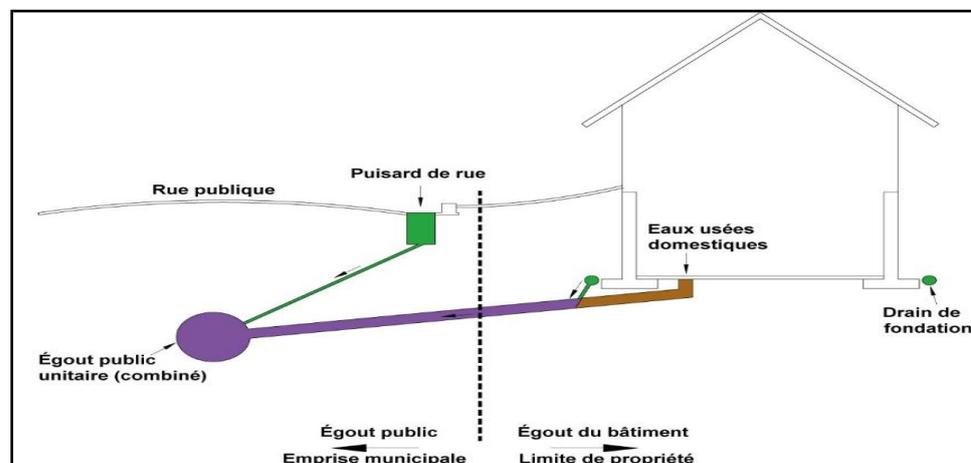
Ils évacuent :

- Les eaux pluviales, en quantité importante, qui englobent toutes les eaux de ruissellement.
  - Les eaux usées d'origine domestique (eaux-vannes, ménagères...), les eaux usées provenant des industries et celles des services publics.
  - Et, dans certains cas, les eaux parasites claires ou de drainage.
- ❖ Plusieurs systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux de pluie sont susceptibles d'être mis en service, on peut citer les suivants :

##### III.1 Le système unitaire :

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau ; ce dernier est généralement pourvu de déversoir permettant, en cas d'orage, le rejet direct d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

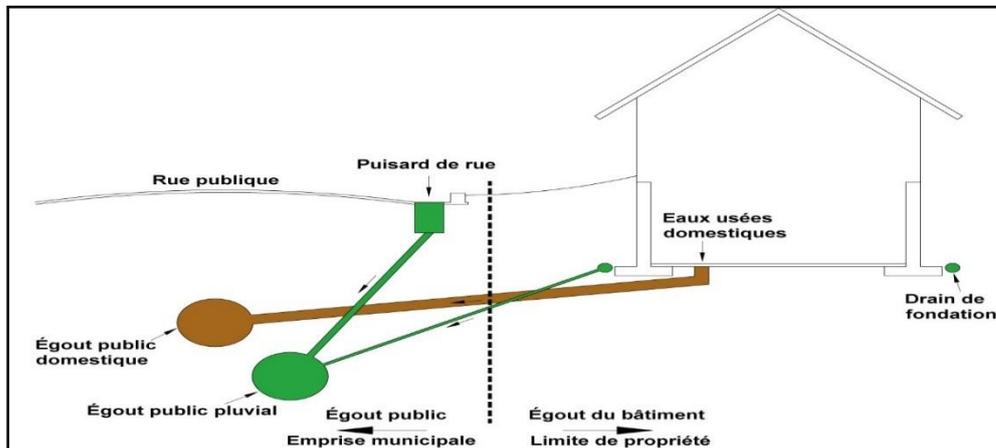
Ce système est intéressant pour sa simplicité puisqu'il suffit d'une canalisation unique dans chaque voie publique et d'un seul branchement pour chaque immeuble. (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)



**Figure III.1** schéma représentatif des branchements dans le système unitaire.

### III.2 Le système séparatif :

C'est un réseau qui consiste à l'évacuation des eaux domestiques (eaux vannes et eaux ménagères) et avec réserves, certain effluents industriels dans un collecteur et l'évacuation de toutes les eaux pluviales sont assurées par un autre collecteur. (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)

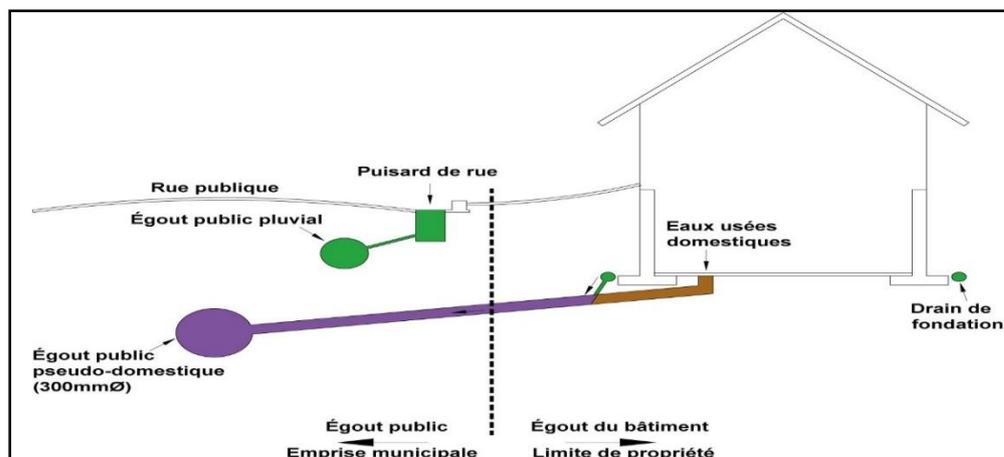


**Figure III.2** schéma représentatif des branchements dans le système séparatif.

### III.3 Le système pseudo-séparatif :

Ce système repose sur une collecte des eaux usées avec une fraction des eaux pluviales provenant généralement des toitures et des espaces privés, dans un réseau commun ; l'autre fraction des eaux pluviales est transitée à travers les caniveaux et les ouvrages pluviaux, dans un autre réseau.

Il est assez comparable au système séparatif, avec un inconvénient au moins ; c'est le risque du mauvais fonctionnement de la station d'épuration, grâce à l'apport des eaux pluviales (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)



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

➤ **Avantages et inconvénients des différents systèmes :**

❖ **Unitaire :**

- **Domaine d'utilisation :**
  - milieu récepteur éloigné des points de collecte ;
  - topographie à faible relief ;
  - débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.
- **Avantages :**
  - Conception simple ;
  - encombrement réduit du sous-sol à priori économique ;
  - pas de risque d'inversion de branchement.
- **Inconvénients :**
  - débit à la STEP très variable ;
  - la dilution des eaux usées est variable ;
  - apport de sable important à la STEP ;
  - rejet direct vers le milieu récepteur du mélange "eaux usées & eaux pluviales" au droit des déversoirs.

❖ **Séparatif**

- **Domaine d'utilisation :**
  - Petites et moyennes agglomérations ;
  - Extension des villes ;
  - Faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur
- **Avantages :**
  - Diminution des sections des collecteurs ;
  - Exploitation plus facile de la STEP ;
  - Milieu naturel Préservé.
- **Inconvénients :**
  - Encombrement important du sous-sol ;
  - Coût d'investissement élevé ;
  - Risque important d'erreur de branchement.

❖ **Pseudo Séparatif**

- **Domaine d'utilisation :**
  - Petites et moyennes agglomérations ;
  - Présence d'un milieu ;
  - Récepteur proche.
- **Avantages :**

- Le problème des faux branchements est éliminé ;
- Le plus gros des eaux pluviales étant acheminé en d'hors de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre Dimension.
  - Inconvénients :
    - le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé ;
    - la charge polluante est variable en qualité et en quantité.

#### **III.4 Le système mixte :**

Dans ce type, une partie de la zone est assainie par un réseau unitaire et l'autre partie par le système séparatif. Il est appliqué dans les villes disposant d'un ancien réseau de type unitaire et dont les débits de l'extension ne pourraient être supportés par le réseau ancien. (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)

#### **III.5 Le système autonome :**

C'est un système individuel non raccordé à un réseau public (assainissement non-collectif). Ce système est utilisé dans les sites ruraux où on rencontre une faible densité d'habitations (espaces isolés et entités individuelles), ce qui rend la mise en place des réseaux publics très coûteuse. (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)

#### **III.6 Le système composite :**

C'est une variante du système séparatif. Il prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur épuration. (AZARI Seif EL Islam,2019. Mémoire de fin d'étude ENSH)

#### **III.7 Le choix du système d'assainissement :**

Les paramètres prépondérants pour le choix d'un système d'évacuation se fait en tenant compte :

- La topographie locale, du régime de précipitation atmosphériques, la nature du terrain, la durée de temps sec précédant le ruissellement, le tracé du réseau de la voirie urbaine, importance de l'imperméabilisation des sols, répartition de l'habitat, préservation des lieux habités contre les inondations.
- Liées à des objectifs de qualité, lorsque le pouvoir autoépuration du milieu est limité.

- De l'économie, prenant en compte les dépenses d'investissement et d'entretien d'exploitation et de gestion de l'ensemble des installations (réseau, pompage et épuration).
- Urbanistiques (répartition des quartiers résidentiels, commerciaux, et industriels, etc....); généralement ; les annexes du pos fixent le périmètre de chaque système d'assainissement ;
- Politiques (acceptation ou refus de la transformation du système d'assainissement en autre par exemple : système unitaire ou séparatif) ;
- Environnementales, qui interdiront par fois de recourir à un équipement unitaire si le milieu récepteur ne permet pas le rejet de su verses d'orage.
- D'exploitation tenant, par exemple : à des difficultés d'entretiens en raison de la faiblesse des pentes du terrain. Ces raisons pourront amener à utiliser un système d'assainissement relativement coûteux, voir des dispositifs spéciaux pour faciliter l'écoulement (pompage),
- De réduction des débits de pointe des eaux pluviales.
- De la sensibilité d'une nappe qui exclut l'assainissement autonome. Ce qui limite économiquement la profondeur des tranchées.
- De proximité des réseaux voisins et de leurs positions en profondeur (conduites d'eaux potable, canalisation de gaz, câbles électriques ou téléphoniques, etc.).

❖ Pour notre projet :

En tenant compte de l'aspect économique et de la simplicité du système ainsi pour ne pas encombrer le sol on a :

- Le type réseau d'assainissement qu'on va projeter sera unitaire.
- Le réseau d'assainissement projeté destiné Chekalil sera gravitaire.
- Le réseau d'assainissement projeté destiné à Zmala sera gravitaire.

En tenant compte de la densité d'habitation (faible) :

- Il y'aura des fosses septiques et des bassins de décantation.

#### **V. Schéma d'évacuation des eaux :**

Représente la configuration géométrique du différent système en fonction de la topographie et la structure de l'agglomération par rapport au site de l'exutoire ;

On distingue Cinq schémas différents :

### V.1 Schéma perpendiculaire :

L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Ce type de schéma ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration ; il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales en système séparatif.

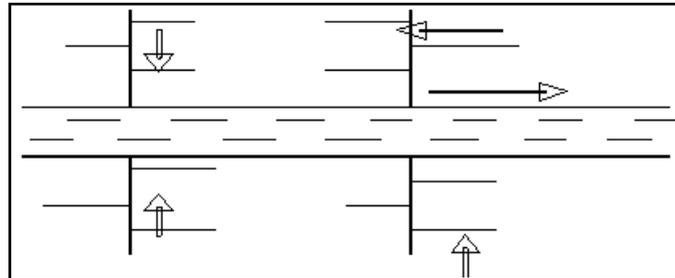


Figure III.4 Schéma perpendiculaire.

### V.2 Schéma par déplacement latéral :

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

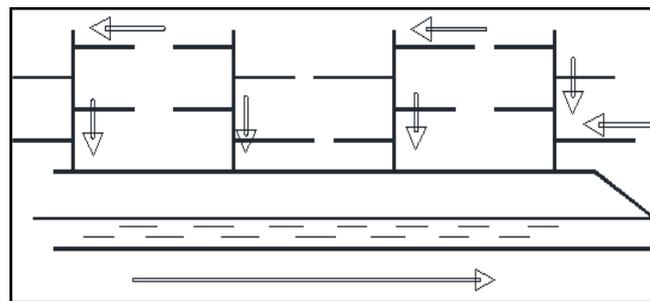


Figure III.16 Schéma par déplacement latéral.

### V.3 Schéma transversal ou oblique :

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

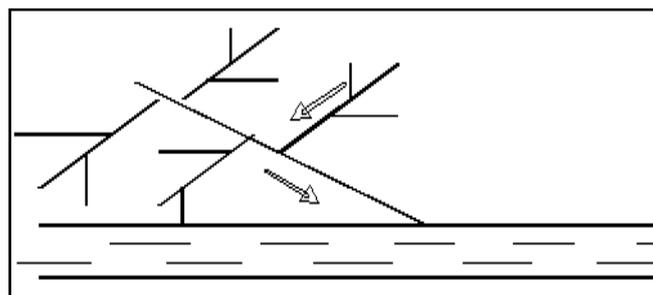


Figure III.17 Schéma à collecteur transversal ou oblique.

#### V.4 Schéma par zones étagées :

Ce schéma est une transposition du schéma par déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux ; ils permettent l'évacuation à plusieurs niveaux pour ne pas trop charger le collecteur.

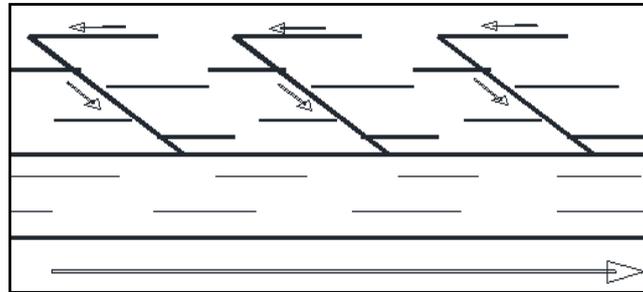


Figure III.18 Schéma par zones étagées.

#### V.5 Schéma radial :

Le schéma radial convient pour les terrains plats. Il permet la collecte des effluents en un ou plusieurs points où ils seront évacués, par relevage, vers un point éloigné de l'agglomération (un cours d'eau récepteur ou une station d'épuration).

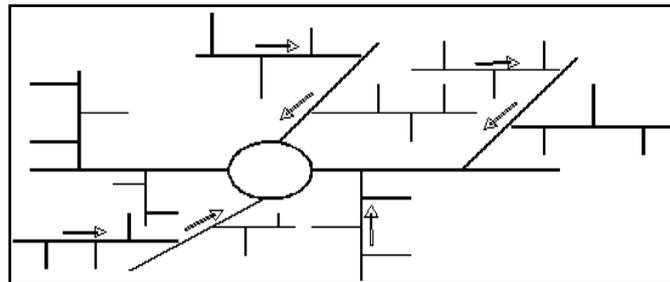


Figure III.19 Schéma radial.

#### V.6 Le choix du schéma d'évacuation :

- La topographie du terrain ou toute disposition étant prise.
- La répartition géographique des habitants.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.
- L'emplacement de la station d'épuration.

❖ Pour notre projet :

En tenant compte de la disposition des voiries et de la topographie de la ville et en vu d'éviter de fortes pentes, le schéma le plus adéquat dans notre cas est le schéma à déplacement latéral.

## VI. Le coefficient de ruissellement :

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

La valeur du coefficient de ruissellement dépend de plusieurs paramètres :

- La nature du sol.
- Le mode d'occupation du sol.
- L'inclinaison du terrain (la pente).
- La durée et l'intensité de la pluie.
- La densité de la population.
- Le degré de saturation du sol en eau.
- L'humidité de l'air.

L'estimation du coefficient de ruissellement est faite à titre empirique, d'une façon approchée vu l'hétérogénéité des surfaces, suivant différents facteurs :

### ➤ En fonction du type d'occupation du sol :

**Tableau III.2** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction du type d'occupation du sol

Type d'occupation du sol		$C_r$
<b>Commercial</b>		<b>0.70 – 0.95</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>Lotissement</b>	<b>0.3 – 0.5</b>
	<b>Collectifs</b>	<b>0.5 – 0.75</b>
	<b>Habitat dispersé</b>	<b>0.25 – 0.4</b>
<b>Industriel</b>		<b>0.5 – 0.8</b>
<b>Parcs et jardins public</b>		<b>0.05 – 0.25</b>
<b>Terrains de sport</b>		<b>0.1 – 0.3</b>
<b>Terrains vagues</b>		<b>0.05 – 0.15</b>
<b>Terres agricoles</b>	<b>Drainées</b>	<b>0.05 – 0.13</b>
	<b>Non drainées</b>	<b>0.03 – 0.07</b>

Source : Satin et al. (2006)

➤ **En fonction de la catégorie d'urbanisation :**

**Tableau III.3** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégorie d'urbanisation	Cr
Habitations très denses	0.9
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20

Source: Water Environment Federation (1970)

➤ **En fonction de la densité de population :**

**Tableau III.4** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population

Densité de la population (habitant/ha)	Cr
20	0.2
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
> 400	0.80 – 0.90

Source: Water Environment Federation (1970)

➤ **En fonction de la nature de la surface :**

**Tableau III.5** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la nature des surfaces

Nature de la surface	Cr
Toits en métal, tuile, ardoise	0.9
Chaussée avec peu de joints	0.85 – 0.9
Pavés en pierres naturelles, brique avec joints cimentés	0.75 – 0.85
Pavage en blocages	0.40 – 0.50
Surfaces goudronnées	0.25 – 0.60
Chemin en gravier	0.25 – 0.30
Gare, terrain de sport	0.10 – 0.30
Parcs, jardins, gazons	0.05 – 0.25
Forêts	0.01 – 0.20

Source : Gomella et Guerree (1967)

➤ **En fonction de la zone d'influence :**

**Tableau III.6** Valeurs du coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence

Surface impermeable (toiture; chaussées)	0.9
Voirie	0.6
Voies en macadam non goudronnées	0.35
Allées et voies gravelle	0.25
Surface boisées	0.05

❖ Pour notre projet :

Le coefficient de ruissellement est estimé en fonction des zones d'influence.

**Tableau III.7** le coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin

	N° SB	Surface : A (ha)	Cr
ZMALA	SB1 (ZMALA1 "ALI BENHAYLA")	25.3664	0.35
	SB2 (ZMALA2 "LCHAHMA")	11.515	0.35
CHEKALIL	SB3 (KRAUCHE ET KADOUR BENYAHIA)	7.429	0.35
	SB4 (CHEKALIL)	15.752	0.35

**VII. Calcul de la population de chaque sous bassin :**

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

- 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.

**VII.1 Calcul du coefficient de ruissellement pondéré total :**

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

$$Crp = \frac{\sum Cr_i \cdot A_i}{A} \dots \dots \dots (III.2)$$

Avec

Crp : Coefficient de ruissellement pondéré total.

Cr<sub>i</sub> : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

A<sub>i</sub> : Surface élémentaire de chaque sous bassin

A : Surface totale de la zone urbanisée.

- Donc on a : Crp=0.35

### VII.2 Calcul de la densité partielle :

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

$$D_i = \frac{C_{ri} * P}{C_{rp} * A} \dots \dots \dots (III.3)$$

Avec :

$D_i$  : Densité partielle du sou bassin considéré en (hab/ha).

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

$C_{ri}$  : Coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.

$P$  : Population globale à l'horizon de calcul.

$A$  : Surface totale de la zone urbanisée en (ha).

**Tableau III.8** la densité partielle

	N° SB	Di
ZMALA	SB1 (ZMALA1 "ALI BENHAYLA")	44.44
	SB2 (ZMALA2 "LCHAHMA")	44.44
CHEKALIL	SB3 (KRAOUCHE ET KADOUR BENYAHIA)	79.07
	SB4 (CHEKALIL)	79.07

### VII.3 Calcul du nombre d'habitant de chaque sous bassin :

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

$$P_i = D_i * A_i \dots \dots \dots (III.4)$$

Avec :

$P_i$  : Population partielle du sou bassin considéré.

$A_i$  : Surface partielle du sou bassin considéré (ha).

**Tableau III.9** la population de chaque sous bassin

	N° SB	Di (hab/ha)	Surface : A (ha)	Nombre d'habitant
ZMALA	SB1 (ZMALA1 "ALI BENHAYLA")	44.44	25.3664	1127
	SB2 (ZMALA2 "LCHAHMA")	44.44	11.515	512
CHEKALIL	SB3 (KRAOUCHE ET KADOUR BENYAHIA)	79.07	7.429	587
	SB4 (CHEKALIL)	79.07	15.752	1246

**VIII. Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis la détermination des paramètres de base a un horizon bien défini pour une bonne estimation des débits d'évacuation en considérant l'extension possible durant cette période.

Pour notre agglomération on a fixé les choix suivants :

- Nous avons fixé l'horizon de calcul à 2050, soit une population future de 3472 habitants.
- Le système d'assainissement adopté pour la zone urbaine est le système unitaire.
- Le schéma d'évacuation adopté est le schéma à déplacement latéral.

Le découpage de la zone urbaine en sous bassin nous conduit à distinguer 4 sous bassins



***Chapitre IV***

***Estimation des débits à évacuer***

## Chapitre IV

### I. Introduction :

Pour un bon dimensionnement d'un réseau d'assainissement d'une zone d'étude quelconque, il est indispensable d'évaluer les débits d'eaux pluviales et d'eaux usées rejetées dans cette région.

Le but principal de l'évaluation des débits des eaux usées est de connaître la quantité et la qualité des rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activités.

Comme ces eaux ont une composition qui peut être source de maladies, mauvaise odeur et des insectes, il faut les évacuer le plus tôt possible et par le moyen le plus sûr, d'où ressort l'utilité de l'évaluation des quantités à traiter.

### II. Origine et nature des eaux à évacuer :

#### II.1 Les eaux usées :

##### a. Les eaux usées domestique :

Ce sont les eaux de ménage qui proviennent des habitations de l'agglomération. Elles sont constituées essentiellement des :

- **Eaux ménagères** : englobent les eaux des vaisselles, de lavage, de bain et de douche ; elles sont évacuées par les éviers des lavabos et des baignoires.
- **Eaux vannes** : les eaux provenant des sanitaires.

La quantité des eaux à évacuer dépend de la consommation en eau potable.

##### b. Les eaux des services publics :

Ce sont les eaux usées provenant des établissements ou des équipements publics ;

L'estimation de ces eaux tient compte de la dotation en eau potable requise pour chaque activité ; cette dotation est basée sur la notion d'équivalent habitant qui représente une unité de compte homogène pour tous usagers.

##### c. Les eaux usées industrielles :

Ces eaux proviennent des différentes activités industrielles de diverses usines. La quantité d'eau évacuée par les industries dépend des facteurs suivants :

- Nature de l'industrie (de fabrication ou de transformation)
- Procédé de fabrication utilisé.
- Taux de recyclage effectivement réalisé.

**d. Les eaux parasites :**

Les eaux claires parasites désignent, le plus souvent, l'ensemble des eaux provenant de drainage, des infiltrations après une chute de pluie ou de la remontée de la nappe.

Ces eaux pénètrent dans les collecteurs, généralement à travers :

- Les joints mal confectionnés (mauvais raccordement) ou déboîtés à cause d'une mauvaise pose de canalisation.
- Les fissurations dans les collecteurs à cause des tassements de la terre autour de la conduite ou bien des racines des arbres cherchant l'humidité (phénomène d'hydrotropisme).

En pratique et en absence des valeurs mesurées, on préconise un débit d'eau parasite compris entre 0,05 et 0,15 L/s/ha.

**II.2 Les eaux pluviales :**

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

Dans les premières minutes d'une chute de pluie, la teneur en matières organiques est plus importante surtout pour des agglomérations à dominance industrielle ; du fait du balayage des surfaces par les eaux de ruissellement et de lavage.

Ces eaux aussi transportent du sable qui peut se déposer dans la canalisation à la moindre chute de vitesse d'écoulement.

Ces eaux doivent être collectées et conduites vers la canalisation d'évacuation afin d'éviter, essentiellement, les risques d'inondations.

**III. Estimation des débits des eaux usées :**

Le débit des eaux usées dans la canalisation est soumis à des variations, celles-ci sont essentiellement influencées par la consommation d'eau.

Les quantités d'eau usées sont plus grandes pendant la journée que pendant la nuit. Toute l'eau utilisée par le consommateur n'est pas rejetée dans le réseau en totalité, il est admis que l'eau évacuée ne représente que les 70% à 80% de l'eau consommée, c'est ce qu'on appelle le coefficient de rejet ( $K_r$ ).

### III.1 Débits des eaux usées domestique :

#### a. Débit moyen journalier :

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, on prend comme base la dotation de la consommation d'eau potable.

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

$$Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}} = \frac{K_r \times D \times N_{\text{hab}}}{86400} \dots \dots \dots \text{(IV.1)}$$

Avec :

- $Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}}$  : débit moyen journalier des eaux usées domestiques en (L/s)
- $N_{\text{hab}}$  : nombre d'habitants à l'horizon d'étude (habitant).
- $K_r$  : coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- $D$  : dotation journalière estimée à 170 L/hab/j.
- Le terme  $\frac{1}{86400}$  est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

#### b. Débit de pointe :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe. Ce dernier est donné par la formule suivante :

$$Q_p^{\text{dom}} = K_p \times Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}} \dots \dots \dots \text{(IV.2)}$$

Avec :

- $Q_p^{\text{dom}}$  : débit de pointe des eaux usées domestiques (L/s).
- $Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}}$  : débit moyen journalier rejeté (L/s).
- $K_p$  : coefficient de pointe ; calculé à partir du débit moyen de rejet :

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}}}} \quad \text{si : } Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}} \geq 2.81 \text{ L/s}$$

$$K_p = 3 \quad \text{si : } Q_{\text{moy,j}}^{\text{dom}} < 2.81 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

❖ Les débits des eaux usées domestiques à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** Débits des eaux usées domestiques pour chaque sous bassin

N° SB	Nhab	Kr	D (L/j/hab)	Q <sub>moy,j</sub> (L/s)	Kp	Qp (L/s)	Qp (m3/s)
1	1127	0,8	170	1.532	3	4.598	0,004598
2	512	0,8	170	0.696	3	2.088	0,002088
3	587	0,8	170	0.798	3	2.394	0,002394
4	1246	0,8	170	1.695	3	5.085	0,005085

### III.2 Débits des eaux usées des établissements publics :

#### a. Débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier des eaux usées des services publics est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,j}^{éq} = \frac{K_r \times D_{éq} \times N_u}{86400} \dots\dots\dots(IV.3)$$

Avec :

- $Q_{moy,j}^{éq}$  : débit moyen journalier des eaux usées publiques en (L/s)
- $N_u$  : nombre des usagers (des unités) concernés par chaque service.
- $K_r$  : coefficient de rejet pris égal à 80% de la quantité d'eau potable consommée.
- $D_{éq}$  : dotation de la consommation journalière d'eau potable (L/j/unité) ; une donnée qui diffère d'un type d'utilisateur à un autre.
- Le terme  $\frac{1}{86400}$  est pour la conversion de (L/j) en (L/s).

❖ Les débits des eaux usées des équipements publics à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2** Débits des eaux usées des équipements publics pour chaque sous bassin

N° SB	Équipement	Unité	Kr	D(L/j/u)	Nu	Q <sub>moy,j</sub> (L/s)	Débit totale(L/s)
1	École primaire	Élève	0.8	20	450	0.083	0.083
2	Mosquée	Fidèle	0.8	30	300	0.083	0.097
	Centre de santé	Patient	0.8	50	30	0.014	
3	Mosquée	Fidèle	0.8	30	500	0.138	0.138
4	Mosquée	Fidèle	0.8	30	500	0.138	0.138

**b. Débits totaux des eaux usées à évacuer :**

❖ Les débits totaux des eaux à évacuer sont illustrés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3** Débits totaux des eaux usées pour chaque sous bassin

N° SB	Aire	Q <sub>pte.dom</sub> [l/s]	Q <sub>total.eq</sub> (L/s)	Q <sub>ecp</sub> (L/s)	Q <sub>eu total</sub> (L/s)	Q <sub>eu total</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	25.370	4.598	0.083	3.806	8.487	0.009
2	11.520	2.088	0.097	1.728	3.913	0.004
3	7.430	2.394	0.138	1.115	3.647	0.004
4	15.750	5.085	0.138	2.363	7.586	0.008

Q<sub>pte.dom</sub> : Le débit d'eau usée total domestique [l/s] ;

Q<sub>ecp</sub> : Le débit d'eau claire parasite en [l/s] ;

Q<sub>total.eq</sub> : Le débit d'eau usée total des équipements [l/s] ;

Q<sub>eu total</sub> : le débit d'eau usée total rejeté au niveau de chaque sous bassin [l/s].

**IV. Estimation des débits des eaux pluviales :**

Le calcul de base pour le dimensionnement d'un réseau pluvial est la pluie la plus forte susceptible de survenir dans une période de 10 ans (débit décennal).

Lors d'une chute de pluie, seule la fraction d'eau ruisselée intéresse le dimensionnement d'un ouvrage appelé à évacuer dans les conditions suffisantes le débit d'eau de cette fraction du bassin considéré.

En fonction de l'étendue du bassin et de son urbanisation, on considère différentes méthodes pour l'évaluation du débit pluvial, dont nous citons :

- La méthode rationnelle.
- La méthode superficielle.

**IV.1 La méthode rationnelle :**

Cette méthode a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains à faible surface. Elle exige un découpage de bassin-versant en secteurs limités par les lignes isochrones quand la surface est importante.

Elle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A » caractérisée par un coefficient de ruissellement « C<sub>r</sub> ».

Cependant, on tient compte que l'intensité n'est pas uniforme (ça veut dire que l'averse a un épicentre et se diffuse dans l'espace). Pour cela, il convient d'appliquer un coefficient «  $\alpha$  » de répartition de la pluie.

La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha \times C_r \times i \times A \dots \dots \dots (IV.4)$$

Avec :

- Q : débit d'eau de ruissellement (L/s).
- A : surface d'apport (ha).
- $C_r$  : coefficient de ruissellement.
- i : intensité moyenne de précipitation (L/s/ha).
- $\alpha$  : coefficient réducteur (correcteur) de l'intensité tenant compte de la distribution de la pluie dans l'espace.

**a.Coefficient réducteur de l'intensité :**

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

Ce coefficient peut être déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

- Pour des bassins longs (rectangles étroits) :

$$\alpha = 1 - 0.006 \times \sqrt{d/2} \dots \dots \dots (IV.5)$$

- Pour des bassins ramassés (carrés, cercles) :

$$\alpha = 1 - 0.005 \times \sqrt{d/2} \dots \dots \dots (IV.6)$$

Avec :

- d : distance du milieu du bassin (m).

**b. Validité de la méthode rationnelle :**

Cette méthode est efficace pour des surfaces relativement limitées (généralement inférieures à 10 ha). Le résultat est meilleur pour des aires encore plus faibles, du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement.

Ainsi, elle est applicable pour des surfaces où le temps de concentration ne dépasse pas 30 min.

Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

**c. Hypothèses de la méthode rationnelle :**

La méthode rationnelle est fondée sur trois (03) hypothèses de base :

- Le débit de pointe « Qp » est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration « tc » du bassin-versant.
- Le débit de pointe « Qp » est proportionnel à l'intensité moyenne maximale « i » sur une durée égale au temps de concentration « tc » du bassin-versant.
- Le débit de pointe « Qp » a la même période de retour que l'intensité « i » qui le provoque, ceci suppose que le coefficient de ruissellement « Cr » du bassin-versant est constant.

**d. Temps de concentration :**

C'est une caractéristique du bassin ; définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné, en durée d'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de la surface considérée.

- Le temps de concentration « tc » se compose de :

- **t<sub>1</sub>** (min) : temps mis par l'eau pour s'écouler dans les canalisations.

$$t_1 = \frac{L}{60 \times v} \dots \dots \dots (IV.7)$$

Avec :

- L : longueur de canalisation (m).
- v : vitesse d'écoulement (m/s).
- Le terme  $\frac{1}{60}$  pour la conversion de secondes (s) en minutes (min).

- **t<sub>2</sub>** : temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement. En général, il varie de 2 à 20 min.

- **t<sub>3</sub>** (min) : temps de ruissellement superficiel dans un bassin ne comportant pas de canalisations.

$$t_3 = \frac{L_s}{11 \times \sqrt{I}} \dots \dots \dots (IV.8)$$

Avec :

- $L_s$  : parcours superficiel de l'eau dans le bassin (km).
- $I$  : pente moyenne du parcours (%).

• Donc, trois (03) cas peuvent être envisagés :

- Le bassin ne comporte pas de canalisation :  $t_c = t_3$ .
- Le bassin comporte un parcours superficiel puis une canalisation :  $t_c = t_1 + t_3$ .
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation :  $t_c = t_1 + t_2$ .

• Dans le cas général, pour les zones peu allongées, le temps de concentration «  $t_c$  (min) » est donné par la relation suivante :

$$t_c = 3.98 \times \left[ \frac{L}{\sqrt{I}} \right]^{0.77} \dots \dots \dots (IV.9)$$

Avec :

- $L$  : cheminement hydraulique le plus long (km).
- $I$  : pente moyenne du chemin parcouru (%).

**e. Critique de la méthode rationnelle :**

- La décomposition du bassin en aires élémentaires est grossièrement approchée.
- Le coefficient de ruissellement «  $C_r$  » est constant sur tout le sous bassin et pendant toute la durée de l'averse. La méthode ne tient pas compte du stockage de l'eau de ruissellement sur le bassin ; en négligeant le rôle des surfaces non revêtues (trous, crevasse, ...).

**VI.2 La méthode superficielle :**

La méthode de Caquot ou la méthode superficielle est une variante de la méthode rationnelle. Ce modèle établit le bilan hydraulique du débit précipité sur le bassin versant jusqu'à l'instant à peu près égal au temps de concentration «  $t_c$  » où on observe le débit de pointe «  $Q_p$  » à l'exutoire. L'expression générale de la formule de Caquot est la suivante :

$$Q_p = K_u^{\frac{1}{u}} \times C_r^{\frac{1}{u}} \times I^{\frac{v}{u}} \times A^{\frac{w}{u}} \dots \dots \dots (IV.10)$$

Avec :

- $Q_p(f)$  : le débit pluvial de pointe de fréquence de dépassement «  $F$  » ; en ( $m^3/s$ ).
- $C_r$  : est le coefficient de ruissellement du sous bassin considéré.
- $I$  : la pente moyenne calculée selon le plus long cheminement hydraulique (m/m).

- A : la superficie drainée du sous bassin (ha).
- K, u, v, w : coefficients d'expression, donnés en fonction des paramètres de Caquot par les formules suivantes :

$$K = \frac{a \times \mu}{6 \times (\beta + \delta)} \dots \dots \dots (IV.11)$$

$$u = 1 - b \times f \dots \dots \dots (IV.12)$$

$$v = c \times b \dots \dots \dots (IV.13)$$

$$w = 1 - \varepsilon + d \times b \dots \dots \dots (IV.14)$$

**a. Evaluation des paramètres de Caquot :**

• **Paramètres liés à la pluviométrie :**

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

$$\varepsilon = 0.5 \quad \text{Pour } S < 100 \text{ ha.}$$

$$\varepsilon = 0.03 \quad \text{La valeur la plus adoptée.}$$

• **Paramètres caractérisant la transformation de la pluie en débit :**

- $\beta + \delta = 1.1$  : représente l'effet de stockage et d'écrêtement, cette valeur devrait augmenter avec la taille des bassins.

• **Paramètres concernant le bassin versant :**

- $c = -0.41$  ;  $d = 0.51$  ;  $f = -0.29$  .
- $\mu$  : coefficient d'ajustement de la forme du bassin, donnée par :

$$\mu = 0.28 \times M^{0.84} \dots \dots \dots (IV.15)$$

Où :

$$M = \frac{L}{\sqrt{S_c}} \dots \dots \dots (IV.16)$$

Avec :

- M : coefficient d'allongement qui caractérise la forme du bassin-versant.
- L : le plus long chemin hydraulique (m).

- $S_c$  : étant la surface du carré équivalent qui est égale à celle du bassin ( $m^2$ ).

**Remarque :**

La valeur de « M » doit être supérieure à 0.8 (une valeur qui correspond à un bassin-versant en forme de demi-cercle). La formule de Caquot est donnée pour  $M = 2$ . Et pour des valeurs de « M » différentes de 2, le débit de pointe «  $Q_p$  » donnée par la formule doit être corrigé par le coefficient d'influence :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0.7 \times b} \dots\dots\dots(IV.17)$$

• **Temps de concentration :**

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

$$t_c = 0.28 \times M^{0.84} \times I^{-0.41} \times A^{0.51} \times Q_p^{-0.29} \dots\dots\dots(IV.18)$$

Avec :

- $t_c$  (min) ;  $I$  (m/m) ;  $A$  (ha) ;  $Q_p$  ( $m^3/s$ )

**b. Validité de la méthode superficielle:**

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

- Superficie totale :  $A < 200$  ha.
- Coefficient de ruissellement :  $0.2 < C_r < 1$
- Pente :  $0.2 \% < I < 5 \%$
- Coefficient d'allongement :  $M > 0.8$

**c. Formule d'assemblage et d'équivalence :**

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

Ces formules diffèrent selon la hiérarchie des sous bassins constituant le groupement ; des bassins seront dits en série lorsque l'exutoire d'un des bassins constitue l'entrée de l'autre, les bassins seront dits en parallèle lorsque leurs exutoires convergent vers le même bassin versant.

Le tableau suivant fournit les règles d'assemblage à utiliser :

**Tableau IV.2** Formules d'assemblage des bassins versants dans la méthode de Caquot

Paramètres équivalents	Séq	Céq	Iéq	Méq
Bassins en série	$\sum S_i$	$\frac{\sum C_i S_i}{\sum S_i}$	$\left[ \frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum S_i}}$
Bassins parallèle en	$\sum S_i$	$\frac{\sum C_i S_i}{\sum S_i}$	$\frac{\sum I_i \cdot Q_{pi}}{\sum Q_{pi}}$	$\frac{L(t_c \max)}{\sqrt{\sum S_i}}$

Avec :

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

**d. Critique de la méthode superficielle :**

- Les débits livrés par la méthode de Caquot sont sensiblement supérieurs (surestimation) en comparaison avec ceux de la méthode rationnelle. Ce surplus des débits donné par la méthode superficielle est dû essentiellement aux conditions de calcul, notamment les

tronçons disposés en parallèle, ainsi que l'effet implicite du temps de concentration et qui ne relève pas le comportement plus au moins réel du réseau.

- Le modèle de groupement des bassins, peut conduire à des anomalies :
  - Pour les bassins en série, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit inférieur au maximum des débits de pointe des sous bassins. Donc on prend :  $Q_p = \text{Max}(Q_i)$ .
  - Pour les bassins en parallèle, il peut arriver que le débit de pointe du bassin équivalent soit supérieur à la somme des débits de pointe des sous bassins, ce qui est impossible. Donc on prend :  $Q_p = \sum Q_i$ .

### VI.3 Choix de la méthode :

Vue que l'aire d'étude est petite donc la méthode rationnelle est assez suffisante pour l'évaluation du débit pluvial pour une période de retour de 10 ans.

### VI.4 Calcul des débits pluviaux :

**Tableau IV.5** Débits totaux des eaux pluviales à évacuer

N° SB	A (ha)	Cr	$\alpha$	I (L/s/ha)	Qplu (L/s)	Qplu (m3/s)
1	25.37	0.35	0.86	221.92	1694.663	1.694663
2	11.52	0.35	0.88	221.92	787.4077	0.787408
3	7.43	0.35	0.91	221.92	525.1637	0.525164
4	15.75	0.35	0.87	221.92	1064.301	1.064301

### VI. Calcul du débit total déversé pour chaque sous bassins :

**Tableau IV.6** débit total des sous bassins

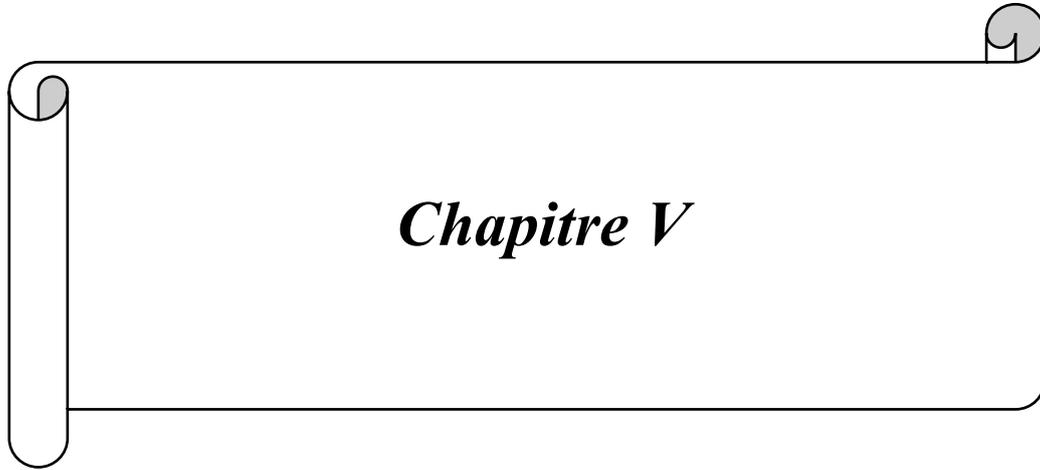
N° SB	Qplu (L/s)	Qeu total(L/s)	Qtotale(L/s)	Qtotale(m3/s)
1	1694.663	8.487	1703.15	1.703
2	787.408	3.913	791.321	0.791
3	525.164	3.647	528.811	0.529
4	1064.301	7.586	1071.887	1.072

**VII. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons évalué les débits d'écoulement des eaux usées et pluviales. Pour le débit d'eau pluviale on a utilisé la méthode rationnelle.

On constate que les débits des eaux usées (domestiques et publiques) ne représentent qu'une faible fraction des débits pluviaux.

La présente phase constitue une étape importante pour entamer le prochain chapitre ; le calcul hydraulique et le dimensionnement des conduites.



*Chapitre V*

***Dimensionnement du réseau  
d'assainissement***

## Chapitre V

### I. Introduction :

Après avoir estimé tous les débits à évacuer on passe au calcul hydraulique du système d'assainissement qui consiste à dimensionner les ouvrages du réseau dans les meilleures conditions possibles, tout en satisfaisant les conditions d'auto curage.

### II. Principe de conception d'un système d'assainissement :

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches du réseau sur un schéma :

- **Les collecteurs** : doivent pouvoir transporter en tout temps la totalité des débits apportés par les conduites qu'ils desservent. Ils sont définis par leurs :
  - Emplacements.
  - Profondeurs.
  - Dimensions (diamètres intérieur et extérieur, ...).
  - Pentes.
- **Les regards** : de différents types (de visite, de jonction, ...). Ils sont également définis par leurs :
  - Emplacements.
  - Profondeurs.
  - Côtes.

Un système d'assainissement fonctionne généralement en écoulement gravitaire, sauf dans des cas particuliers comme les contre-pentes, où il nécessite un relevage.

### III. Hypothèse de calcul :

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

- L'écoulement est uniforme à surface libre.
- La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.
- Les canalisations d'égouts sont dimensionnées pour un débit en pleine section «  $Q_{ps}$  » ; malgré qu'en réalité, et dans la plupart du temps, elles ne débitent pas cette quantité.

**IV. Condition du dimensionnement :**

L'écoulement en assainissement est gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel, en plus cet écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'entraînement des particules de sable facilement décantables.

Lorsqu'il s'agit d'un réseau d'évacuation de type unitaire, les conditions d'auto curage qui doivent être satisfaites pour les débits minimums en période sèche sont les suivantes :

- Une vitesse minimale de 0.6 m /s pour le (1/10) du débit de pleine section.
- Une vitesse de 0.3 m /s pour le (1/100) de ce même débit.

En revanche, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations et leur revêtement intérieur nous conduit à poser des limites supérieures :

- Une vitesse maximale de l'ordre de 5 m/s.

**V. Mode de calcul :**

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

$$Q = V.S \dots\dots\dots(V.1)$$

Avec :

Q : Débit (m<sup>3</sup>/s).

S : Section mouillée (m<sup>2</sup>).

V : Vitesse d'écoulement (m/s) ; Cette vitesse se calcule par différentes expressions.

- La vitesse moyenne est déterminée par l'expression suivante (formule de Manning-Strickler) :

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I} \dots\dots\dots(V.2) \text{ Satin et selmi (2006)}$$

Avec :

I<sub>m</sub> (m/m) : Pente motrice ou pente du radier nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné.

R (m) : Rayon hydraulique.

K<sub>s</sub> : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois,

Les coefficients K<sub>s</sub> sont présentés au tableau suivant :

**Tableau V.1** le coefficient de rugosité de Strickler pour divers types de matériaux

Types de matériaux	Coefficient de rugosité $K_s$
Conduites métalliques rivées ou avec de nombreuses soudures	60
Béton rugueux	60
Conduites en fonte ou en béton (très vieilles)	70
Conduites en fonte en service ou en béton avec joints serrés	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
Fonte revêtue intérieurement neuve	110 à 125
Amiante-ciment (Eternit)	100 à 120
Cuivre, laiton, PE, PVC lisse	100 à 150

Source **BOURRIER. R. 2008**

❖ Pour notre projet :

Le matériau choisis de la conduite est le PVC avec  $K_s = 100m^{1/3S-1}$ .➤ **Procède de calcul :**

- 1- Déterminer le débit et la pente pour chaque point.
- 2- On va calculer le diamètre avec la relation suivante :

$$D_{cal} = \left[ \frac{3.2 \times Q}{K \times \sqrt{I}} \right]^{3/8} \dots \dots \dots (V.3) \text{ Satin et selmi (2006)}$$

Où :

$$Q_t = Q_{eu} + Q_{pl}$$

Avec :

 $Q_{eu}$  ( $m^3/s$ ) : Débit d'eau usée. $Q_{pl}$  ( $m^3/s$ ) : Débit d'eau pluviale.

- 3- Fixer le diamètre normalisé de la conduite  $D_{nor}$
- 4- La vitesse en pleine section ( $V_{ps}$ ) est calculée à partir de la relation :

$$V_{PS} = K_s \cdot (D_{nor}/4)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I} \dots \dots \dots (V.4)$$

Avec

$D_{nor}$  : Diamètre normalisé de la conduite en (mm).

$$R_h = \frac{D_{nor}}{4}$$

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

$$Q_{ps} = V_{ps} \frac{\pi(D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots(V.5)$$

6- Le rapport des débits

$$r_Q = \frac{Q}{Q_{ps}} \dots\dots\dots(V.6)$$

7- Par la suite on calcule les vitesses et les hauteurs :

- $R_v = V / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V = R_v V_{ps} \dots\dots\dots(V.7)$

- $R_h = H / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H = R_h D_{nor} \dots\dots\dots(V.8)$

- $R_{v \min} = V_{\min} / V_{ps} \quad \Rightarrow \quad V_{\min} = R_{v \min} V_{ps} \dots\dots\dots(V.9)$

$$R_{h \min} = H_{\min} / D_{nor} \quad \Rightarrow \quad H_{\min} = R_{h \min} D_{nor}$$

**VI. Résultats du dimensionnement :**

Le dimensionnement de tous les collecteurs et la détermination de leur paramètres hydrauliques sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau V.2 Dimensionnement du collecteur « A »

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A1-A2	35.00	1.85%	0.018	129	315	0.195	2.498	0.093	0.546	0.164	1.363	51.7	1.4	0.7	Vérifié
A2-A3	35.00	3.68%	0.029	136	315	0.275	3.524	0.107	0.579	0.181	2.042	57.0	1.9	1.0	Vérifié
A3-A4	35.00	3.97%	0.034	142	315	0.285	3.659	0.120	0.606	0.195	2.217	61.4	2.0	1.1	Vérifié
A4-A5	28.00	1.37%	0.040	184	315	0.168	2.152	0.240	0.781	0.304	1.681	95.6	1.2	0.6	Vérifié
A5-A8	35.00	1.51%	0.044	188	315	0.176	2.254	0.253	0.796	0.314	1.794	98.9	1.2	0.7	Vérifié
A6-A7	30.00	3.75%	0.005	71	315	0.277	3.558	0.019	0.301	0.064	1.073	20.2	2.0	1.0	Vérifié
A7-A8	24.50	4.10%	0.009	87	315	0.290	3.719	0.033	0.367	0.087	1.366	27.4	2.0	1.1	Vérifié
A8-A9	30.00	4.36%	0.058	170	315	0.299	3.835	0.194	0.724	0.265	2.778	83.5	2.1	1.1	Vérifié
A9-A14	30.00	0.48%	0.066	269	315	0.099	1.273	0.661	1.075	0.605	1.369	190.6	0.7	0.4	Vérifié
A10-A11	28.00	0.36%	0.024	196	315	0.086	1.103	0.283	0.822	0.334	0.908	105.2	0.6	0.3	Vérifié
A11-A12	40.00	0.38%	0.043	240	315	0.089	1.140	0.485	0.985	0.483	1.123	152.0	0.6	0.3	Vérifié
A12-A13	40.00	6.99%	0.061	159	315	0.378	4.857	0.161	0.674	0.234	3.276	73.7	2.7	1.4	Vérifié
A13-A14	46.50	1.04%	0.072	241	315	0.146	1.871	0.492	0.991	0.490	1.854	154.4	1.0	0.5	Vérifié
A14-A15	40.00	0.39%	0.143	375	400	0.170	1.350	0.841	1.131	0.737	1.526	294.8	0.7	0.4	Vérifié
A15-A16	40.00	0.44%	0.162	384	400	0.181	1.437	0.898	1.137	0.770	1.634	308.0	0.8	0.4	Vérifié
A16-A17	40.00	2.47%	0.174	286	400	0.425	3.384	0.410	0.934	0.430	3.162	172.0	1.9	1.0	Vérifié
A17-A18	40.00	0.43%	0.187	408	500	0.321	1.635	0.584	1.040	0.551	1.700	275.5	0.9	0.5	Vérifié
A18-A19	40.00	0.52%	0.198	402	500	0.353	1.798	0.561	1.029	0.537	1.851	268.3	1.0	0.5	Vérifié
A19-A23	25.00	0.43%	0.205	422	500	0.323	1.643	0.636	1.066	0.590	1.752	295.0	0.9	0.5	Vérifié
A20-A21	28.00	3.95%	0.019	113	315	0.284	3.650	0.065	0.478	0.132	1.743	41.6	2.0	1.1	Vérifié
A21-A22	30.00	6.04%	0.027	121	315	0.352	4.515	0.078	0.515	0.149	2.324	46.9	2.5	1.3	Vérifié
A22-A23	20.00	6.89%	0.033	127	315	0.376	4.823	0.089	0.542	0.162	2.612	51.0	2.7	1.4	Vérifié
A23-A24	40.00	1.73%	0.242	346	500	0.646	3.291	0.375	0.911	0.408	2.998	204.0	1.8	1.0	Vérifié
A24-A25	40.00	2.21%	0.261	340	500	0.731	3.721	0.357	0.893	0.392	3.323	196.0	2.0	1.1	Vérifié
A25-A26	35.00	1.82%	0.272	358	500	0.663	3.375	0.411	0.936	0.432	3.159	215.8	1.9	1.0	Vérifié

**Remarque :** La suite du dimensionnement dans annexe 3.

## VII. Les fosses septiques :

### VII.1 Principe de conception :

Les principes qui guident la conception des fosses septiques sont :

- De fournir une durée de rétention suffisante pour que les eaux usées qui arrivent dans la fosse puissent déposer leurs matières solides et se stabiliser ;
- D'assurer la stabilité du liquide, ce qui favorise le dépôt ou la flottaison des matières solides ;
- De faire en sorte qu'il n'y ait pas d'obstruction et d'assurer une ventilation suffisante pour les gaz.

### VII.2 Facteurs à prendre en compte pour le calcul d'une fosse septique :

Le type de conception esquissé plus loin prévoit un volume suffisant à la fois pour la rétention du liquide et pour le stockage des boues et de l'écume. Le volume nécessaire à la rétention du liquide dépend du nombre d'usagers et de la quantité d'eaux usées rejetées dans la fosse, lesquelles peuvent contenir ou non les eaux ménagères ou seulement les eaux vannes. Le volume pour le stockage des boues et de l'écume dépend de la fréquence des vidanges, de la température et des moyens de nettoyage anal utilisés.

### VII.3 Calcul de la capacité d'une fosse septique :

#### ➤ Durée de rétention :

On admet que 24 heures de rétention suffisent pour les boues, mais cette durée doit correspondre à la situation qui existe juste avant la vidange, après quoi la durée de rétention augmente puisque le liquide profite de la place libérée par les boues et l'écume.

Les normes d'utilisation prévoient une durée de rétention allant d'à peine 24 heures jusqu'à 72 heures.

Théoriquement, la sédimentation s'améliore avec l'allongement de la durée de rétention, mais la vitesse de sédimentation est en générale maximale au cours des premières heures. La sédimentation est gênée par les perturbations de l'écoulement provoquées par la configuration des orifices d'entrée et de sortie.

Le problème est vraisemblablement plus important dans les petites fosses que dans les grandes (dont la capacité hydraulique est mieux à même d'atténuer les perturbations) et on peut donc admettre que la durée de rétention peut être réduite dans les fosses de grand volume (Mara & Sinnatamby, 1986). La norme brésilienne d'utilisation (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1982) autorise une rétention réduite pour les grandes fosses septiques, comme celle

qu'utilisent les structures collectives ou les petites communautés. En résumé, pour un débit d'eau rejetée de Q m<sup>3</sup> par jour, la norme recommande les durées T de rétention suivantes (en heures) :

Pour Q inférieur à 6	T=24
Pour Q comprise entre 6 et 14	T=33-1,5 Q
Pour Q supérieur à 14	T=12

➤ **Volume de la rétention :**

Si la fosse septique reçoit des eaux ménagères et des eaux vannes, la totalité de l'eau rejetée par l'immeuble représente en général une part importante de l'eau fournie par le réseau de distribution.

Lorsque l'on connaît le volume d'eau distribuée par personne, on peut estimer que l'eau rejetée représente 90% de ce volume. Si celui-ci dépasse 250 l par personne et par jour, la différence correspond probablement à l'arrosage des jardins. Dans la plupart des pays en développement, on peut tabler sur environ 100 à 200 l d'eaux usées par personne et par jour (étude canadienne non publiée : 2201).

Si seules les toilettes sont reliées à la fosse septique, le volume des eaux vannes peut être estimé d'après le nombre supposé d'utilisations de la chasse par les usagers, par exemple, 4 chasses de 10 l par personne par jour.

La capacité minimale nécessaire pour une rétention de 24 heures est donnée par la formule :

$$A = P \times Q \text{ litres} \dots\dots\dots(V.10)$$

Où A= volume pour une rétention de 24 heures

P= nombre de personnes desservies par la fosse septique (587 Hab.)

Q= débit des eaux vannes (en litres) par personne et par jour (D=150 l/hab/j)

$$A = 587 \times 150$$

$$A = 88050 \text{ Litre}$$

➤ **Volume nécessaire à l'accumulation des boues et d'écume :**

Volume nécessaire à l'accumulation des boues et d'écume dépend de plusieurs facteurs.

Pickford (1980) a proposé la formule :

$$B = P \times N \times F \times S \dots\dots\dots(V.11)$$

Dans laquelle :

B=la capacité d'accumulation des boues et de l'écume (en litres)

N= nombre d'années entre deux vidanges des boues (souvent 2-5 ans ; on peut tabler sur une vidange plus fréquente lorsqu'il existe un service fiable et bon marché) (N= 5ans)

F= facteur qui relie la vitesse de digestion à la température et à la périodicité des vidanges. On le trouve au tableau ci-après (F=1)

S= vitesse d'accumulation des boues et de l'écume, qu'on peut estimer à 125 litres par personne et par an dans les fosses qui ne reçoivent que les eaux vannes et à 40 l lorsqu'il s'y ajoute les eaux ménagères.

**Tableau V.7** Valeur du facteur F pour la détermination du volume nécessaire à l'accumulation des boues et de l'écume

Nombre d'années entre les vidanges	Valeur de F		
	Température ambiante		
	>20°C toute l'année	>10°C toute l'année	<10°C en hiver
1	1,3	1,5	2,5
2	1,0	1,15	1,5
3	1,0	1,0	1,27
4	1,0	1,0	1,15
5	1,0	1,0	1,06
6 ou plus	1,0	1,0	1,0

Source : Franceys, Pickford J. & Reed R., 1995, Guide de l'assainissement individuel, Organisation mondiale de la santé

$$B = 587 \times 5 \times 1 \times 125$$

$$B = 366875 \text{ Litre}$$

❖ La capacité totale C de la fosse est donnée par :

$$C = A + B \text{ litres} \dots\dots\dots(V.12)$$

$$C = 88050 + 366875$$

$$C = 454925 \text{ Litre}$$

$$C = 454.935 \text{ m}^3 = 455 \text{ m}^3$$

#### VII.4 Forme et dimensions des fosses septiques :

Une fois déterminée la capacité totale d'une fosse septique, il faut déterminer sa profondeur, sa longueur et sa largeur. On vise à obtenir une distribution égale du débit, sans secteurs morts et sans « courts-circuits », (c'est-à-dire, sens que le courant qui arrive ne traverse brutalement la fosse en moins de temps que la durée de rétention).

Dans certaines fosses, il peut exister deux compartiments ou plus, limités par des cloisons déflectrices. La sédimentation et la digestion peuvent avoir lieu, pour l'essentiel, dans le premier compartiment, une partie seulement des particules en suspension étant entraînée vers le deuxième. Les chasses d'eaux vannes qui entrent dans la fosse réduisent l'efficacité de la sédimentation, mais leur effet est moins marqué dans le deuxième compartiment. Laak (1980) a indiqué à la suite de plusieurs études que les fosses à plus d'un compartiment fonctionnent avec plus d'efficacité que les fosses à un seul. Il a également montré que le premier compartiment doit être deux fois plus long que le suivant. Les avantages éventuels de plus de deux compartiments n'ont pas été chiffrés.

La présence de deux compartiments n'est pas obligatoire. Cependant, la fosse septique doit être construite de manière à éviter les cheminements directs entre les dispositifs d'entrée et de sortie, ainsi que la remise en suspension et l'entraînement des matières sédimentées et des matières flottantes.

Pour déterminer les dimensions extérieures d'une fosse rectangulaire on pourra suivre les recommandations ci-après :

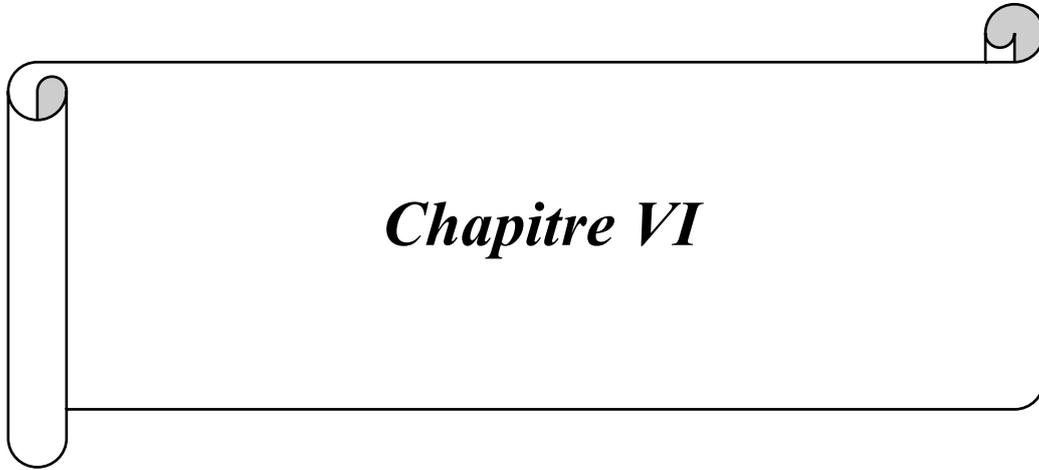
- 1- La profondeur du liquide depuis le fond de la fosse jusqu'à la hauteur de la tubulure de sortie ne doit pas être inférieure à 1,2 m ; une profondeur de 1,5 m est préférable. En outre, on laissera un espace libre de 300 mm entre le niveau du liquide et le couvercle de la fosse.
- 2- La largeur sera d'au moins 600 mm, espace minimal pour que les maçons ou les vidangeurs puissent travailler. Certaines normes préconisent une longueur de 2 à 3 fois la largeur.
- 3- Pour fosse de largeur 1, la longueur du premier compartiment sera égale à 2 et celle de la deuxième égale à 1. En général, la profondeur ne devra pas dépasser la longueur totale.

On propose la longueur **L=25,00 m** et la largeur **l=11,50 m** donc la Hauteur **H=1.6m**  
**V=460 m<sup>3</sup>**

**VIII. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a déterminé les diamètres des collecteurs tout en vérifiant les vitesses d'auto curage ; ainsi avec des vitesses acceptables dans l'ensemble des tronçons  $V < 5\text{m/s}$ , donc on ne prévoit pas la mise en place des chasses automatiques. Il suffit d'utiliser périodiquement des engins de curage mobile.

On a aussi déterminé la capacité de la fosse septique et son dimensionnement tout en prend en considération les principes de sa conception ; les facteurs nécessaires pour le calcul et les recommandations pour le dimensionnement.



## *Chapitre VI*

# ***Les éléments constitutifs du réseau***

## Chapitre VI

### I. Introduction :

Un réseau d'assainissement est un ensemble constitué d'organes dont chacun est le complémentaire des autres en fonction du rôle qu'il joue. En matière d'assainissement, les éléments constitutifs d'un réseau d'égout devront assurer :

- Une évacuation correcte et rapide sans stagnation des eaux de pluie ;
- Le transport des eaux usées susceptibles de provoquer une pétrification, (odeur) dans les conditions d'hygiène favorable.

Les ouvrages en matière d'assainissement comprennent :

- Des ouvrages principaux qui correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'entrée des effluents dans la station d'épuration ou les bassins de stockage.
- Des ouvrages annexes qui constituent toutes les constructions et les installations ayant pour but de permettre l'exploitation rationnelle et correcte du réseau.

### II. 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.

#### II.1 Les canalisations :

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

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

#### II.2 Type de canalisation :

##### ➤ Conduite 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.

##### ➤ Conduite en béton armé :

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation). Les tuyaux comportent deux séries d'armatures, la première est formée des barres droites appelées génératrices, la deuxième est formée des spires en hélice continues d'un pas régulier maximal de 15 cm. La longueur utile ne doit pas être supérieure à 2m.

- **Caractéristiques géométriques des conduites en béton armé :**

**Tableau VI.1** caractéristique des tuyaux en béton armé

<b>Diamètre nominal (mm)</b>	<b>Epaisseurs minimales des parois (mm)</b>
800	66 – 116
1000	66 – 116
1200	71 – 121
1400	119 – 146
1500	150
1600	130 – 158
1800	133 – 177
2000	141 – 194

- **Joints :**

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

- **Joint type Rocla :** Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées et les eaux extérieures. Ce joint est valable pour tous les diamètres
- **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
- **Joint à 1/2 emboitement :** Avec cordon de bourrage en mortier de ciment, ce joint est utilisé dans les terrains stables. Il y a risque de suintement si la pression est trop élevée. Il est à éviter pour les terrains à forte pente.
- **Joint à coller :** Le bourrage se fait au mortier de ciment, il n'est utilisé que dans les bons sols, à pente faible
- **Joint plastique :** Joint étanche et résistant même s'il est en charge, la présence du cordon du 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.
- **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.

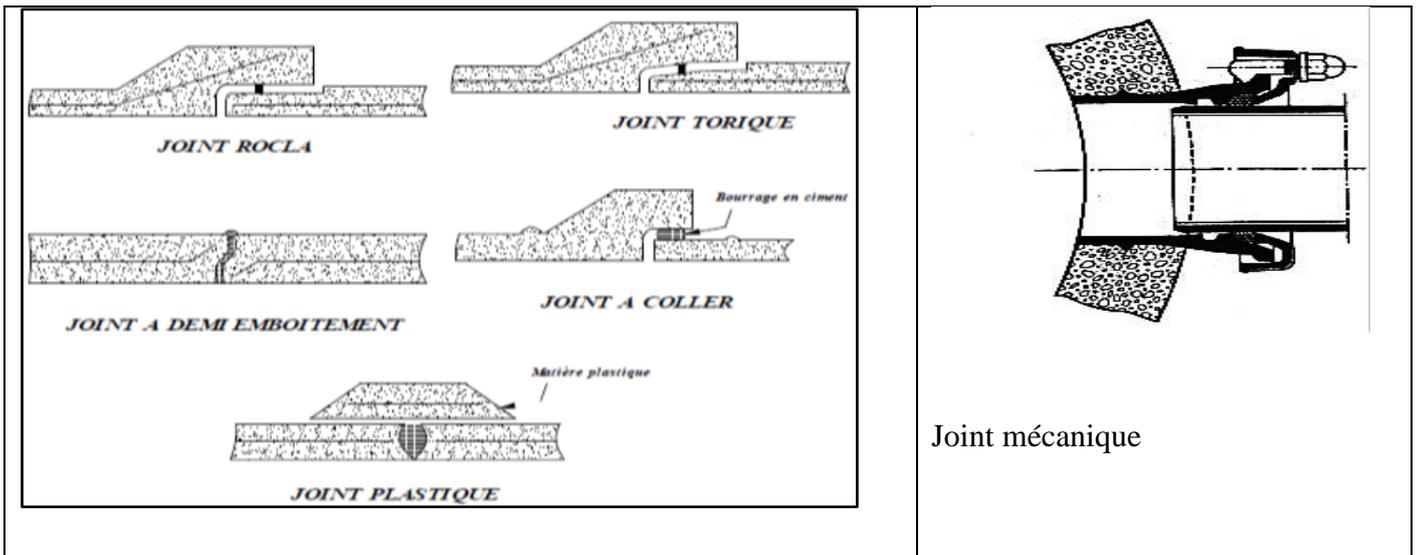


Figure VI.1 Joints sur tuyaux en béton

➤ **Conduite en amiante-ciment :**

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau. Ce genre se fabrique en deux types selon le mode d'assemblage ; à emboîtement 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.

• **Joints :**

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

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

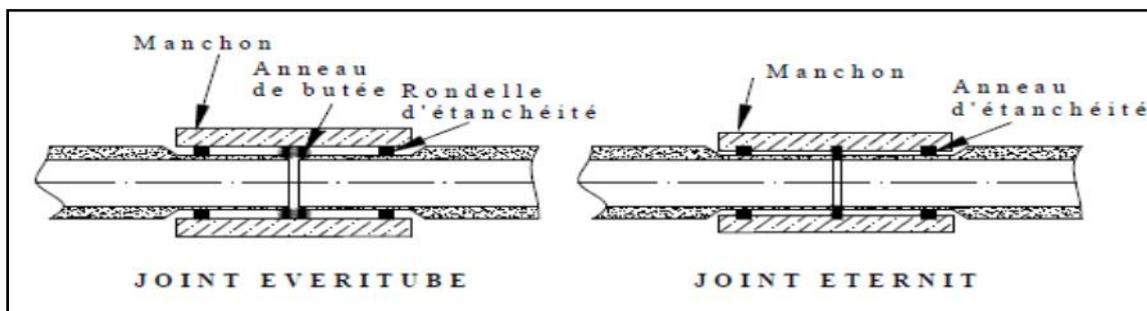


Figure VI.2 Joints sur tuyaux en amiante ciment

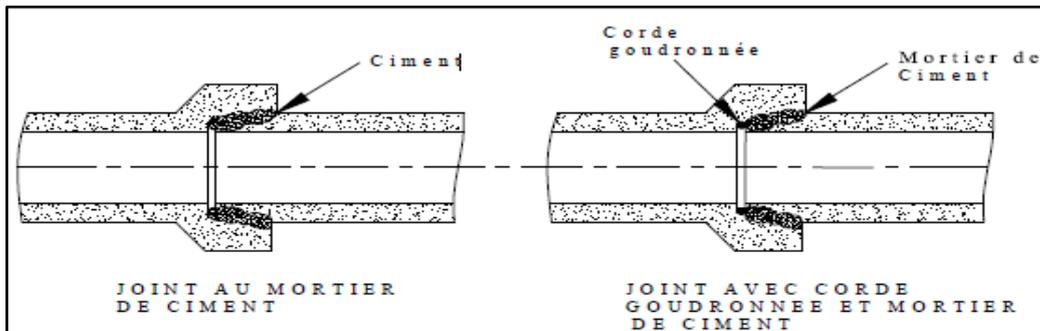
➤ **Conduite en grès artificiels :**

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200 à 1300°C. Le matériau obtenu est très imperméable : Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1m.

- **Joints :**

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

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



**Figure VI.3** Joints sur tuyau en grès

➤ **Conduites en chlorure de polyvinyle (PVC) non plastifié :**

Les tuyaux sont sensibles à l'effet de température au-dessous de 0°C. Ils présentent une certaine sensibilité aux chocs. L'influence de la dilatation est spécialement importante et il doit en être tenu compte au moment de la pose. La longueur minimale est 6 m.

**II.3 Choix du type de canalisation :**

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

- Des pentes du terrain ;
  - Des diamètres utilisés ;
  - De la nature du sol traversé (agressivité, stabilité) ;
  - De la nature chimique des eaux usées ;
  - Des efforts extérieurs dus au remblai.
- ❖ Pour notre projet, les conduites utilisées seront en béton armé de profil circulaire vu les avantages qu'elles présentent :
- **Variété** : 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.
  - **Prix** : Il s'agit du type de canalisation le moins cher sur le marché. Son prix est très inférieur à celui des canalisations en cuivre et en PER et légèrement inférieur à celui des flexibles.
  - **Installation** : La pose d'un tuyau en PVC est facile et rapide. Elle demande peu de matériel, ne nécessite aucune soudure et prend très peu de temps.
  - **Poids** : Les tuyaux en PVC sont très légers. Ils peuvent être manipulés facilement et transportés de façon très pratique.
  - **Découpage** : Le découpage du tube en PVC est très facile. Une simple scie à métaux permet de couper un tuyau de manière précise.

- **Entretien** : Le nettoyage extérieur d'une canalisation en PVC est très facile. Un peu de détergent dissout dans de l'eau permettra d'éliminer facilement toutes les traces et les taches qui peuvent se former à sa surface.
- **Écologie** : Le PVC est un matériau facile à recycler. Il ne contient pas de plomb et n'est pas toxique lorsqu'il est transformé.
- **Résistance** : Le PVC résiste beaucoup mieux à l'humidité, aux intempéries et à l'usure que les autres matériaux utilisés en plomberie.
- **Hygiène** : Le développement bactériologique est impossible à la surface d'un tuyau en PVC.

#### II.4 Les différentes actions supportées par la conduite :

Du fait que les canalisations sont sujettes à différentes actions (extérieures et intérieures), le choix du matériau de fabrication doit être approprié, ces actions sont :

- **Action mécanique** : Elles s'expriment par les frottements des particules (graviers, sables) présentés dans l'eau évacuée, contre les parois intérieures de la canalisation, ces actions engendrent l'érosion de ces dernières.
- **Action statique** : Elle est due aux surcharges des trafics, le remblai, le mouvement de l'eau dans la conduite
- **Action chimique** : Elles se passent généralement à l'intérieure de la conduite et elles sont dues à des agents chimiques présents dans les eaux d'origine industrielle. Une baisse de PH favorise le développement des bactéries anaérobique qui produisent de l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>S) très corrosif et néfaste aux conduites.

#### II.5 Protection des conduites :

Le béton utilisé pour la fabrication des tuyaux et ouvrages d'assainissement subit des formes d'agression ; sous l'aspect de corrosion chimique qui entraîne la destruction des canalisations ; sous l'aspect d'abrasion qui est une action physique non négligée du fait de faible résistance du matériau et compte tenu de la vitesse limite maximale des écoulements dans le réseau.

Pour cela les moyens de lutte peuvent se résumer comme suit :

- Les temps de rétention des eaux usées dans les canalisations doivent être réduits au maximum.
- L'élimination des dépôts doit s'opérer régulièrement, car ceux-ci favorisent le développement des fermentations anaérobies génératrices d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S).
- Une bonne aération permet d'éviter les condensations d'humidité sur les parois et de réduire ainsi la teneur en H<sub>2</sub>S.
- Revêtement intérieur des conduites par du ciment limoneux ou du ciment sulfaté avec un dosage suffisant dans le béton (300 à 350 kg/m<sup>3</sup> de béton).
- Empêcher l'entrée des sables par l'implantation des bouches d'égout.

## II.6 Les essais des conduites préfabriquées :

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

### ➤ Essai à l'écrasement :

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

### ➤ Essai d'étanchéité :

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

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

### ➤ Essai de corrosion (chimique) :

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

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

## II.7 Pose de canalisation :

### ➤ Les conditions de pose :

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

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

### ➤ Les modes de pose :

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

#### • Terrain ordinaire :

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

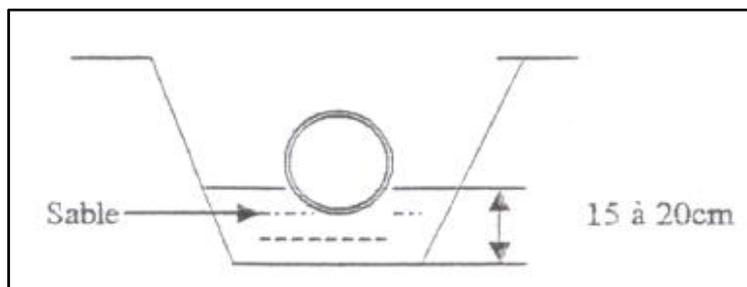
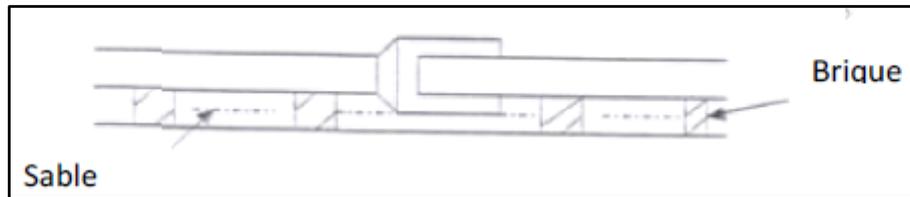


Figure VI.20 Pose de canalisation sur un terrain ordinaire

- **Mauvais terrain :**

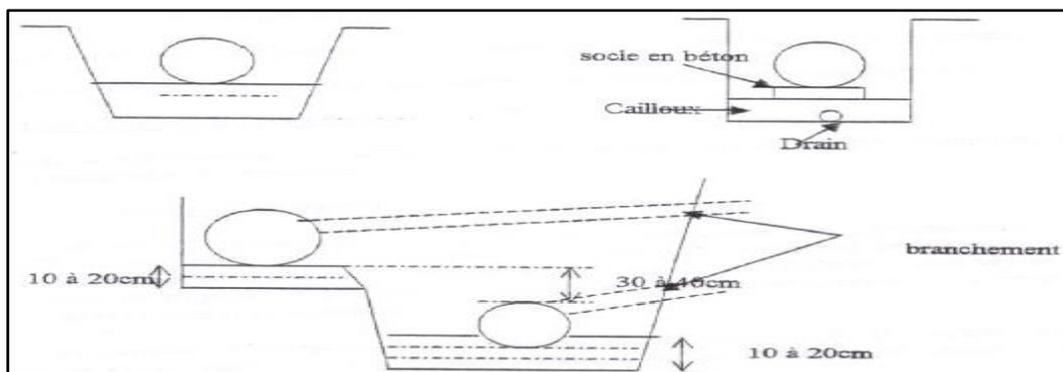
Dans les terrains peu consistants, la canalisation doit reposer sur deux briques posées au fond et le vide sera rempli de sable.



**Figure VI.21** Pose de canalisation sur un mauvais terrain

- **Terrain très mauvais :**

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



**Figure V.22** Pose de canalisation sur un terrain très mauvais

### III. Les ouvrages annexe :

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

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

#### III.1 Les ouvrages normaux :

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

➤ **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° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement qui sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

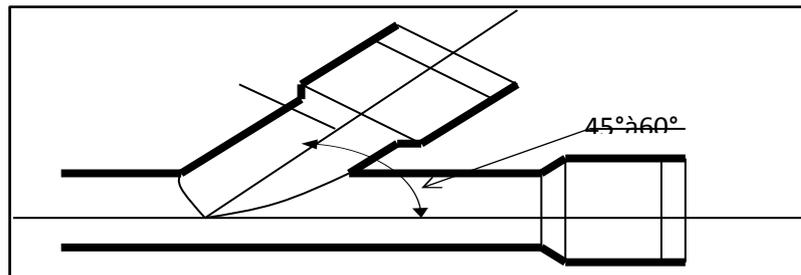


Figure VI.23 Exemple d'un branchement simple

➤ **Les bouches d'égout :**

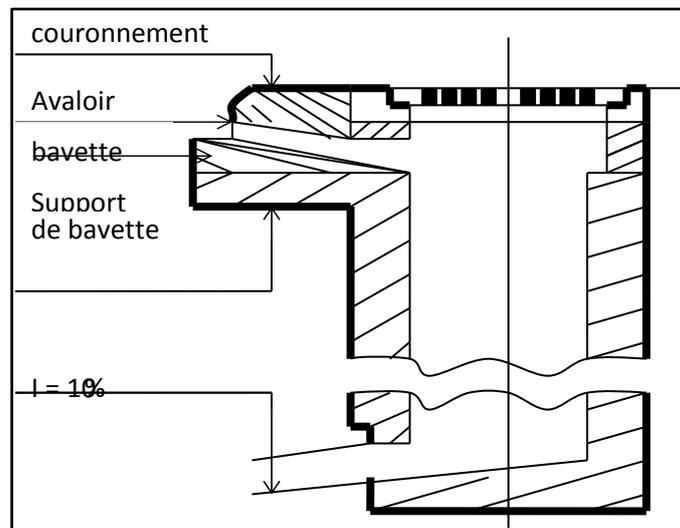
Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (pluviale et de lavage Des chaussées). Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur le trottoir.

La distance entre deux bouches d'égout est en moyenne de 50m, 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.

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

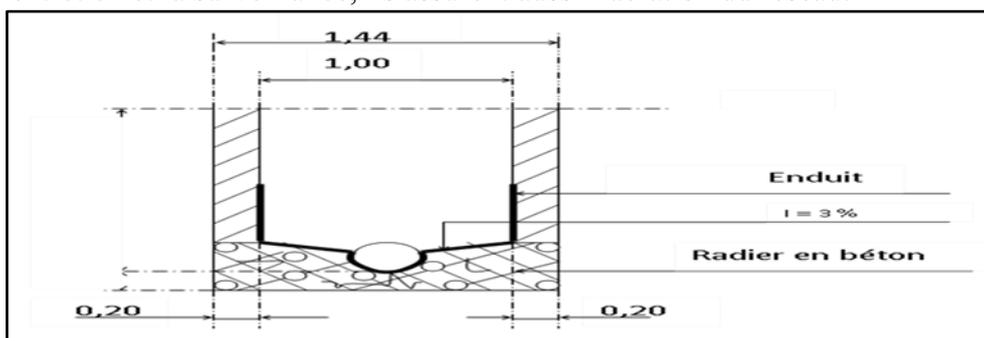
- **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique :** Ce type de bouche d'égout, permet l'entrée des eaux dans le réseau, soit au moyen d'un siphon, soit directement par sur verse au-dessus du seuil du puisard de décantation.
- **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et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

- **La bouche d'égout à grille seule :** Les bouches d'égout à grille seule, s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.



**Figure VI.24** Exemple d'une bouche d'égout sans décantation

- **Les fossés :**  
Les fossés sont destinés à la recueille des eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.
- **Les caniveaux :**  
Les caniveaux sont destinés à collecter jusqu'à des bouches d'égout les eaux de la voirie. En cas d'existence d'un trottoir, ils sont constitués par une bordure ou par une surface pavée ou une dalle préfabriquée.
- **Les regards :**  
Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent au personnel d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau.



**Figure VI.25** Exemple d'un regard simple

- **Fonction :**

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

- **Emplacement :**

Un regard doit être installé sur les canalisations :

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

- **Types de regards :**

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

### III.2 Les ouvrages spéciaux :

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

➤ **Les déversoirs d'orages :**

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.

- **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 lâcheurs 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.
  - **Les Types des déversoirs d'orage :**
- **Détermination selon le nombre de seuils :**
  - a) **Déversoirs à seuil simple :** Le seuil est placé d'un seul côté de l'ouvrage. Ce type de Déversoirs représente environ 85% des déversoirs à seuil.
  - b) **Déversoirs à seuil double :** Le seuil est placé de chaque côté de l'ouvrage. Ce type de déversoir représente environ 15% des déversoirs à seuil. Ce sont des déversoirs suspendus.
- **Détermination selon la position du seuil par rapport à la conduite amont :**
  - a) **Déversoirs à seuil latéral :** Dans le cas du déversoir à seuil latéral pur, le seuil est rectiligne et strictement parallèle à l'écoulement
  - b) **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.
  - c) **Déversoirs à seuil dit "intermédiaire" :** Ce sont les déversoirs qui ont des seuils qui ne sont pas purement rectilignes : seuil rectiligne avec angle intermédiaire (41%), seuil brisé (4%) ou seuil curviligne (18%).
  - d) **Déversoir by pass :** Ce type de déversoir permettant d'évacuer vers le milieu naturel les pointes de ruissellement de manière à dégager le réseau aval ; assurer le partage du flux polluant entre le milieu naturel et collecteur aval ; envoyer les eaux excédentaires lors des orages vers un autre collecteur en assurant un rôle de maillage du réseau Pour avoir la capacité de transports ;prélever les eaux de temps sec pour les envois vers un égout des eaux, transformation de la partie aval du collecteur unitaire en collecteur semi-pluvial, possible qu'avec un vannage.

- **Les ouvrages annexe du déversoir d'orage :**

- **Les grilles et les dégrilleurs :**

Pour éviter l'intrusion d'éléments susceptibles de perturber l'écoulement ; il convient de placer les dégrilleurs à l'entrée des déversoirs d'orage.

Leur rôle est de retenir les corps les plus volumineux transportés par les effluents pluviaux ou par les effluents d'eaux usées lors de leur écoulement dans le réseau.

Ces ouvrages sont très efficaces en amont des bassins de dessablement, les déversoirs d'orage et les stations de relevage.

Les grilles servent à retenir les matières grossières charriées par l'eau qui pourraient nuire à l'efficacité du traitement. Elles se composent des grilles à barreaux placés en biais dans le canal et sont en fer plat simple ou profilé ou bien en fer rond.

Pour éviter des inondations lors de l'engorgement de la grille par des pluies soudaines ou un manquement est attentif, chaque grille est équipée d'un by-pass.

La vitesse d'écoulement entre les barreaux de la grille ne doit pas dépasser (0.5 à 1.5) m/s.

Les grilles peuvent être fixes ou mobiles, avec nettoyage installé à des profondeurs faibles. On distingue des grilles verticales et inclinées. L'écartement (e) entre les barreaux de la grille est fonction de la finesse de tamisage qu'on désire obtenir.

Dans certaines installations l'encrassement des grilles crée une perte de charge qui fait monter le niveau amont.

- **Dessableur :**

Les dessableurs sont des ouvrages qui permettent d'éliminer les matières facilement décantables qui sont véhiculées par les eaux usées et pluviales (le plus souvent du sable).

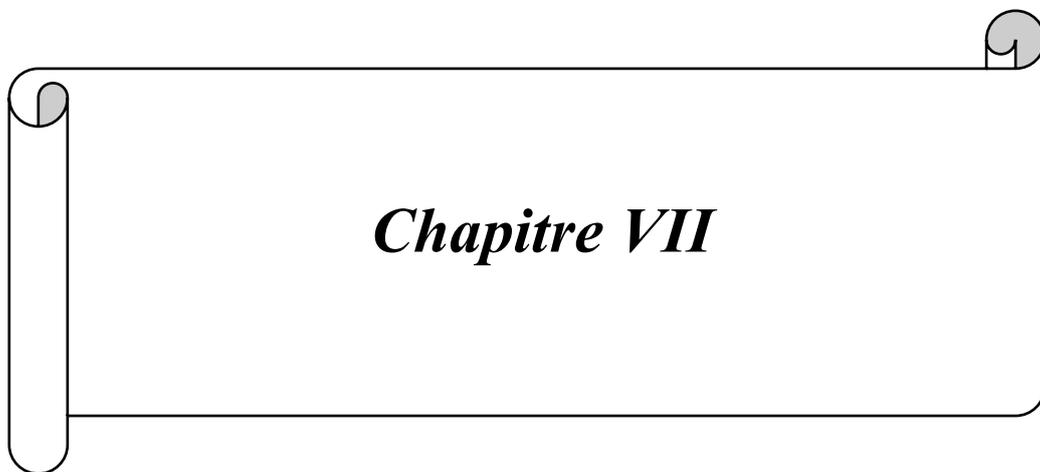
Il pourra néanmoins être nécessaire de les placer sur le réseau d'assainissement pour la protection des ouvrages contre :

- Le frottement au niveau des collecteurs et pompes.
- Les pertes en volume utilisables dues aux dépôts qui se forment rapidement.

**IV. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a cité les éléments constitutifs du réseau d'égout, et on a projeté des bouches d'égout, des regards et une fosse septique.

Ainsi pour les ouvrages principaux, notre choix a été fait pour les canalisations en PVC afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation.



***Chapitre VII***

***Organisation de chantier***

## Chapitre VII

### I. 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 de commencer sa réalisation.

Dans le but de rechercher la rapidité, la qualité, et l'économie dans la réalisation de notre projet il faut suivre les règles de l'organisation du chantier en général.

Le financement étant assuré par le maître d'ouvrage. Celui-ci, ou son délégué (maître d'œuvre), doit surveiller l'exécution des travaux conformément aux prescriptions contenues dans les documents contractuels, ainsi qu'aux règles de l'art.

### II. Les étapes du projet :

#### II.1 Manutention et stockage des conduites :

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

➤ **Stockage :**

Pour le stockage du matériel, il faut absolument respecter ces consignes :

- L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane ;
- L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile ;
- La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m ;
- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (La décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques) ;
- Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation ;
- Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques ;
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur.

#### II.2 Décapage de la terre végétale :

C'est une opération préliminaire, qui consiste à éliminer la couche superficielle du sol (les dix (10) premiers centimètres de la surface) constituée principalement de matière végétale.

#### II.3 Exécution des tranchées et des fouilles des regards :

La largeur de la tranchée dépend essentiellement des dimensions extérieures et du type d'emboîtement des tuyaux, de la fondation, de l'espace minimum nécessaire entre la canalisation et la paroi de la tranchée pour réaliser une pose correcte et un remblayage latéral de compacité adéquate, de la profondeur de pose de la place disponible pour l'exécution des

fouilles, de la nature des terrains rencontrés, notamment si les terrassements ne sont pas réalisés à l'abri d'un blindage.

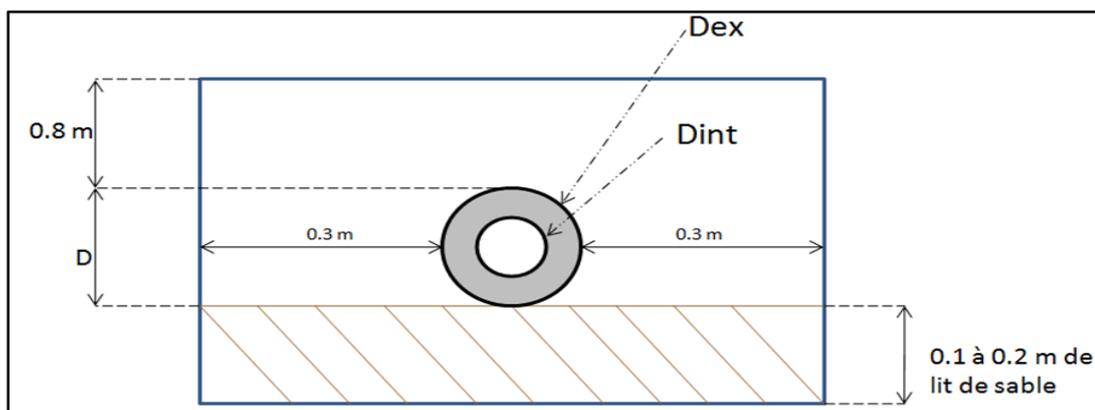
L'exécution des fouilles pour les regards et les tranchées est réalisée par une pelle mécanique équipée en rétro de l'aval vers l'amont du réseau. Les aptitudes de la pelle rétro sont :

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

#### II.4 Aménagement du lit de sable :

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.



**Figure VII.26** Pose du lit de sable

### **II.5 Emplacement 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.

### **II.6 Pose de canalisation :**

Durant la pose de canalisation, il faut vérifier que :

- La décente du tuyau se fait dans une fouille blindée.
- Les surfaces des abouts doivent être débarrassés.
- Les joints doivent être vérifiés et nettoyés.

### **II.7 Assemblage des canalisations :**

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

### **II.8 Essai d'étanchéité :**

Une fois les conduites posées au fond des tranchées, un essai d'étanchéité est effectué en utilisant de l'eau, de l'air ou de la fumée.

### **II.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.

### **II.10 Réalisation des branchements :**

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

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

### **II.11 Remblayage et compactage :**

Pour assurer la protection de la canalisation, et la transmission des charges, on doit effectuer un remblayage avec un matériau similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latéral.

## **III. 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.

Le choix des engins est très important dans la réalisation des travaux, chaque opération à un engin qui lui convient.

➤ **Pour le décapage :**

Pour le décapage de la terre végétale on utilise la « niveleuse » sur les terrains facile à décapé, elle est constituée d'un tracteur à quatre roues dans deux prolongé vers l'avant, une lame montée sur une couronne et par rapport à laquelle elle peut tourner ou se déplacer dans son prolongement dans toutes directions.



**Figure VII.27** Niveleuse

Dans les terrains difficiles on utilise le « Bulldozer » :



**Figure VII.28** Bulldozer

➤ **Pour l'excavation des tranchées :**

On utilise une pelle équipée en rétro. Les Pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Dans les terrains difficiles on doit utiliser une pelle à chenille.



**Figure VII.29** Pelle à chenille

➤ **Pour le remblaiement des tranchées :**

Le remblayage a été fait en utilisant une chargeuse, qui comporte un corps automoteur articulé, et une benne de grande taille à l'avant.



**Figure VII.30** Chargeuse

➤ **Pour le compactage :**

Le compactage de la terre après remblayage a été fait avec un compacteur à rouleaux lisses, qui est un engin lourd, qui tasse la terre sous lui grâce à un ou plusieurs rouleaux en fonte.



**Figure 7.6** Compacteur à rouleaux lisses

**IV. Détermination des volumes des travaux :**

**IV.1 Volume du décapage de la couche végétale :**

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

Tel que :

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

**IV.2 Volume du déblai des tranchées :**

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

Tel que :

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

**IV.3 Volume occupé par le lit de sable :**

$$V_{ls} = e \times L \times B \dots\dots\dots(VII.3)$$

Avec :

- $V_{ls}$  : 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).

**IV.4 Volume occupé par la conduite :**

$$V_{cond} = (\pi \times D_{ext}/4) \times L \dots\dots\dots(VII.4)$$

Avec :

- $V_{cond}$  : volume occupé par les conduites (m<sup>3</sup>).
- $D_{ext}$  : diamètre extérieur de la conduite (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**IV.5 Volume de l'enrobage :**

$$V_e = H_e \times L \times B \dots\dots\dots(VII.5)$$

Avec :

- $H_e$  : hauteur d'enrobage
- $B$  : Largeur de la tranchée (m).
- $L$  : longueur totale de la tranchée (m).

**IV.6 Volume du remblai de protection :**

$$V_{rem} = V_d - (V_{cond} + V_{déc} + V_{ls}) \dots\dots\dots(VII.6)$$

Avec :

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

**IV.7 Volume excédentaire :**

$$V_{exc} = V_f - V_{rem} \dots\dots\dots(VII.7)$$

Tel que :

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

Sachant que :

$$V_f = V_d \times K_f \dots\dots\dots(VII.8)$$

Avec :

- $K_f$  : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol.

V. Devis quantitatifs et estimatif :

LOT N° 01 : ZMALA (01) « ALI BEN YAHIA »

N°	Désignations des travaux	Unité	quantité	P. U	MONTANT
<b>A- TERRASSEMENT</b>					
1	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs (voir profils en long) dans un terrain de toutes natures, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	6875	250,00	1 718 750,00
2	Transport des terres excédentaires à la décharge publique désignée par l'administration.	m <sup>3</sup>	1205	100,00	12 500,00
3	Reprise des remblais en couches successives de 20 cm y compris compactage, arrosage, et remise en état et réfection de chaussées, accotements, trottoirs et pistes et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	5670	200,00	1 134 000,00
4	Fourniture et pose de lit de sables 0,15 m	m <sup>3</sup>	210	1000,00	210 000,00
5	Fourniture et pose de lit de béton de propriété 0,10 m	m <sup>3</sup>	45	8 000,00	360 000,00
<b>Sous total (01)</b>					<b>3 435 250,00</b>
<b>B- CANALISATION</b>					
6	Fourniture, transport et pose de canalisations y compris les joints élastomères et essais hydrauliques et toutes sujétions de bonne exécution				
	Ø 315mm PVC	ml	2510	3 200,00	8 032 000,00
	Ø 400 mm PVC	ml	525	4 600,00	2 415 000,00
	Ø 500 mm PVC	ml	1170	5 200,00	6 084 000,00
	Ø 630 mm PVC	ml	800	6 000,00	4 800 000,00
	Ø 800 mm BA	ml	510	7 200,00	3 672 000,00
<b>Sous total (02)</b>					<b>25 003 000,00</b>
<b>C-OUVRAGES EN LIGNES</b>					
7	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,2 x 1,2 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø 315, Ø 400 ; Ø 500 ; Ø 630) et Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0, 85).	U	116	68 000,00	7 888 000,00
8	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,5 x 1,5 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø800) et Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0, 85).	U	37	90 000,00	3 330 000,00

9	Réalisation d'un ouvrage de rejet sur conduite DN800 en BA, voile épaisseur = 0,20 m, armé en deux nappes d'acier, avec protection des quatre côtés en gabion y compris toutes sujétions de bonne exécution	U	1	80 000,00	80 000,00
<b>Sous total (03)</b>					<b>11 298 000,00</b>
<b>D- Bassin de Décantation</b>					
10	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs dans un terrain ordinaire, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	115	250,00	28 750,00
11	Remblaiement en terre autour de l'ouvrage	m <sup>3</sup>	35	300,00	10 500,00
12	Confection, montage et démontage de coffrage plan pour dalles et murs.	m <sup>3</sup>	120	700,00	84 000,00
13	Lit de béton ép.0, 10m dosé à 200 kg/m3 y compris toute suggestion.	m <sup>3</sup>	4	35 000,00	140 000,00
14	Béton armé dosé à 350 kg/m3	m <sup>3</sup>	32	50 000,00	1 600 000,00
15	Enduit en ciment	m <sup>2</sup>	130	2 000,00	260 000,00
16	F/P Couvertures en acier	U	4	30 000,00	120 000,00
17	F/P Clôture en grillage métallique de 2 m de hauteur	m <sup>2</sup>	160	800,00	128 000,00
18	Rejet des terres excédentaires à la décharge publique	m <sup>3</sup>	103	300,00	30 900,00
<b>Sous total (04)</b>					<b>2 402 150,00</b>
<b>Total (H.T)</b>				<b>42 138 400,00</b>	
<b>T.V.A (19%)</b>				<b>8 006 296,00</b>	
<b>Total (T.T.C)</b>				<b>50 144 696,00</b>	
<b>Total (T.T.C) Arrondie</b>				<b>50 144 700,00</b>	

LOT N° 02 : ZMALA (02) « CHAHHMA »

N°	Désignations des travaux	Unité	quantité	P. U	MONTANT
<b>A- TERRASSEMENT</b>					
1	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs (voir profils en long) dans un terrain de toutes natures, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	5570	250,00	1 392 500,00
2	Transport des terres excédentaires à la décharge publique désignée par l'administration.	m <sup>3</sup>	780	100,00	78 000,00
3	Reprise des remblais en couches successives de 20 cm y compris compactage, arrosage, et remise en état et réfection de chaussées, accotements, trottoirs et pistes et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	4795	200,00	959 000,00
4	Fourniture et pose de lit de sables 0,10 m	m <sup>3</sup>	145	1000,00	145 000,00
5	Fourniture et pose de lit de béton de propriété 0,10 m	m <sup>3</sup>	25	8 000,00	200 000,00
<b>Sous total (01)</b>					<b>2 774 500,00</b>
<b>B- CANALISATION</b>					
6	Fourniture, transport et pose de canalisations y compris les joints élastomères et essais hydrauliques et toutes sujétions de bonne exécution				
	Ø 315mm PVC	ml	2410	3 200,00	7 712 000,00
	Ø 400 mm PVC	ml	320	4 600,00	1 472 000,00
	Ø 500 mm PVC	ml	35	5 200,00	182 000,00
	Ø 630 mm PVC	ml	845	6 000,00	5 070 000,00
	Ø 800 mm BA	ml	275	7 200,00	1 980 000,00
<b>Sous total (02)</b>					<b>16 416 000,00</b>
<b>C-OUVRAGES EN LIGNES</b>					
7	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,2 x 1,2 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø 315, Ø 400 ; Ø 500 ; Ø 630) et Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0,85).	U	109	68 000,00	7 412 000,00
8	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,5 x 1,5 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø800) et	U	7	90 000,00	630 000,00

	Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0,85).				
10	Réalisation d'un ouvrage de rejet sur conduite DN800 en BA, voile épaisseur = 0,20 m, armé en deux nappes d'acier, avec protection des quatre côtés en gabion y compris toutes sujétions de bonne exécution	U	1	80 000,00	80 000,00
<b>Sous total (03)</b>					<b>8 122 000,00</b>
<b>D- Bassin de Décantation</b>					
13	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs dans un terrain ordinaire, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	115	250,00	28 750,00
14	Remblaiement en terre autour de l'ouvrage	m <sup>3</sup>	35	300,00	10 500,00
15	Confection, montage et démontage de coffrage plan pour dalles et murs.	m <sup>3</sup>	120	700,00	84 000,00
16	Lit de béton ép.0, 10m dosé à 200 kg/m <sup>3</sup> y compris toute suggestion.	m <sup>3</sup>	4	35 000,00	140 000,00
17	Béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	32	50 000,00	1 600 000,00
18	Enduit en ciment	m <sup>2</sup>	130	2 000,00	260 000,00
19	F/P Couvertures en acier	U	4	30 000,00	120 000,00
20	F/P Clôture en grillage métallique de 2 m de hauteur	m <sup>2</sup>	160	800,00	128 000,00
21	Rejet des terres excédentaires à la décharge publique	m <sup>3</sup>	103	300,00	30 900,00
<b>Sous total (04)</b>					<b>2 402 150,00</b>
<b>Total (H.T)</b>				<b>29 714 650,00</b>	
<b>T.V.A (19%)</b>				<b>5 645 783,5</b>	
<b>Total (T.T.C)</b>				<b>35 360 433,5</b>	
<b>Total (T.T.C) Arrondie</b>				<b>35 360 400,00</b>	

**LOT N°03 : KRAOUACHE ET KADOUR BEN YAHIA**

N°	Désignations des travaux	Unité	quantité	P. U	MONTANT
<b>A- TERRASSEMENT</b>					
1	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs (voir profils en long) dans un terrain de toutes natures, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	3510	250,00	877 500,00
2	Transport des terres excédentaires à la décharge publique désignée par l'administration.	m <sup>3</sup>	535	100,00	53 500,00
3	Reprise des remblais en couches successives de 20 cm y compris compactage, arrosage, et remise en état et réfection de chaussées, accotements, trottoirs et pistes et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	3285	200,00	657 000,00
4	Fourniture et pose de lit de sables 0,10 m	m <sup>3</sup>	140	1000,00	140 000,00
<b>Sous total (01)</b>					<b>1 728 000,00</b>
<b>B- CANALISATION</b>					
5	Fourniture, transport et pose de canalisations y compris les joints élastomères et essais hydrauliques et toutes sujétions de bonne exécution				
	Ø 315mm PVC	ml	1775	3 200,00	5 680 000,00
	Ø 400mm PVC	ml	1140	4 600,00	5 244 000,00
	Ø 500mm PVC	ml	595	5 200,00	3 094 000,00
<b>Sous total (02)</b>					<b>14 018 000</b>
<b>C-OUVRAGES EN LIGNES</b>					
6	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,2 x 1,2 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø 315, Ø 400 ; Ø 500) et Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0, 85).	U	85	68 000,00	5 780 000,00
7	Traversée de route y compris toutes surjections pour la bonne d'exécution	MI	10	16 000,00	160 000,00
8	Réalisation d'une fosse septique en béton armé suivant plan en annexe	U	1	2 650 000,00	2650 000,00
<b>Sous total (03)</b>					<b>8 590 000,00</b>
<b>Total (H.T)</b>				<b>24 336 000,00</b>	
<b>T.V.A (19%)</b>				<b>4 623 840,00</b>	
<b>Total (T.T.C)</b>				<b>28 959 840,00</b>	
<b>Total (T.T.C) Arrondie</b>				<b>28 959 800,00</b>	

LOT N°04 : CHEKALIL

N°	Désignations des travaux	Unité	quantité	P. U	MONTANT
<b>A- TERRASSEMENT</b>					
1	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs (voir profils en long) dans un terrain de toutes natures, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	6745	250,00	1 686 250,00
2	Transport des terres excédentaires à la décharge publique désignée par l'administration.	m <sup>3</sup>	1030	100,00	103 000,00
3	Reprise des remblais en couches successives de 20 cm y compris compactage, arrosage, et remise en état et réfection de chaussées, accotements, trottoirs et pistes et toutes sujétions de bonne exécution.	m <sup>3</sup>	5715	200,00	1 143 000,00
4	Fourniture et pose de lit de sables 0,10 m	m <sup>3</sup>	235	1000,00	235 000,00
<b>Sous total (01)</b>					<b>3 167 250,00</b>
<b>B- CANALISATION</b>					
5	Fourniture, transport et pose de canalisations y compris les joints élastomères et essais hydrauliques et toutes sujétions de bonne exécution				
	Ø 315mm PVC	ml	3445	3 200,00	11 024 000,00
	Ø 400 mm PVC	ml	845	4 600,00	3 887 000,00
	Ø 500 mm PVC	ml	310	5 200,00	1 612 000,00
	Ø 630 mm PVC	ml	2150	6 000,00	12 900 000,00
<b>Sous total (02)</b>					<b>29 423 000,00</b>
<b>C-OUVRAGES EN LIGNES</b>					
6	Réalisation de regards de visite en béton armé dosé à (350 Kg/m <sup>3</sup> ) en double nappe y compris coffrage, ferrailage de dimensions intérieurs 1,2 x 1,2 et de profondeur (Variable) y compris échelles métalliques et toutes sujétions de bonne exécution (Ø 315, Ø 400 ; Ø 500 ; Ø 630) et Fourniture et pose de tampons en fonte série lourde (0,85x0,85).	U	150	68 000,00	10 200 000,00
7	Réalisation d'un ouvrage de rejet sur conduite DN630 en PVC, voile épaisseur = 0,20 m, armé en deux nappes d'acier, avec protection des quatre côtés en gabion y compris toutes sujétions de bonne exécution	U	1	80 000,00	80 000,00
8	Traversée de route y compris toutes surjections pour la bonne d'exécution	ml	20	16 000,00	320 000,00
<b>Sous total (03)</b>					<b>10 600 000,00</b>

<b>D- Bassin de Décantation</b>					
9	Terrassement en tranchées avec engins mécaniques, de profondeurs dans un terrain ordinaire, dressement de parois et nivellement des fonds.	m <sup>3</sup>	115	250,00	28 750,00
10	Remblaiement en terre autour de l'ouvrage	m <sup>3</sup>	35	300,00	10 500,00
11	Confection, montage et démontage de coffrage plan pour dalles et murs.	m <sup>3</sup>	120	700,00	84 000,00
12	Lit de béton ép.0, 10m dosé à 200 kg/m <sup>3</sup> y compris toute suggestion.	m <sup>3</sup>	4	35 000,00	140 000,00
13	Béton armé dosé à 350 kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	32	50 000,00	1 600 000,00
14	Enduit en ciment	m <sup>2</sup>	130	2 000,00	260 000,00
15	F/P Couvertcles en acier	U	4	30 000,00	120 000,00
16	F/P Clôture en grillage métallique de 2 m de hauteur	m <sup>2</sup>	160	800,00	128 000,00
17	Rejet des terres excédentaire à la décharge publique	m <sup>3</sup>	103	300,00	30 900,00
<b>Sous total (04)</b>					<b>2 415 900,00</b>
<b>Total (H.T)</b>				<b>45 606 150,00</b>	
<b>T.V.A (19%)</b>				<b>8 665 168,50</b>	
<b>Total (T.T.C)</b>				<b>54 271 318,50</b>	
<b>Total (T.T.C) Arrondie</b>				<b>54 271 300,00</b>	

**Tableau De Devis Récapitulatif**

N°	LOTS	PRIX EN T.T.C
01	LOT N°01: ZMALA 01 "ALI BEN YAHIA "	50 144 700,00 DA
02	LOT N°02 : ZMALA 02 "CHAHMA "	35 360 400,00 DA
03	LOT N°03: KRAOUACHE ET KADOUR BEN YAHIA	28 959 800,00 DA
04	LOT N°04 : CHEKALIL	54 271 300,00DA
<b>Totale (T.T.C)</b>		<b>168 736 200,00 DA</b>

**Le Présent Devis Est Arrêté En Toutes Taxes Comprises A La Somme de :**  
**Cent Soixante-Huit Millions Sept Cent Trente-Six Mille Deux Cent Dinars Algériens**  
**(168 736 200,00 DA).**

**VI. Conclusion :**

On a conclu que l'organisation du chantier à pour but : La rapidité d'exécution selon les moyens existants tout en assurant une qualité de travail satisfaisante et en évitant les incidents financiers.

L'étude estimative des volumes des travaux nous permet d'établir un devis quantitatif et estimatif qui nous aide à évaluer le coût total de notre projet estimé à 168 736 200,00 DA.



***Gestion, entretien et exploitation***  
***du réseau***

## Chapitre VIII

### I. Introduction

Le bon fonctionnement d'un réseau d'assainissement nécessite un entretien efficace des systèmes de collecte et de traitement et leur maintien en bon état. Pour cela, la notion de gestion, maintenance et exploitation et les opérations d'entretien et de contrôle à effectuer sur les ouvrages et les installations du système d'assainissement seront élaborées dans ce qui suit.

### II. Gestion des systèmes d'assainissement :

La gestion d'un réseau d'assainissement a pour principaux rôles d'assurer :

- La pérennité des ouvrages par des opérations de conservation,
- L'entretien courant des réseaux et des ouvrages mécaniques par des interventions de nettoyage, de dépannage et de maintenance,
- L'exploitation par la régulation et la synchronisation : collecte – transfert – traitement.

### III. Travaux de gestionnaire :

#### III.1 Connaissance du réseau :

Il faut connaître :

- Le tracé exact de celui-ci.
- Toutes ces caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse...etc.).
- Toutes ces caractéristiques topographiques. (Pente, côte...etc.).

#### III.2 Surveillance du réseau :

Les réseaux publics d'assainissement font l'objet d'un entretien constant et de contrôles, afin d'éviter tout déversement d'eaux usées dans le milieu naturel ou dans les habitations.

Elle se fait en continu par des opérations d'inspection périodiques et qu'on double après chaque évènement exceptionnel (inondation, pluie torrentielle).

#### III.4 Opérations périodiques d'entretien :

Les opérations périodiques d'entretien permettent d'assurer le bon fonctionnement et le bon état des ouvrages ainsi que le bon écoulement et la bonne distribution des eaux usées prétraitées jusqu'au dispositif de traitement. Par cette opération, nous vérifions l'accumulation normale des boues, des flottants et leur évacuation.

#### III.5 L'entretien du réseau :

Le réseau d'assainissement demande un entretien quotidien pour un bon fonctionnement, à savoir :

- Le curage des réseaux ;
- L'extraction des boues ;
- L'évacuation des déchets ;
- La révision des organes mécaniques.

Le premier souci est de déterminer quelles sont les opérations d'entretien et les coûts qu'elles engendrent. Il faut toutefois définir le minimum d'interventions en dessous duquel on ne doit pas descendre sans altérer la qualité du service, en particulier :

- Le nettoyage et l'entretien préventif des ouvrages ;
- Les contrôles et manœuvres des appareillages : vannes, pompes... ;
- Les relevés de mesures hydrauliques et de la pollution

Les pratiques traditionnelles ont beaucoup évolué et les services d'entretien font de plus en plus appel aux moyens mécanisés, engins de nettoyage : cureuses, aspiratrices... dont la plupart sont parfaitement adaptés et résultent de l'expérience et des compétences affirmées des agents.

La visite des réseaux visitables par les égoutiers n'est pas changée, bien que les conditions de travail se soient améliorées. Par contre, l'inspection des réseaux non visitables ou ensablés s'effectue en introduisant une caméra qui projette les images vues de l'intérieur des conduites sur un écran.

Les fissures, la défection des joints..., entraînent des infiltrations d'eaux qui par exemple dans une branche de petite section (< 500mm) peuvent atteindre par kilomètre dix litres par seconde.

Les techniques de réparation des conduites et des ouvrages ont-elles aussi évoluées, divers procédés et technologies donnent satisfaction, citons les plus utilisés :

- Les traitements par injection dans les fissures ou joints de manière à étancher la canalisation.  
Les produits utilisés : mortier de ciment, résines époxy, gel de composants chimiques, mastic bitumineux..., sont très résistants aux éléments corrosifs spécifiques aux égouts.
- Les revêtements internes des conduites par enduit ou mortier de ciment. On distingue en complément aux méthodes traditionnelles deux techniques :
  - Par compression, le traitement se fait par tronçon de 50 à 100m, après nettoyage on introduit une masse de mortier calculée pour être environ le double du volume nécessaire au revêtement. L'outil enduiseur pousse devant lui la masse de mortier qui pénètre dans le trou ;
  - Par centrifugation, la technique consiste à projeter le mortier sur les parois intérieures de la conduite et à lisser ensuite l'enduit.
- Le gainage plastique s'applique aux canalisations de toutes natures : grès, ciment, amiante ciment, fonte..., et de toutes sections. La technique est simple, elle consiste à mettre en place une gaine imprégnée d'une résine polyester que l'on polymérise (durcissement de la gaine) et qui se transforme en tube à l'intérieur de la canalisation.

#### **IV. Travaux spécifiques :**

##### **IV.1 Désodorisation :**

Le réseau d'égouts est un milieu favorable à la formation de bactéries qui dégagent des mauvaises odeurs, pour y remédier il faut bien aérer le réseau ou injecter de l'oxygène liquide.

##### **IV.2 Détection des eaux parasites :**

Une eau parasite est une eau qui transite dans un réseau d'assainissement non conçu pour la recevoir.

Ce terme est utilisé pour désigner une eau claire (généralement très peu polluée), introduite dans un système d'assainissement, on parle alors d'intrusion d'eaux claires parasites.

Une visite approfondie du réseau permettra de détecter les points d'entrées ponctuels et diffus principaux d'eaux claires parasites dans les réseaux.

##### **IV.3 Réhabilitation des réseaux :**

Un réseau d'assainissement est considéré comme inexploitable lorsque les préjudices qu'il cause au milieu naturel ou aux citoyens ne sont plus tolérables, dans un tel cas on a deux choix soit le réparer ou le changer. Le remplacement d'un réseau d'assainissement s'avère très coûteux et les travaux de réalisation causent beaucoup plus de désagrément que lors de la réparation. Les travaux de réhabilitation que, peut entreprendre le gestionnaire est le rétablissement d'un ouvrage détérioré, afin de remplir à nouveau et dans les conditions normales d'usage ses fonctions initiales.

##### **➤ Technique de réhabilitation :**

Jusqu'à un passé récent, la réhabilitation de l'état d'un tronçon détérioré s'effectuait par le remplacement de la canalisation. Le coût et la gêne causée ont amplement contribué au développement de nouvelles techniques.

- **Le fraisage des obstacles intérieurs :**

C'est une opération destinée à l'élimination des racines d'arbres qui s'introduisent Par les joints, l'opération est effectuée par une brosse circulaire dure qu'est Actionnée par un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal.

- **Le tubage intérieur :**

Cette technique est adoptée pour les conduites ayant un diamètre de 1000 mm ou plus. Son principe consiste à placer des tuyaux à l'intérieur de la canalisation.

L'assemblage se fait par collage, par emboîtement, par joint caoutchouc.

- **Le grainage intérieur :**

Ce procédé est utilisé pour les conduites de diamètre allant de 200 à 1000 mm, avant la mise en place de la gaine, Une inspection de la canalisation est effectuée par une caméra TV. A l'intérieur de la conduite est placée une gaine qu'on gonfle avec de l'air sous pression (de 0,1 à 0,5 bar).

- **L'injection de produits colmatant :**

Cette technique est utilisée pour les conduites de gros diamètres, elle consiste à Projeter par centrifugation une couche de mortier de ciment où résine qui se stabilise à l'état de gel ce qui permet d'obturer tout trou ou fissure.

- **Le chemisage extérieur :**

L'opération est appliquée pour les canalisations traversant des terrains marécageux, ou des sols agressifs. Elle consiste à enrober la canalisation d'une gaine étanche et qui résiste aux attaques chimiques, la gaine est ensuite entourée par une couche de sable pour faciliter le drainage des eaux qui se stagnent autour de la conduite.

## **V. Exploitation du réseau :**

Une bonne exploitation est une réalité quotidienne indispensable au bon fonctionnement des réseaux, en vue de mettre en place une organisation et une planification de ces moyens pour assurer un entretien efficace, périodique et durable.

### **V.1 Objectif de l'exploitation :**

En relation permanente avec les élus, les services administratifs, les sociétés privées..., l'exploitant de réseau joue un rôle prépondérant dans le bon fonctionnement du système d'assainissement et se doit d'être toujours disponible (astreintes) pour satisfaire l'ensemble des utilisateurs du réseau.

### V.2 Tache de l'exploitation :

L'exploitant de réseau organise, dirige et veille au fonctionnement optimum des réseaux qu'il a en charge, ainsi qu'au maintien de la qualité des eaux rejetées.

Pour remplir les fonctions qui lui sont attribuées, l'exploitant de réseau :

- Surveille et contrôle régulièrement la gestion et l'exploitation du réseau et des Stations d'épuration.
- S'assure en permanence que le réseau est bien adapté au volume des eaux traitées Et à la nature des rejets.
- Veille à la bonne application des directives de la Loi sur l'eau, et en particulier à la Remise aux normes des stations d'épuration en lançant les études nécessaires à de potentielles réhabilitations.
- Gère l'exploitation des données techniques pour améliorer la qualité des réseaux et Les performances des équipements.

### V.3 Technique de l'exploitation du réseau :

Les réseaux d'assainissement, qui véhiculent à faible vitesse de débits en temps sec et petites pluies, nécessitent, pour qu'ils soient protégés des dépôts et de l'encrassement, des opérations de curage coûteuses.

Les techniques et les moyens susceptibles d'être mis en œuvre sont variables en fonction des contraintes, la plus importante est l'accessibilité à l'intérieur d'ouvrages.

#### ➤ **Matériels de curage d'ouvrages visitables :**

- a) **Manuels :** Ce système est utilisé dans les égouts à sec, dans les chambres de dessablement. Le matériel employé est : la pelle, la pioche, la brouette et le treuil de remontée.
- b) **Système de chasse :** Le principe de ce système consiste, en obturant l'égout par une vanne, à provoquer la montée et le stockage des eaux circulant dans le collecteur et, par un ajustage plus ou moins grand à la partie intérieure de la vanne, à produire une augmentation de la vitesse réalisant ainsi un effet de chasse qui entraîne les sédiments jusqu'à un endroit où elles pourront être reprises et remontées à la surface. Il nécessite une grande expérience des ouvriers qui l'utilisent.
- c) **Aspiratrice :** Dans les égouts visitables, ce procédé ne peut être utilisé qu'en l'absence d'eau.

➤ **Matériels de curage d'ouvrages non visitables :**

• **Procédés manuels ou mécaniques :**

- a) **Chasse d'eau :** Dans ce cas, les têtes amont du réseau sont équipées de réservoirs de chasse automatique de 300 ou 600 l, qui se remplissent en permanence et qui, une fois pleins, se vident sous forme de chasse qui pousse les sédiments à l'aval. Le fonctionnement de ces réservoirs est souvent mauvais et l'abandon de ces appareils a été vivement recommandé à cause de leur consommation d'eau et leur efficacité limitée.
- b) **Par tringlage :** Le principe de ce procédé consiste à pousser un engin de désobstruction avec un jonc, dont on ajuste les éléments au fur et à mesure de l'avancement. Le jonc peut être remplacé par un flexible en rotation. Dans les deux (02) cas, la longueur de poussage ou de rotation est limitée.
- c) **Par boule :** C'est un moyen réservé aux collecteurs en charge, comme les siphons, ou ayant des hauteurs d'eaux importantes. Le curage se réalise par l'envoi d'une sphère dont le diamètre est plus petit que celui de la canalisation et dont le déplacement s'effectue sous l'effet de la poussée d'eau.

• **Procédés hydrodynamiques :**

- a) **Aspiration – vidange :** Elle est utilisée pour des opérations diversifiées de pompage des matériaux solides, liquides et pâteux stockés dans les ouvrages, chambres d'engouffrement, vidange des cuves, etc. chaque fois que les dépôts peuvent être atteints directement.
- b) **Hydro curage :** Permet le nettoyage ou le débouchage sous pression d'eau à l'aide d'engins hydrauliques qui se présentent sous des modèles différents :
  - Sur remorques avec citernes de 1000 litres.
  - Sur faux châssis destinés à être sur le plateau d'un camion-citerne de (1000 litres, 2000 litres, 3000 litres, 5000 litres).
  - Sur châssis automobiles avec citernes de 2000 à 6000 litres, les appareils de curage Hydrodynamiques fonctionnent suivant le mode ci-dessous :
    - Un tuyau en caoutchouc armé de nylon peut débiter 1.5 à 6 l / s d'eau propre, a une Pression comprise entre 40 et 150 bars / cm<sup>2</sup>.
    - Par une buse spéciale, un jet central dirigé vers l'avant désagrège les Boues et les matières en suspension.
    - Le travail de curage s'effectue de l'amont vers l'aval, l'entraînement des boues se fait Jusqu'au regard aval, et après son obturation, les boues seront aspirées à l'aide d'une aspiratrice.

- **Techniques nouvelles d'exploitation et d'élimination des produits de curage :**

L'idée de techniques nouvelles d'exploitation a pour concept :

- L'hydro cyclonage des dépôts.
- L'élimination des dépôts.

**a) L'hydro cyclonage des dépôts :** Dont le principe repose sur la séparation centrifuge des liquides et des particules de densités différentes.

L'installation mobile à mettre au point, opère par dilacération et pompage des dépôts dans les collecteurs. L'énergie de pression hydraulique injecte les boues à travers l'orifice d'entrée, dans le corps du cylindre de l'hydro cyclone, entraînant la masse en rotation, la force centrifuge engendrée augmente les vitesses de décantation et projette les particules les plus lourdes, en périphérie, ainsi sortant vers le sous verse, les sables et les autres corps plus lourds que l'eau.

Les fractions les plus légères et l'eau, situées au centre sont attirés vers là sur verse, on obtient donc une séparation des particules organiques et minérales, en vue de leur élimination.

**b) L'élimination des dépôts :** La solution d'élimination des dépôts consiste à :

- Séparer par hydro cyclonage les boues organiques des sables, ceux-ci étant ainsi lavés, peut être recyclés comme matériaux de fondation d'ouvrages, remblaiement...etc.
- Récupérer les huiles et les graisses pièges à la source, dans des appareils spécialisés, et à les éliminer par calcination.
- Retenir les flottants (plastiques ...etc.) éviter qu'ils se meulent aux boues, et procéder ; Par leur élimination par la filière des ordures ménagères.

L'opération de dépollution entamée si les ouvrages d'assainissement (réseaux, stations d'épuration, fosses septiques) ne sera achevée que lorsque le dernier gramme des résidus de celle-ci à engendrer aura trouvé sa destination finale dans des conditions satisfaisantes pour l'environnement.

La mise en place d'un contrôle centralisé entraîne les conséquences suivantes :

- Diminution des tâches routinières de surveillance.
- Enrichissement des tâches liées à la découverte de nouvelles techniques et à la Recherche d'une gestion technique optimum, la tâche de l'agent n'est plus de constater puis rendre compte, mais de rechercher l'exploitation des anomalies puis d'agir.

❖ L'exploitation devra prévoir :

- Un plan de formation du personnel, d'une ampleur suffisante.
- Une restriction de ces équipes, avec par exemple une responsabilité de la gestion

Quotidienne des équipements centralisés sur une équipe ayant une bonne connaissance globale de l'ensemble des ouvrages et de leur interaction.

➤ Organisation d'une maintenance préventive sur les équipements électromécaniques, Décentraliser par secteur géographique afin de limiter les temps de trajet.

#### **VI. Conclusion :**

Les réseaux d'assainissement nécessitent un entretien régulier et périodique préventif, et des interventions curatives ponctuelles en cas d'engorgement.

Vouloir gérer comprend quatre objectifs essentiels :

- Maximiser la collecte de pollution et la protection des milieux naturels ;
- Maximiser les capacités disponibles des ouvrages et installations ;
- Minimiser les dysfonctionnements et carence ;
- Minimiser les coûts d'investissement et d'exploitation.

# ***Conclusion générale***

CONCLUSION GÉNÉRALE

## **Conclusion générale :**

Dans ce mémoire nous avons conçu un système d'évacuation de la fraction ZMALA et CHEKALIL tout en assurant une protection sanitaire des populations.

Nous avons commencé par une présentation de la zone d'étude. Après, on a déterminé l'intensité moyenne maximale qui est de 221.94 L/s/ha, en utilisant les résultats obtenus par l'ajustement de la série pluviométrique à la loi de GALTON.

Le réseau que nous avons établi, est un réseau unitaire, avec un schéma d'évacuation par déplacement latéral.

Pour l'évaluation des débits des eaux usées, nous avons pris en considération les débits domestiques et publics vu qu'il n'y a pas des usines industrielles au niveau de la zone. Pour l'estimation des débits pluviaux, nous avons découpé la zone en 4 sous-bassins, choisi le coefficient de ruissellement en fonction des zones d'influence et opté pour la méthode rationnelle.

Nous avons choisi des conduites en PVC pour notre réseau et on a utilisé pour les ouvrages annexe une fosse septique et des bassins de décantation.

A la fin nous avons élaboré un devis quantitatif et estimatif afin d'évaluer le coût de projet qui est de **168 736 200,00 DA.**



## Références bibliographiques :

1. Salah B, 2014. « Assainissement des eaux usées et pluviales des agglomérations : A l'usage des étudiants de l'option Assainissement ». ENSH, Blida
2. Touaibia B, 2004. « Manuel pratique d'hydrologie ». Madani Frères, Blida.
3. Dr. BENLAOUKLI, 2015, « cours ODC, 5ème », ENSH, Blida.
4. ABABSA HASSAN, mémoire de fin d'études d'assainissement, diagnostic et réhabilitation du réseau d'assainissement de la ville de BIR CHOUHADA (OUM EL BOUAGHI), Université Larbi Ben M'hidi -OUM EL BOUAGHI- 2012
5. TOUAIBIA I., Mémoire de fin d'étude, Diagnostic et gestion du réseau d'assainissement Collecteur intercepteur de la commune de Blida, ENSH, Octobre (2008).
6. FETHALLAH KHALED et REMITA MOHAMED TAHAR, mémoire de fin d'étude, étude d'aménagement de l'oued de BOUKALI (C. EL ABADIA ; W. AIN DEFLA), université de Bejaïa, 2016.
7. CHAOUCHI Hayat et ELHAMICI Hanane, mémoire de fin d'étude, Etude géophysique par prospection électrique dans la région D'El Attaf-Wilaya de Ain defla, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana ,2019
8. Office de l'eau Martinique, L'assainissement collectif.
9. Instruction Technique, 1977. « Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations ». Imprimerie nationale, Paris.
10. REGIS, B « Les Réseaux D'assainissement »2008.

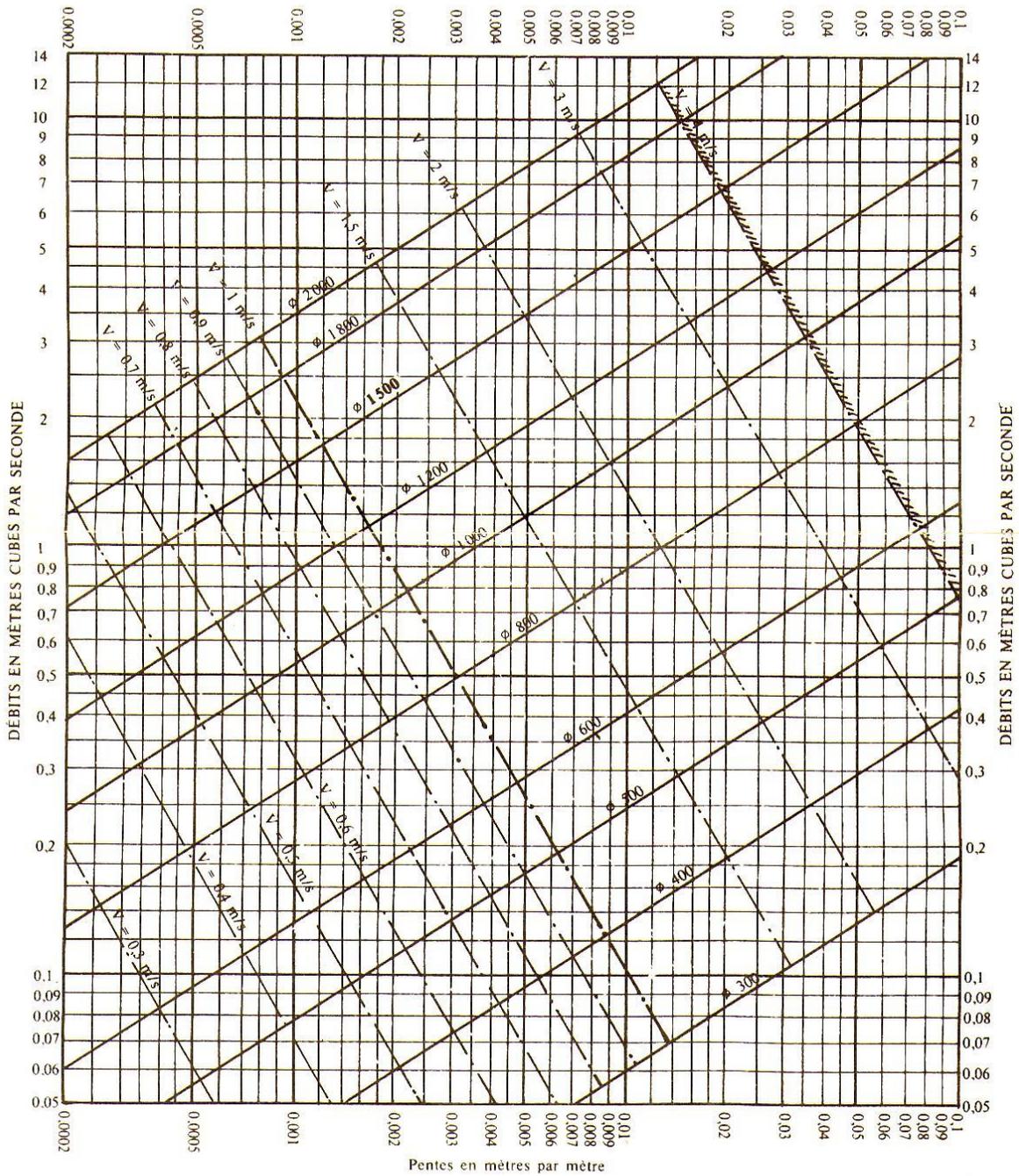
# ***Annexe***

ANNEXE

# Annexe 1 :

## ANNEXE VII

### RÉSEAUX PLUVIAUX EN SYSTÈME UNITAIRE OU SÉPARATIF (Canalisations circulaires – Formule de Bazin)



**Figure 1 :** Abaque de variation des diamètres et des vitesses en fonction de débit et de la Pente (D'après la formule de Bazin)

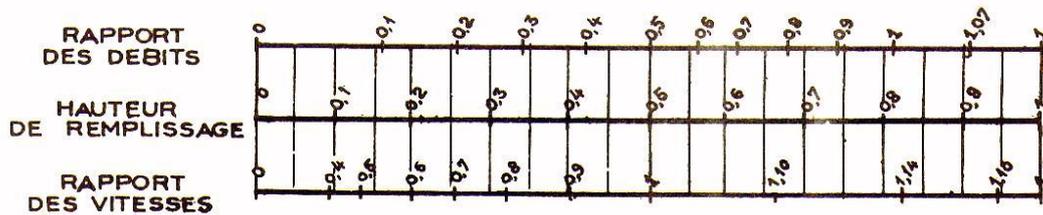
## Annexe 2 :

### ANNEXE X

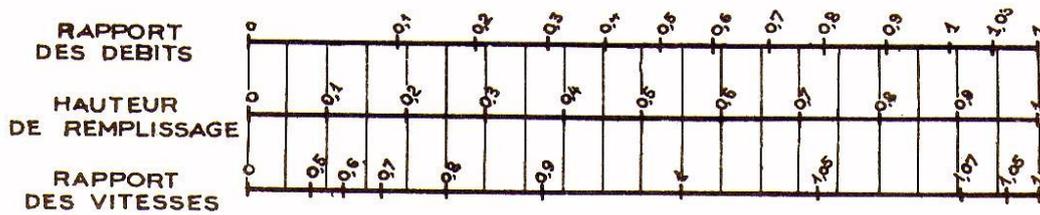
#### VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

##### a) Ouvrages circulaires



##### b) Ouvrages ovoïdes normalisés



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

**Figure 2 :** Abaque de variation des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de Remplissage (D'après la formule de Bazin)

## Annexe 3 :

**Tableau V.2** Dimensionnement du collecteur « A » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A26-A28	35.00	2.26%	0.278	346	500	0.738	3.758	0.376	0.911	0.408	3.424	204.0	2.1	1.1	Vérifié
A27-A28	40.00	4.99%	0.014	98	315	0.320	4.102	0.044	0.414	0.105	1.697	33.1	2.3	1.2	Vérifié
A28-A33	38.00	2.87%	0.296	339	500	0.831	4.232	0.356	0.895	0.394	3.790	197.0	2.3	1.2	Vérifié
A29-A30	35.00	3.99%	0.020	116	315	0.286	3.668	0.070	0.491	0.138	1.801	43.5	2.0	1.1	Vérifié
A30-A31	35.00	2.66%	0.044	169	315	0.234	2.998	0.190	0.715	0.259	2.143	81.6	1.6	0.9	Vérifié
A31-A32	35.00	1.79%	0.056	198	315	0.192	2.461	0.292	0.836	0.345	2.057	108.5	1.4	0.7	Vérifié
A32-A33	32.50	5.17%	0.066	173	315	0.326	4.178	0.202	0.733	0.271	3.065	85.4	2.3	1.2	Vérifié
A33-A34	35.00	0.31%	0.073	305	500	0.273	1.389	0.269	0.806	0.322	1.119	160.8	0.8	0.4	Vérifié
A34-A35	39.00	0.61%	0.373	494	500	0.384	1.957	0.971	1.138	0.846	2.227	423.0	1.1	0.6	Vérifié
A35-A36	40.00	1.60%	0.386	418	500	0.621	3.165	0.622	1.059	0.578	3.350	289.0	1.7	0.9	Vérifié
A36-A37	40.00	4.93%	0.394	341	500	1.090	5.551	0.362	0.850	0.397	4.718	198.5	3.1	1.6	Vérifié
A37-A38	40.00	4.71%	0.399	346	500	1.065	5.426	0.375	0.880	0.408	4.775	203.8	3.0	1.6	Vérifié
A38-A39	40.00	4.81%	0.407	347	500	1.076	5.482	0.378	0.880	0.400	4.824	200.0	3.0	1.6	Vérifié
A39-A40	40.00	2.33%	0.418	401	500	0.749	3.816	0.558	1.028	0.535	3.924	267.5	2.1	1.1	Vérifié
A40-A41	40.00	3.67%	0.427	371	500	0.941	4.791	0.454	0.967	0.463	4.632	231.5	2.6	1.4	Vérifié
A41-A42	40.00	4.10%	0.441	368	500	0.993	5.059	0.444	0.920	0.440	4.654	220.0	2.8	1.5	Vérifié
A42-A43	40.00	4.40%	0.447	365	500	1.030	5.244	0.434	0.920	0.440	4.825	220.0	2.9	1.5	Vérifié
A43-A44	40.00	4.31%	0.458	370	500	1.019	5.190	0.440	0.920	0.450	4.775	225.0	2.9	1.5	Vérifié
A44-A45	40.00	4.13%	0.467	375	500	0.998	5.081	0.460	0.960	0.472	4.877	236.0	2.8	1.5	Vérifié
A45-A46	40.00	4.06%	0.477	380	500	0.989	5.037	0.483	0.970	0.483	4.886	241.3	2.8	1.5	Vérifié
A46-A47	40.00	3.88%	0.485	383	500	0.967	4.924	0.501	0.993	0.492	4.888	245.8	2.7	1.4	Vérifié
A47-A48	40.00	2.86%	0.497	412	500	0.831	4.232	0.598	1.047	0.562	4.432	280.8	2.3	1.2	Vérifié
A48-A49	40.00	3.05%	0.508	411	500	0.857	4.362	0.593	1.045	0.558	4.559	279.0	2.4	1.3	Vérifié
A49-A50	40.00	0.90%	0.520	521	630	0.862	2.767	0.603	1.049	0.564	2.903	355.3	1.5	0.8	Vérifié

**Tableau V.2** Dimensionnement du collecteur « A » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A50-A51	40.00	0.35%	0.511	618	630	0.536	1.719	0.954	1.139	0.837	1.958	527.3	0.9	0.5	Vérifié
A51-A52	40.00	0.42%	0.511	595	630	0.593	1.901	0.862	1.135	0.759	2.158	478.2	1.0	0.6	Vérifié
A52-A53	40.00	0.42%	0.511	597	630	0.589	1.890	0.867	1.136	0.763	2.147	480.7	1.0	0.5	Vérifié
A53-A54	40.00	2.52%	0.511	427	630	1.442	4.625	0.354	0.897	0.395	4.147	248.9	2.5	1.3	Vérifié
A54-A55	40.00	4.37%	0.511	385	630	1.900	6.095	0.269	0.760	0.330	4.632	207.6	3.4	1.8	Vérifié
A55-A56	40.00	4.90%	0.511	377	630	2.011	6.453	0.254	0.750	0.300	4.839	189.0	3.5	1.9	Vérifié
A56-A57	40.00	2.94%	0.511	414	630	1.558	4.999	0.328	0.850	0.350	4.249	220.5	2.7	1.4	Vérifié
A57-A58	40.00	1.73%	0.511	457	630	1.197	3.839	0.427	0.952	0.448	3.656	282.2	2.1	1.1	Vérifié
A58-A59	40.00	0.62%	0.511	555	630	0.714	2.292	0.715	1.099	0.650	2.519	409.5	1.3	0.7	Vérifié
A59-A60	40.00	0.41%	0.511	599	630	0.582	1.867	0.878	1.137	0.772	2.124	486.4	1.0	0.5	Vérifié
A60-A61	40.00	4.45%	0.511	383	630	1.918	6.154	0.266	0.760	0.320	4.677	201.6	3.4	1.8	Vérifié
A61-A62	40.00	2.54%	0.511	426	630	1.450	4.650	0.353	0.895	0.394	4.162	247.9	2.6	1.3	Vérifié
A62-A63	40.00	0.35%	0.511	619	630	0.534	1.713	0.957	1.139	0.841	1.950	529.5	0.9	0.5	Vérifié
A63-A64	40.00	0.69%	0.511	544	630	0.752	2.414	0.679	1.090	0.620	2.631	390.6	1.3	0.7	Vérifié
A64-A65	40.00	1.45%	0.511	473	630	1.094	3.509	0.467	0.960	0.460	3.368	289.8	1.9	1.0	Vérifié
A65-A66	35.00	1.87%	0.511	451	630	1.244	3.990	0.411	0.940	0.430	3.750	270.9	2.2	1.2	Vérifié
A66-A67	40.00	0.38%	0.511	607	630	0.562	1.804	0.909	1.140	0.798	2.056	502.7	1.0	0.5	Vérifié
A67-A68	40.00	0.42%	0.511	597	630	0.589	1.890	0.867	1.136	0.763	2.147	480.7	1.0	0.5	Vérifié
A68-A79	42.00	0.40%	0.511	604	630	0.572	1.834	0.894	1.139	0.785	2.088	494.6	1.0	0.5	Vérifié
A69-A70	35.00	6.29%	0.025	117	315	0.359	4.608	0.071	0.450	0.120	2.074	37.8	2.5	1.3	Vérifié
A70-A71	35.00	6.85%	0.056	154	315	0.375	4.807	0.150	0.600	0.200	2.884	63.0	2.6	1.4	Vérifié
A71-A72	35.00	6.99%	0.086	180	315	0.379	4.858	0.226	0.720	0.280	3.498	88.2	2.7	1.4	Vérifié
A72-A73	35.50	6.95%	0.101	192	315	0.377	4.843	0.268	0.760	0.310	3.681	97.7	2.7	1.4	Vérifié
A73-A74	45.00	6.97%	0.112	199	315	0.378	4.850	0.295	0.820	0.340	3.977	107.1	2.7	1.4	Vérifié
A74-A75	40.00	4.03%	0.130	233	315	0.287	3.688	0.451	0.964	0.461	3.557	145.1	2.0	1.1	Vérifié
A75-A78	40.00	5.02%	0.244	284	315	0.321	4.118	0.760	1.111	0.676	4.575	212.9	2.3	1.2	Vérifié

**Tableau V.2** Dimensionnement du collecteur « A » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A76-A77	45.00	4.44%	0.017	108	315	0.302	3.873	0.057	0.452	0.121	1.752	38.1	2.1	1.1	Vérifié
A77-A78	45.00	6.96%	0.021	107	315	0.378	4.845	0.057	0.457	0.123	2.214	38.7	2.7	1.4	Vérifié
A78-A79	30.00	6.95%	0.275	279	500	1.294	6.589	0.212	0.710	0.281	4.678	140.5	3.6	1.9	Vérifié
A79-A80	35.00	0.44%	0.783	694	800	1.140	2.269	0.687	1.070	0.620	2.427	496.0	1.2	0.7	Vérifié
A80-A81	35.00	0.57%	0.783	662	800	1.293	2.572	0.606	1.030	0.560	2.649	448.0	1.4	0.7	Vérifié
A81-A82	35.00	0.52%	0.783	673	800	1.236	2.459	0.634	1.025	0.580	2.521	464.0	1.4	0.7	Vérifié
A82-A83	35.00	0.78%	0.783	623	800	1.521	3.026	0.515	1.000	0.500	3.026	400.0	1.7	0.9	Vérifié
A83-A84	35.00	2.75%	0.783	492	800	2.849	5.667	0.275	0.820	0.340	4.647	272.0	3.1	1.6	Vérifié
A84-A85	20.00	0.76%	0.783	626	800	1.504	2.991	0.521	1.000	0.500	2.991	400.0	1.6	0.9	Vérifié
A85-A139	30.00	0.43%	0.783	697	800	1.127	2.243	0.695	1.060	0.620	2.377	496.0	1.2	0.7	Vérifié
A86-A87	40.00	0.34%	0.030	213	315	0.084	1.075	0.355	0.886	0.386	0.953	121.6	0.6	0.3	Vérifié
A87-A88	40.00	5.33%	0.043	147	315	0.331	4.243	0.130	0.624	0.205	2.648	64.6	2.3	1.2	Vérifié
A88-A89	35.00	5.43%	0.049	153	315	0.334	4.283	0.147	0.656	0.223	2.809	70.2	2.4	1.2	Vérifié
A89-A90	35.00	5.07%	0.063	171	315	0.322	4.135	0.196	0.726	0.266	3.001	83.8	2.3	1.2	Vérifié
A90-A91	35.00	6.21%	0.085	184	315	0.357	4.578	0.237	0.775	0.299	3.547	94.2	2.5	1.3	Vérifié
A91-A92	35.00	5.70%	0.103	201	315	0.342	4.387	0.302	0.843	0.350	3.699	110.3	2.4	1.3	Vérifié
A92-A93	40.00	1.77%	0.114	260	315	0.191	2.446	0.600	1.049	0.564	2.566	177.7	1.3	0.7	Vérifié
A93-A94	30.00	0.34%	0.125	367	400	0.158	1.256	0.794	1.120	0.700	1.407	280.0	0.7	0.4	Vérifié
A94-A99	23.00	2.58%	0.137	259	400	0.435	3.459	0.316	0.859	0.363	2.972	145.2	1.9	1.0	Vérifié
A95-A96	28.00	0.40%	0.029	204	315	0.091	1.162	0.317	0.854	0.359	0.993	113.1	0.6	0.3	Vérifié
A96-A97	20.00	6.37%	0.042	141	315	0.361	4.637	0.117	0.602	0.193	2.792	60.8	2.6	1.3	Vérifié
A97-A98	35.00	0.43%	0.052	253	315	0.094	1.203	0.557	1.029	0.536	1.237	168.7	0.7	0.3	Vérifié
A98-A99	20.00	0.41%	0.063	273	315	0.092	1.176	0.685	1.086	0.624	1.278	196.6	0.6	0.3	Vérifié
A99-A100	35.00	4.71%	0.215	274	400	0.587	4.675	0.366	0.902	0.400	4.218	160.0	2.6	1.4	Vérifié
A100-A103	35.00	6.45%	0.222	262	400	0.688	5.472	0.323	0.866	0.369	4.741	147.6	3.0	1.6	Vérifié
A101-A102	40.00	2.82%	0.024	132	315	0.240	3.085	0.099	0.558	0.170	1.721	53.6	1.7	0.9	Vérifié

**Tableau V.2** Dimensionnement du collecteur « A » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A102-A103	35.00	3.77%	0.033	141	315	0.278	3.569	0.117	0.600	0.192	2.143	60.5	2.0	1.0	Vérifié
A103-A104	35.00	6.17%	0.268	283	400	0.672	5.351	0.399	0.910	0.424	4.869	169.6	2.9	1.6	Vérifié
A104-A114	35.00	6.02%	0.279	289	400	0.664	5.285	0.421	0.920	0.440	4.862	176.0	2.9	1.5	Vérifié
A105-A106	40.00	4.78%	0.024	120	315	0.313	4.019	0.077	0.508	0.146	2.043	46.0	2.2	1.2	Vérifié
A106-A107	35.00	5.16%	0.048	154	315	0.325	4.175	0.149	0.654	0.222	2.731	69.9	2.3	1.2	Vérifié
A108-A109	27.00	5.77%	0.011	87	315	0.344	4.415	0.033	0.367	0.087	1.621	27.4	2.4	1.3	Vérifié
A109-A111	35.00	5.33%	0.095	197	315	0.331	4.243	0.286	0.831	0.341	3.526	107.3	2.3	1.2	Vérifié
A110-A111	27.00	3.84%	0.016	106	315	0.281	3.602	0.055	0.450	0.120	1.621	37.8	2.0	1.0	Vérifié
A111-A112	35.00	5.06%	0.129	223	315	0.322	4.133	0.399	0.927	0.423	3.831	133.2	2.3	1.2	Vérifié
A112-A113	30.00	5.49%	0.130	221	315	0.336	4.306	0.388	0.922	0.419	3.971	131.8	2.4	1.2	Vérifié
A113-A114	25.50	2.62%	0.142	262	315	0.232	2.974	0.613	1.056	0.574	3.140	180.8	1.6	0.9	Vérifié
A114-A115	35.00	4.22%	0.436	365	400	0.556	4.424	0.784	1.080	0.692	4.778	276.8	2.4	1.3	Vérifié
A115-A116	35.00	3.78%	0.437	373	400	0.526	4.189	0.829	1.115	0.731	4.670	292.4	2.3	1.2	Vérifié
A116-A117	35.00	4.14%	0.443	367	400	0.551	4.384	0.803	1.110	0.707	4.866	282.8	2.4	1.3	Vérifié
A117-A118	35.00	3.87%	0.451	375	400	0.533	4.241	0.847	1.132	0.742	4.799	296.8	2.3	1.2	Vérifié
A118-A119	35.00	4.07%	0.455	373	400	0.546	4.349	0.832	1.116	0.733	4.851	293.2	2.4	1.3	Vérifié
A119-A120	35.00	4.00%	0.461	376	400	0.542	4.310	0.850	1.133	0.746	4.882	298.4	2.4	1.3	Vérifié
A120-A121	35.00	2.09%	0.468	427	500	0.709	3.611	0.660	1.077	0.608	3.889	304.0	2.0	1.0	Vérifié
A121-A122	35.00	4.15%	0.475	378	500	0.999	5.090	0.475	0.960	0.480	4.887	239.8	2.8	1.5	Vérifié
A122-A137	32.00	4.02%	0.485	383	500	0.984	5.012	0.493	0.900	0.492	4.511	245.8	2.8	1.5	Vérifié
A123-A124	35.00	1.46%	0.017	131	315	0.173	2.220	0.097	0.556	0.169	1.234	53.2	1.2	0.6	Vérifié
A124-A125	35.00	6.94%	0.029	120	315	0.377	4.839	0.076	0.508	0.146	2.460	46.0	2.7	1.4	Vérifié
A125-A130	35.00	6.45%	0.039	136	315	0.364	4.666	0.106	0.577	0.180	2.694	56.7	2.6	1.4	Vérifié
A126-A127	30.00	2.78%	0.051	177	315	0.239	3.063	0.215	0.749	0.282	2.295	88.7	1.7	0.9	Vérifié
A127-A128	35.00	3.49%	0.063	183	315	0.268	3.433	0.235	0.774	0.299	2.657	94.0	1.9	1.0	Vérifié
A128-A129	35.00	1.19%	0.070	233	315	0.156	2.005	0.447	0.963	0.459	1.931	144.6	1.1	0.6	Vérifié

**Tableau V.2** Dimensionnement du collecteur « A » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
A129-A131	35.00	2.21%	0.086	224	315	0.213	2.734	0.403	0.929	0.425	2.540	133.9	1.5	0.8	Vérifié
A130-A131	40.00	0.35%	0.024	195	315	0.084	1.083	0.280	0.817	0.330	0.885	104.0	0.6	0.3	Vérifié
A131-A132	40.00	2.20%	0.117	252	315	0.212	2.725	0.553	1.026	0.532	2.796	167.6	1.5	0.8	Vérifié
A132-A136	40.00	4.59%	0.124	224	315	0.307	3.935	0.404	0.933	0.429	3.672	135.1	2.2	1.1	Vérifié
A133-A134	40.00	2.77%	0.025	135	315	0.238	3.059	0.105	0.572	0.177	1.749	55.8	1.7	0.9	Vérifié
A134-A135	35.00	0.44%	0.036	218	315	0.095	1.223	0.375	0.909	0.406	1.111	127.9	0.7	0.4	Vérifié
A135-A136	32.00	0.43%	0.046	241	315	0.094	1.211	0.493	0.991	0.490	1.200	154.2	0.7	0.4	Vérifié
A136-A137	40.00	0.33%	0.188	429	500	0.282	1.436	0.666	1.077	0.607	1.546	303.5	0.8	0.4	Vérifié
A137-A138	30.00	5.85%	0.191	252	500	1.188	6.048	0.161	0.674	0.234	4.079	117.0	3.3	1.8	Vérifié
A138-A139	39.00	6.87%	0.198	248	500	1.287	6.552	0.154	0.664	0.228	4.353	114.0	3.6	1.9	Vérifié
A139-A140	40.00	1.07%	0.194	348	800	1.776	3.533	0.109	0.671	0.232	2.371	185.6	1.9	1.0	Vérifié
A140-A141	40.00	0.35%	0.194	429	800	1.021	2.030	0.190	0.819	0.331	1.662	264.8	1.1	0.6	Vérifié
A141-A142	40.00	0.3%	0.194	443	800	0.934	1.858	0.208	0.700	0.260	1.300	208.0	1.0	0.5	Vérifié
A142-A143	40.00	0.41%	0.194	416	800	1.107	2.203	0.175	0.630	0.220	1.388	176.0	1.2	0.6	Vérifié
A143-A144	40.00	2.88%	0.194	289	800	2.915	5.799	0.066	0.400	0.100	2.320	80.0	3.2	1.7	Vérifié
A144-A145	40.00	3.00%	0.194	287	800	2.977	5.924	0.065	0.390	0.090	2.310	72.0	3.3	1.7	Vérifié
A145-B D 1	40.00	4.40%	0.194	267	800	3.606	7.174	0.054	0.030	0.075	0.215	60.0	3.9	2.1	Vérifié
A146-A147	40.00	1.63%	0.015	122	315	0.183	2.344	0.079	0.515	0.149	1.206	46.9	1.3	0.7	Vérifié
A147-A149	40.00	6.96%	0.027	118	315	0.378	4.849	0.072	0.500	0.142	2.423	44.7	2.7	1.4	Vérifié
A148-A149	30.00	6.29%	0.012	88	315	0.359	4.609	0.034	0.373	0.089	1.717	28.0	2.5	1.3	Vérifié
A149-A151	40.00	6.92%	0.047	144	315	0.377	4.832	0.125	0.615	0.200	2.972	63.0	2.7	1.4	Vérifié
A150-A151	40.00	6.73%	0.024	112	315	0.372	4.767	0.064	0.475	0.131	2.266	41.3	2.6	1.4	Vérifié
A151-A152	35.00	6.95%	0.081	177	315	0.378	4.845	0.214	0.749	0.282	3.630	88.7	2.7	1.4	Vérifié
A152-B D 1	42.00	6.95%	0.089	183	315	0.377	4.843	0.236	0.776	0.300	3.759	94.5	2.7	1.4	Vérifié

**Tableau V.3** Dimensionnement du collecteur « B »

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m <sup>3</sup> /s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
B1-B2	30.00	3.60%	0.012	99	315	0.272	3.486	0.045	0.411	0.104	1.434	32.8	1.9	1.0	Vérifié
B2-B3	25.00	3.36%	0.020	119	315	0.262	3.368	0.075	0.504	0.144	1.697	45.4	1.9	1.0	Vérifié
B3-B4	30.00	6.13%	0.032	127	315	0.355	4.550	0.089	0.538	0.160	2.446	50.4	2.5	1.3	Vérifié
B4-B5	35.00	1.09%	0.036	184	315	0.149	1.914	0.240	0.781	0.304	1.495	95.6	1.1	0.6	Vérifié
B5-B6	35.00	0.40%	0.041	234	315	0.091	1.162	0.454	0.966	0.463	1.123	145.7	0.6	0.3	Vérifié
B6-B10	35.00	0.43%	0.049	248	315	0.094	1.203	0.528	1.010	0.512	1.215	161.3	0.7	0.3	Vérifié
B7-B9	40.00	4.62%	0.011	90	315	0.308	3.951	0.035	0.373	0.089	1.472	28.0	2.2	1.1	Vérifié
B8-B9	31.00	0.39%	0.009	131	315	0.089	1.143	0.097	0.552	0.167	0.631	52.6	0.6	0.3	Vérifié
B9-B10	32.50	6.12%	0.024	115	315	0.354	4.546	0.068	0.486	0.136	2.212	42.8	2.5	1.3	Vérifié
B10-B11	35.00	0.34%	0.079	308	315	0.084	1.076	0.943	1.140	0.815	1.226	256.7	0.6	0.3	Vérifié
B11-B15	40.00	1.47%	0.088	243	315	0.174	2.231	0.504	0.997	0.496	2.224	156.2	1.2	0.6	Vérifié
B12-B13	35.00	5.60%	0.019	107	315	0.339	4.348	0.057	0.448	0.119	1.946	37.5	2.4	1.3	Vérifié
B13-B14	30.00	4.40%	0.028	129	315	0.300	3.854	0.093	0.550	0.166	2.119	52.3	2.1	1.1	Vérifié
B14-B15	26.00	4.54%	0.039	146	315	0.305	3.914	0.128	0.619	0.202	2.422	63.6	2.2	1.1	Vérifié
B15-B16	35.00	6.06%	0.131	217	315	0.352	4.522	0.371	0.907	0.405	4.102	127.4	2.5	1.3	Vérifié
B16-B22	28.00	4.04%	0.135	237	315	0.288	3.691	0.469	0.978	0.475	3.608	149.5	2.0	1.1	Vérifié
B17-B19	30.00	6.50%	0.004	60	315	0.365	4.684	0.012	0.240	0.045	1.123	14.2	2.6	1.4	Vérifié
B18-B19	35.00	1.77%	0.013	113	315	0.191	2.445	0.066	0.475	0.131	1.162	41.3	1.3	0.7	Vérifié
B19-B20	25.00	6.84%	0.025	114	315	0.374	4.805	0.067	0.486	0.136	2.337	42.8	2.6	1.4	Vérifié
B20-B21	30.00	4.57%	0.034	138	315	0.306	3.926	0.112	0.587	0.185	2.305	58.3	2.2	1.1	Vérifié
B21-B22	30.00	5.50%	0.042	144	400	0.635	5.053	0.066	0.484	0.135	2.447	54.0	2.8	1.5	Vérifié
B22-B23	25.00	3.20%	0.180	276	315	0.256	3.287	0.701	1.093	0.637	3.592	200.7	1.8	1.0	Vérifié
B23-B28	28.00	3.71%	0.183	270	315	0.276	3.541	0.663	1.079	0.611	3.820	192.5	1.9	1.0	Vérifié
B24-B25	20.00	0.35%	0.005	113	315	0.085	1.087	0.065	0.475	0.131	0.517	41.3	0.6	0.3	Vérifié
B25-B26	20.00	0.90%	0.011	121	315	0.136	1.743	0.078	0.513	0.148	0.893	46.6	1.0	0.5	Vérifié

**Tableau V.3** Dimensionnement du collecteur « B » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
B26-B27	28.00	4.11%	0.018	111	315	0.290	3.723	0.063	0.473	0.130	1.761	41.0	2.0	1.1	Vérifié
B27-B28	21.00	4.24%	0.024	122	315	0.295	3.782	0.080	0.521	0.152	1.971	47.9	2.1	1.1	Vérifié
B28-B29	35.00	3.83%	0.211	283	315	0.280	3.595	0.753	1.109	0.673	3.988	211.8	2.0	1.0	Vérifié
B29-B33	30.00	2.10%	0.214	318	400	0.392	3.122	0.545	1.024	0.530	3.197	211.8	1.7	0.9	Vérifié
B30-B31	20.00	4.60%	0.006	73	315	0.307	3.940	0.020	0.298	0.063	1.176	19.8	2.2	1.1	Vérifié
B31-B33	35.00	4.77%	0.012	92	315	0.313	4.013	0.038	0.388	0.095	1.558	29.9	2.2	1.2	Vérifié
B32-B33	22.00	0.32%	0.003	96	315	0.081	1.036	0.043	0.401	0.100	0.416	31.5	0.6	0.3	Vérifié
B33-B34	30.00	0.77%	0.231	396	400	0.237	1.886	0.976	1.137	0.853	2.145	341.2	1.0	0.5	Vérifié
B34-B35	30.00	0.77%	0.236	399	400	0.237	1.886	0.994	1.134	0.870	2.139	348.0	1.0	0.5	Vérifié
B35-B47	29.00	4.69%	0.241	286	400	0.586	4.666	0.412	0.938	0.434	4.378	173.6	2.6	1.4	Vérifié
B36-B37	35.00	6.03%	0.002	45	315	0.352	4.511	0.006	0.172	0.027	0.774	8.5	2.5	1.3	Vérifié
B37-B38	35.00	3.49%	0.014	103	315	0.267	3.430	0.051	0.431	0.112	1.478	35.3	1.9	1.0	Vérifié
B38-B39	35.00	4.09%	0.020	116	315	0.289	3.714	0.070	0.491	0.138	1.823	43.5	2.0	1.1	Vérifié
B39-B46	25.00	6.08%	0.029	124	315	0.353	4.530	0.083	0.523	0.153	2.370	48.2	2.5	1.3	Vérifié
B40-B41	30.00	0.30%	0.010	146	315	0.078	1.006	0.129	0.613	0.199	0.617	62.7	0.6	0.3	Vérifié
B41-B46	33.50	5.10%	0.018	107	315	0.323	4.151	0.056	0.450	0.120	1.868	37.8	2.3	1.2	Vérifié
B42-B44	30.00	1.57%	0.009	104	315	0.179	2.300	0.052	0.433	0.113	0.996	35.6	1.3	0.7	Vérifié
B43-B44	17.00	0.59%	0.011	133	315	0.110	1.409	0.101	0.560	0.171	0.789	53.9	0.8	0.4	Vérifié
B44-B45	34.00	0.38%	0.026	199	315	0.089	1.136	0.294	0.836	0.345	0.950	108.5	0.6	0.3	Vérifié
B45-B46	23.50	0.34%	0.030	215	315	0.084	1.072	0.364	0.900	0.399	0.965	125.5	0.6	0.3	Vérifié
B46-B47	25.50	6.20%	0.084	183	315	0.356	4.573	0.236	0.776	0.300	3.549	94.5	2.5	1.3	Vérifié
B47-B48	35.00	2.09%	0.329	374	400	0.391	3.111	0.841	1.131	0.738	3.518	295.0	1.7	0.9	Vérifié
B48-B53	35.00	1.60%	0.336	397	400	0.342	2.725	0.980	1.137	0.852	3.099	340.8	1.5	0.8	Vérifié
B49-B50	45.00	3.04%	0.008	85	315	0.250	3.206	0.030	0.348	0.080	1.116	25.2	1.8	0.9	Vérifié
B50-B51	45.00	1.62%	0.016	127	315	0.182	2.340	0.088	0.536	0.159	1.253	50.1	1.3	0.7	Vérifié
B51-B52	45.00	0.31%	0.025	204	315	0.080	1.025	0.314	0.850	0.356	0.871	112.0	0.6	0.3	Vérifié

**Tableau V.3** Dimensionnement du collecteur « B » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
B52-B53	30.00	0.30%	0.035	232	315	0.078	1.006	0.441	0.952	0.448	0.958	141.1	0.6	0.3	Vérifié
B53-B58	35.00	0.71%	0.372	480	500	0.415	2.113	0.897	1.138	0.782	2.405	391.0	1.2	0.6	Vérifié
B54-B55	23.00	0.35%	0.008	128	315	0.084	1.084	0.090	0.538	0.160	0.583	50.4	0.6	0.3	Vérifié
B55-B56	30.00	0.43%	0.014	156	315	0.094	1.209	0.153	0.749	0.282	0.906	88.7	0.7	0.4	Vérifié
B56-B57	35.00	0.31%	0.025	202	315	0.080	1.030	0.307	0.950	0.446	0.979	140.5	0.6	0.3	Vérifié
B57-B58	35.50	0.31%	0.031	220	315	0.080	1.023	0.385	0.916	0.413	0.937	130.1	0.6	0.3	Vérifié
B58-B59	35.00	0.34%	0.404	568	630	0.532	1.708	0.760	1.112	0.679	1.899	427.8	0.9	0.5	Vérifié
B59-B60	35.00	0.37%	0.407	561	630	0.554	1.777	0.735	1.105	0.662	1.964	417.1	1.0	0.5	Vérifié
B60-B61	35.00	2.00%	0.412	411	630	1.286	4.124	0.320	0.865	0.368	3.568	231.8	2.3	1.2	Vérifié
B61-B62	35.00	5.51%	0.422	343	630	2.135	6.849	0.198	0.690	0.250	4.725	157.5	3.8	2.0	Vérifié
B62-B63	35.00	5.40%	0.422	344	630	2.113	6.777	0.200	0.710	0.260	4.812	163.8	3.7	2.0	Vérifié
B63-B64	35.00	5.43%	0.427	345	630	2.118	6.795	0.202	0.715	0.265	4.859	167.0	3.7	2.0	Vérifié
B64-B65	35.00	5.40%	0.436	348	630	2.113	6.777	0.206	0.720	0.270	4.880	170.1	3.7	2.0	Vérifié
B65-B66	35.00	5.31%	0.442	351	630	2.096	6.723	0.211	0.720	0.270	4.841	170.1	3.7	1.9	Vérifié
B66-B67	35.00	3.06%	0.443	390	630	1.590	5.099	0.279	0.824	0.335	4.201	211.1	2.8	1.5	Vérifié
B67-B68	35.00	2.91%	0.446	394	630	1.552	4.979	0.287	0.833	0.343	4.150	215.8	2.7	1.4	Vérifié
B68-B69	35.00	5.20%	0.446	354	630	2.073	6.651	0.215	0.720	0.270	4.788	170.1	3.7	1.9	Vérifié
B69-B70	35.00	5.00%	0.451	358	630	2.033	6.521	0.222	0.740	0.280	4.826	176.4	3.6	1.9	Vérifié
B70-B71	35.00	3.83%	0.452	377	630	1.779	5.707	0.254	0.799	0.317	4.560	199.4	3.1	1.7	Vérifié
B71-B72	35.00	5.09%	0.453	357	630	2.050	6.577	0.221	0.740	0.280	4.867	176.4	3.6	1.9	Vérifié
B72-B73	35.00	5.09%	0.456	358	630	2.050	6.577	0.223	0.740	0.280	4.867	176.4	3.6	1.9	Vérifié
B73-B74	35.00	4.51%	0.458	367	630	1.932	6.197	0.237	0.780	0.303	4.836	190.9	3.4	1.8	Vérifié
B74-B75	35.00	4.97%	0.460	361	630	2.027	6.503	0.227	0.750	0.294	4.877	185.2	3.6	1.9	Vérifié
B75-B76	25.00	5.28%	0.458	356	630	2.089	6.701	0.219	0.710	0.260	4.758	163.8	3.7	1.9	Vérifié
B76-B77	35.00	4.91%	0.458	361	630	2.015	6.465	0.227	0.750	0.295	4.849	185.9	3.6	1.9	Vérifié
B77-B78	35.00	2.03%	0.458	426	630	1.295	4.154	0.354	0.897	0.395	3.724	248.9	2.3	1.2	Vérifié

**Tableau V.3** Dimensionnement du collecteur « B » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
B78-B79	35.00	0.60%	0.458	536	630	0.704	2.259	0.650	1.075	0.605	2.429	380.8	1.2	0.7	Vérifié
B79-B80	40.00	1.67%	0.458	442	630	1.177	3.775	0.389	0.925	0.421	3.491	265.2	2.1	1.1	Vérifié
B80-B81	40.00	5.08%	0.458	359	630	2.048	6.570	0.224	0.740	0.280	4.862	176.4	3.6	1.9	Vérifié
B81-B82	40.00	0.60%	0.458	536	630	0.704	2.259	0.650	1.075	0.605	2.429	380.8	1.2	0.7	Vérifié
B82-B83	40.00	0.35%	0.458	593	800	1.017	2.023	0.450	0.960	0.460	1.942	368.0	1.1	0.6	Vérifié
B83-B84	40.00	0.32%	0.458	601	800	0.980	1.950	0.467	0.970	0.460	1.891	368.0	1.1	0.6	Vérifié
B84-B97	40.00	0.40%	0.458	578	800	1.087	2.163	0.421	0.920	0.420	1.990	336.0	1.2	0.6	Vérifié
B85-B86	22.00	0.36%	0.006	114	315	0.086	1.108	0.066	0.478	0.132	0.529	41.6	0.6	0.3	Vérifié
B86-B90	33.00	5.30%	0.009	81	315	0.330	4.231	0.027	0.337	0.076	1.425	23.9	2.3	1.2	Vérifié
B87-B88	25.00	6.88%	0.008	73	315	0.376	4.819	0.020	0.298	0.063	1.438	19.8	2.7	1.4	Vérifié
B88-B89	25.00	6.88%	0.017	98	315	0.376	4.819	0.044	0.409	0.103	1.970	32.4	2.7	1.4	Vérifié
B89-B90	35.00	3.66%	0.025	128	315	0.274	3.513	0.090	0.542	0.162	1.903	51.0	1.9	1.0	Vérifié
B90-B92	35.00	6.89%	0.044	141	315	0.376	4.821	0.118	0.598	0.191	2.885	60.2	2.7	1.4	Vérifié
B91-B92	35.00	4.06%	0.007	80	315	0.288	3.701	0.026	0.334	0.075	1.236	23.6	2.0	1.1	Vérifié
B92-B93	35.00	6.97%	0.058	156	315	0.378	4.851	0.154	0.664	0.228	3.223	71.8	2.7	1.4	Vérifié
B93-B94	35.00	2.03%	0.064	204	315	0.204	2.617	0.314	0.857	0.361	2.242	113.7	1.4	0.8	Vérifié
B94-B95	35.00	0.34%	0.073	299	400	0.159	1.262	0.461	0.969	0.466	1.223	186.2	0.7	0.4	Vérifié
B95-B96	35.00	2.43%	0.081	215	400	0.422	3.357	0.192	0.719	0.262	2.414	104.6	1.8	1.0	Vérifié
B96-B97	30.00	4.40%	0.079	191	400	0.568	4.519	0.140	0.645	0.217	2.913	86.6	2.5	1.3	Vérifié
B97-B98	35.50	0.31%	0.537	644	800	0.957	1.904	0.562	1.050	0.570	1.999	456.0	1.0	0.6	Vérifié
B98-B115	40.00	0.38%	0.537	621	800	1.053	2.094	0.510	1.000	0.500	2.094	400.0	1.2	0.6	Vérifié
B99-B100	40.00	0.47%	0.004	97	315	0.099	1.266	0.043	0.404	0.101	0.511	31.8	0.7	0.4	Vérifié
B100-B102	30.00	6.87%	0.012	86	315	0.375	4.814	0.031	0.359	0.084	1.729	26.5	2.6	1.4	Vérifié
B101-B102	40.00	0.30%	0.007	125	315	0.078	1.006	0.086	0.525	0.154	0.529	48.5	0.6	0.3	Vérifié
B102-B103	40.00	6.95%	0.025	114	315	0.377	4.844	0.067	0.482	0.134	2.335	42.2	2.7	1.4	Vérifié
B103-105	45.00	6.91%	0.038	133	315	0.376	4.830	0.101	0.562	0.172	2.714	54.2	2.7	1.4	Vérifié

**Tableau V.3** Dimensionnement du collecteur « B » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
B104-B105	30.00	0.30%	0.014	165	315	0.078	1.006	0.179	0.691	0.244	0.695	76.9	0.6	0.3	Vérifié
B105-B108	40.00	0.30%	0.065	294	315	0.078	1.006	0.832	1.125	0.716	1.132	225.5	0.6	0.3	Vérifié
B106-B107	40.00	0.32%	0.015	165	315	0.082	1.047	0.178	0.689	0.243	0.722	76.5	0.6	0.3	Vérifié
B107-B108	40.00	6.95%	0.021	107	315	0.377	4.844	0.056	0.452	0.121	2.191	38.1	2.7	1.4	Vérifié
B108-B109	40.00	1.72%	0.092	241	315	0.188	2.413	0.492	0.991	0.489	2.390	154.0	1.3	0.7	Vérifié
B109-B110	40.00	2.30%	0.102	237	315	0.217	2.786	0.470	0.975	0.472	2.717	148.7	1.5	0.8	Vérifié
B110-B115	36.00	2.92%	0.100	225	315	0.245	3.138	0.409	0.939	0.435	2.948	137.0	1.7	0.9	Vérifié
B111-B112	40.00	2.00%	0.012	109	315	0.202	2.598	0.059	0.452	0.121	1.175	38.1	1.4	0.8	Vérifié
B112-B113	40.00	0.30%	0.027	211	315	0.078	1.006	0.343	0.873	0.375	0.879	118.1	0.6	0.3	Vérifié
B113-B114	40.00	0.40%	0.026	196	315	0.091	1.162	0.284	0.832	0.341	0.966	107.4	0.6	0.3	Vérifié
B114-B115	40.00	0.33%	0.026	204	315	0.082	1.047	0.315	0.862	0.366	0.903	115.1	0.6	0.3	Vérifié
B115-B116	35.00	0.69%	0.563	564	800	1.424	2.832	0.396	0.939	0.435	2.660	348.0	1.6	0.8	Vérifié
B116-B D2	40.00	2.50%	0.563	443	800	2.718	5.407	0.207	0.700	0.546	3.785	436.4	3.0	1.6	Vérifié

**Tableau V.4** Dimensionnement du collecteur « C »

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
C1-C3	45.00	2.22%	0.013	111	315	0.213	2.739	0.062	0.457	0.123	1.252	38.7	1.5	0.8	Vérifié
C2-C3	43.00	0.79%	0.022	162	315	0.127	1.634	0.169	0.669	0.231	1.094	72.8	0.9	0.5	Vérifié
C3-C7	45.00	3.33%	0.041	157	315	0.261	3.354	0.156	0.665	0.229	2.231	72.0	1.8	1.0	Vérifié
C4-C5	35.00	3.60%	0.021	120	315	0.272	3.486	0.077	0.500	0.142	1.742	44.7	1.9	1.0	Vérifié
C5-C7	26.50	0.30%	0.030	218	315	0.079	1.009	0.376	0.904	0.402	0.912	126.5	0.6	0.3	Vérifié
C6-C7	43.00	0.33%	0.012	151	315	0.082	1.048	0.142	0.628	0.207	0.658	65.2	0.6	0.3	Vérifié
C7-C8	40.00	5.27%	0.087	191	315	0.329	4.220	0.263	0.806	0.322	3.400	101.3	2.3	1.2	Vérifié
C8-C9	35.00	3.17%	0.095	217	315	0.255	3.272	0.371	0.905	0.403	2.961	126.8	1.8	0.9	Vérifié
C9-C11	35.00	5.34%	0.105	205	315	0.331	4.247	0.318	0.858	0.363	3.646	114.2	2.3	1.2	Vérifié
C10-C11	40.00	6.93%	0.010	81	315	0.377	4.835	0.027	0.334	0.075	1.614	23.6	2.7	1.4	Vérifié
C11-C19	35.00	2.77%	0.129	250	315	0.238	3.059	0.540	1.015	0.518	3.104	163.2	1.7	0.9	Vérifié
C12-C13	40.00	2.40%	0.016	118	315	0.222	2.846	0.073	0.489	0.137	1.391	43.2	1.6	0.8	Vérifié
C13-C14	40.00	0.42%	0.029	203	315	0.093	1.198	0.312	0.845	0.352	1.012	110.7	0.7	0.3	Vérifié
C14-C18	45.00	0.31%	0.042	246	315	0.080	1.025	0.520	0.999	0.499	1.024	157.2	0.6	0.3	Vérifié
C15-C16	35.00	0.37%	0.014	158	315	0.087	1.120	0.159	0.656	0.223	0.734	70.2	0.6	0.3	Vérifié
C16-C17	30.00	6.27%	0.026	117	315	0.358	4.599	0.072	0.493	0.139	2.268	43.8	2.5	1.3	Vérifié
C17-C18	25.00	7.00%	0.032	124	315	0.379	4.861	0.084	0.527	0.155	2.563	48.8	2.7	1.4	Vérifié
C18-C19	40.00	6.10%	0.081	181	315	0.354	4.538	0.228	0.765	0.292	3.470	92.0	2.5	1.3	Vérifié
C19-C23	45.00	6.56%	0.214	255	315	0.367	4.706	0.584	1.035	0.555	4.870	174.8	2.6	1.4	Vérifié
C20-C21	40.00	1.90%	0.009	99	315	0.197	2.532	0.045	0.409	0.103	1.035	32.4	1.4	0.7	Vérifié
C21-C22	36.50	4.93%	0.022	115	315	0.318	4.080	0.068	0.480	0.133	1.957	41.9	2.2	1.2	Vérifié
C22-C23	45.00	2.76%	0.029	143	315	0.238	3.050	0.122	0.606	0.195	1.848	61.4	1.7	0.9	Vérifié
C23-C27	50.00	6.22%	0.247	274	315	0.357	4.582	0.691	1.060	0.629	4.857	198.0	2.5	1.3	Vérifié
C24-C25	50.00	0.44%	0.009	129	315	0.095	1.219	0.092	0.534	0.158	0.650	49.8	0.7	0.4	Vérifié
C25-C26	50.00	2.90%	0.016	114	315	0.244	3.129	0.067	0.478	0.132	1.494	41.6	1.7	0.9	Vérifié

**Tableau V.4** Dimensionnement du collecteur « C » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
C26-C27	50.00	4.46%	0.015	103	315	0.302	3.880	0.051	0.441	0.116	1.709	36.5	2.1	1.1	Vérifié
C27-C28	50.00	6.00%	0.260	281	315	0.351	4.500	0.741	1.080	0.669	4.860	210.7	2.5	1.3	Vérifié
C28-C29	45.00	4.49%	0.260	297	315	0.303	3.893	0.857	1.134	0.755	4.416	237.7	2.1	1.1	Vérifié
C29-C30	50.00	5.70%	0.260	284	315	0.342	4.386	0.760	1.105	0.683	4.847	215.0	2.4	1.3	Vérifié
C30-C31	50.00	1.40%	0.260	369	400	0.320	2.549	0.811	1.126	0.720	2.871	288.0	1.4	0.7	Vérifié
C31-C32	50.00	2.62%	0.260	328	400	0.438	3.487	0.593	1.050	0.565	3.661	226.0	1.9	1.0	Vérifié
C32-C33	50.00	0.36%	0.260	477	500	0.295	1.500	0.882	1.138	0.775	1.706	387.5	0.8	0.4	Vérifié
C33-C34	50.00	2.94%	0.260	321	500	0.842	4.287	0.309	0.857	0.361	3.672	180.5	2.4	1.2	Vérifié
C34-C35	50.00	0.32%	0.260	487	500	0.278	1.414	0.936	1.140	0.820	1.612	410.0	0.8	0.4	Vérifié
C35-C36	50.00	2.40%	0.260	334	500	0.760	3.873	0.342	0.886	0.386	3.433	193.0	2.1	1.1	Vérifié
C36-C37	50.00	1.60%	0.260	360	500	0.621	3.162	0.418	0.946	0.442	2.993	221.0	1.7	0.9	Vérifié
C37-C38	50.00	0.30%	0.260	493	500	0.269	1.369	0.966	1.138	0.849	1.558	424.5	0.8	0.4	Vérifié
C38-C39	50.00	0.34%	0.260	482	500	0.286	1.458	0.908	1.098	0.647	1.600	323.5	0.8	0.4	Vérifié
C39-C40	50.00	0.34%	0.260	482	500	0.286	1.458	0.908	1.098	0.647	1.600	323.5	0.8	0.4	Vérifié

**Tableau V.5** Dimensionnement du collecteur « D »

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D1-D2	32.00	2.66%	0.041	164	315	0.233	2.994	0.176	0.689	0.243	2.064	76.545	1.6	0.9	Vérifié
D2-D3	35.00	1.23%	0.065	225	315	0.159	2.036	0.407	0.931	0.427	1.896	134.505	1.1	0.6	Vérifié
D3-D4	35.00	5.17%	0.080	186	315	0.326	4.178	0.245	0.786	0.307	3.284	96.705	2.3	1.2	Vérifié
D4-D5	35.00	6.23%	0.093	190	315	0.357	4.585	0.259	0.802	0.319	3.680	100.485	2.5	1.3	Vérifié
D5-D6	35.00	5.46%	0.106	204	315	0.334	4.292	0.316	0.859	0.363	3.687	114.345	2.4	1.2	Vérifié
D6-D7	50.00	3.08%	0.112	233	315	0.251	3.224	0.447	0.964	0.460	3.108	144.900	1.8	0.9	Vérifié
D7-D8	50.00	3.14%	0.117	236	315	0.254	3.256	0.462	0.974	0.471	3.172	148.365	1.8	0.9	Vérifié
D8-D9	50.00	4.08%	0.117	224	315	0.289	3.711	0.403	0.935	0.431	3.471	135.765	2.0	1.1	Vérifié
D9-D10	50.00	3.26%	0.117	233	315	0.259	3.317	0.451	0.969	0.466	3.215	146.633	1.8	1.0	Vérifié
D10-D11	50.00	3.04%	0.117	237	315	0.250	3.203	0.467	0.980	0.477	3.139	150.255	1.8	0.9	Vérifié
D11-D12	50.00	3.82%	0.117	227	315	0.280	3.591	0.417	0.944	0.440	3.391	138.600	2.0	1.0	Vérifié
D12-D13	50.00	4.90%	0.117	216	315	0.317	4.067	0.368	0.908	0.405	3.692	127.575	2.2	1.2	Vérifié
D13-D14	50.00	4.44%	0.117	220	315	0.302	3.871	0.386	0.922	0.419	3.570	131.828	2.1	1.1	Vérifié
D14-D15	50.00	5.38%	0.117	213	315	0.332	4.261	0.351	0.894	0.393	3.811	123.795	2.3	1.2	Vérifié
D15-D16	30.50	3.08%	0.117	236	315	0.251	3.225	0.464	0.978	0.475	3.153	149.468	1.8	0.9	Vérifié
D16-D17	40.00	3.40%	0.117	232	315	0.264	3.388	0.441	0.962	0.458	3.259	144.270	1.9	1.0	Vérifié
D17-D18	40.00	3.40%	0.117	232	315	0.264	3.388	0.441	0.962	0.458	3.259	144.270	1.9	1.0	Vérifié
D18-D19	40.00	3.38%	0.117	232	315	0.263	3.375	0.443	0.964	0.460	3.254	144.900	1.9	1.0	Vérifié
D19-D20	40.00	0.78%	0.117	306	315	0.126	1.617	0.925	1.140	0.811	1.844	255.308	0.9	0.5	Vérifié
D20-D21	40.00	0.80%	0.117	304	315	0.128	1.643	0.910	1.140	0.799	1.873	251.528	0.9	0.5	Vérifié
D21-D22	40.00	0.73%	0.117	309	315	0.122	1.564	0.956	1.139	0.840	1.781	264.600	0.9	0.5	Vérifié
D22-D44	40.00	4.02%	0.117	224	315	0.287	3.686	0.406	0.937	0.433	3.455	136.395	2.0	1.1	Vérifié
D23-D24	40.00	0.38%	0.015	161	315	0.088	1.125	0.168	0.678	0.236	0.763	74.340	0.6	0.3	Vérifié
D24-D25	40.00	0.32%	0.028	210	315	0.082	1.047	0.340	0.876	0.377	0.917	118.755	0.6	0.3	Vérifié
D25-D26	35.00	0.37%	0.032	217	315	0.087	1.120	0.369	0.905	0.403	1.014	126.945	0.6	0.3	Vérifié

**Tableau V.5** Dimensionnement du collecteur « D » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D26-D28	35.00	0.40%	0.046	243	315	0.091	1.162	0.503	0.993	0.492	1.154	154.980	0.6	0.3	Vérifié
D27-D28	40.00	0.42%	0.015	157	315	0.093	1.198	0.158	0.663	0.227	0.794	71.505	0.7	0.3	Vérifié
D28-D29	40.00	0.38%	0.073	294	315	0.088	1.125	0.837	1.128	0.725	1.269	228.375	0.6	0.3	Vérifié
D29-D30	40.00	0.42%	0.079	295	315	0.093	1.198	0.842	1.130	0.736	1.354	231.840	0.7	0.3	Vérifié
D30-D31	40.00	1.88%	0.085	230	315	0.196	2.516	0.431	0.952	0.448	2.395	140.963	1.4	0.7	Vérifié
D31-D37	47.00	6.26%	0.091	188	315	0.358	4.595	0.253	0.796	0.314	3.656	98.910	2.5	1.3	Vérifié
D32-D33	35.00	1.43%	0.038	179	315	0.171	2.196	0.223	0.752	0.283	1.650	89.145	1.2	0.6	Vérifié
D33-D34	35.00	4.94%	0.057	165	315	0.318	4.085	0.178	0.699	0.249	2.855	78.435	2.2	1.2	Vérifié
D34-D35	35.00	6.91%	0.071	168	315	0.376	4.831	0.188	0.715	0.259	3.454	81.585	2.7	1.4	Vérifié
D35-D36	35.00	0.37%	0.078	301	315	0.087	1.120	0.888	1.138	0.775	1.274	243.968	0.6	0.3	Vérifié
D36-D37	29.00	0.45%	0.084	299	315	0.096	1.230	0.874	1.136	0.763	1.397	240.345	0.7	0.4	Vérifié
D37-D38	40.00	3.43%	0.180	272	315	0.265	3.400	0.680	1.085	0.622	3.688	195.773	1.9	1.0	Vérifié
D38-D39	40.00	6.80%	0.190	243	315	0.373	4.791	0.508	0.998	0.498	4.783	156.870	2.6	1.4	Vérifié
D39-D40	40.00	6.57%	0.195	248	315	0.367	4.711	0.531	1.015	0.518	4.781	163.170	2.6	1.4	Vérifié
D40-D41	40.00	0.97%	0.201	359	400	0.267	2.127	0.753	1.109	0.672	2.359	268.800	1.2	0.6	Vérifié
D41-D42	40.00	0.60%	0.206	397	400	0.210	1.669	0.982	1.136	0.857	1.896	342.800	0.9	0.5	Vérifié
D42-D43	40.00	0.68%	0.211	392	400	0.222	1.770	0.949	1.140	0.826	2.017	330.400	1.0	0.5	Vérifié
D43-D44	40.00	0.70%	0.219	394	400	0.227	1.803	0.966	1.139	0.838	2.053	335.200	1.0	0.5	Vérifié
D44-D45	33.00	1.67%	0.333	392	400	0.350	2.781	0.952	1.139	0.836	3.168	334.400	1.5	0.8	Vérifié
D45-D46	40.00	1.67%	0.333	392	400	0.350	2.788	0.950	1.139	0.833	3.177	333.200	1.5	0.8	Vérifié
D46-D47	40.00	1.68%	0.333	392	400	0.350	2.788	0.950	1.139	0.833	3.177	333.200	1.5	0.8	Vérifié
D47-D48	40.00	1.65%	0.333	393	400	0.348	2.767	0.957	1.139	0.840	3.151	336.000	1.5	0.8	Vérifié
D48-D59	40.00	1.70%	0.333	391	400	0.353	2.809	0.943	1.140	0.827	3.201	330.600	1.5	0.8	Vérifié
D49-D50	35.00	6.43%	0.024	113	315	0.363	4.658	0.065	0.475	0.131	2.214	41.265	2.6	1.4	Vérifié
D50-D51	35.00	5.49%	0.032	131	315	0.335	4.303	0.097	0.558	0.170	2.400	53.550	2.4	1.2	Vérifié

**Tableau V.5** Dimensionnement du collecteur « D » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D51-D52	35.00	3.94%	0.050	164	315	0.284	3.648	0.177	0.696	0.247	2.539	77.805	2.0	1.1	Vérifié
D52-D53	35.00	4.74%	0.065	175	315	0.312	4.001	0.210	0.741	0.276	2.965	86.940	2.2	1.2	Vérifié
D53-D54	35.00	5.46%	0.077	181	315	0.334	4.292	0.230	0.768	0.294	3.294	92.610	2.4	1.2	Vérifié
D54-D55	35.00	6.31%	0.089	186	315	0.360	4.617	0.246	0.787	0.308	3.632	96.863	2.5	1.3	Vérifié
D55-D56	35.00	2.71%	0.096	225	315	0.236	3.027	0.407	0.934	0.430	2.828	135.450	1.7	0.9	Vérifié
D56-D57	35.00	0.43%	0.104	327	400	0.177	1.410	0.586	1.043	0.555	1.471	222.000	0.8	0.4	Vérifié
D57-D58	35.00	0.31%	0.110	354	400	0.152	1.208	0.725	1.100	0.653	1.329	261.000	0.7	0.4	Vérifié
D58-D59	33.00	0.39%	0.115	346	400	0.170	1.352	0.679	1.084	0.621	1.466	248.400	0.7	0.4	Vérifié
D59-D60	40.00	0.95%	0.447	487	500	0.478	2.437	0.935	1.140	0.819	2.778	409.500	1.3	0.7	Vérifié
D60-D70	40.00	0.98%	0.447	485	500	0.485	2.469	0.923	1.140	0.809	2.814	404.500	1.4	0.7	Vérifié
D61-D62	22.50	2.31%	0.013	110	315	0.218	2.793	0.061	0.462	0.125	1.289	39.375	1.5	0.8	Vérifié
D62-D63	45.00	0.33%	0.031	217	315	0.083	1.061	0.372	0.900	0.399	0.955	125.528	0.6	0.3	Vérifié
D63-D64	35.00	3.46%	0.045	162	315	0.266	3.416	0.171	0.689	0.243	2.352	76.388	1.9	1.0	Vérifié
D64-D65	35.00	6.40%	0.061	162	315	0.362	4.648	0.169	0.686	0.241	3.189	75.915	2.6	1.3	Vérifié
D65-D66	35.00	7.00%	0.069	166	315	0.379	4.861	0.182	0.707	0.254	3.437	80.010	2.7	1.4	Vérifié
D66-D67	35.00	3.63%	0.076	194	315	0.273	3.500	0.277	0.822	0.334	2.876	105.053	1.9	1.0	Vérifié
D67-D68	35.00	1.06%	0.081	251	315	0.147	1.889	0.549	1.025	0.531	1.936	167.265	1.0	0.5	Vérifié
D68-D69	35.00	0.37%	0.080	305	315	0.087	1.120	0.918	1.140	0.805	1.276	253.575	0.6	0.3	Vérifié
D69-D70	39.50	0.35%	0.080	307	315	0.085	1.094	0.940	1.140	0.825	1.247	259.875	0.6	0.3	Vérifié
D70-D71	40.00	1.27%	0.527	490	500	0.554	2.823	0.951	1.139	0.835	3.216	417.500	1.6	0.8	Vérifié
D71-D72	40.00	0.43%	0.527	602	630	0.593	1.901	0.890	1.138	0.781	2.164	492.030	1.0	0.6	Vérifié
D72-D73	40.00	1.53%	0.527	474	630	1.123	3.602	0.470	0.981	0.478	3.532	301.140	2.0	1.0	Vérifié
D73-D74	40.00	2.43%	0.527	435	630	1.416	4.542	0.372	0.911	0.408	4.137	257.040	2.5	1.3	Vérifié
D74-D75	40.00	2.82%	0.527	422	630	1.528	4.902	0.345	0.889	0.388	4.356	244.440	2.7	1.4	Vérifié
D75-D76	40.00	2.73%	0.527	425	630	1.501	4.814	0.351	0.894	0.393	4.306	247.590	2.6	1.4	Vérifié
D76-D77	40.00	1.55%	0.527	473	630	1.132	3.631	0.466	0.141	0.020	0.511	12.600	2.0	1.1	Vérifié

Tableau V.5 Dimensionnement du collecteur « D » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D77-D87	32.00	1.47%	0.003	69	630	1.102	3.534	0.003	0.141	0.020	0.498	12.600	1.9	1.0	Vérifié
D78-D79	30.00	3.93%	0.012	97	315	0.284	3.644	0.044	0.468	0.128	1.707	40.320	2.0	1.1	Vérifié
D79-D81	35.00	1.74%	0.023	142	315	0.189	2.425	0.120	0.688	0.242	1.668	76.230	1.3	0.7	Vérifié
D80-D81	35.00	2.71%	0.013	106	315	0.236	3.027	0.055	0.035	0.070	0.106	22.050	1.7	0.9	Vérifié
D81-D82	35.00	3.37%	0.047	165	315	0.263	3.373	0.179	0.690	0.260	2.328	81.900	1.9	1.0	Vérifié
D82-D83	35.00	3.86%	0.046	160	315	0.281	3.608	0.164	0.610	0.220	2.201	69.300	2.0	1.0	Vérifié
D83-D84	35.00	5.51%	0.046	149	315	0.336	4.314	0.137	0.590	0.190	2.545	59.850	2.4	1.3	Vérifié
D84-D85	35.00	4.71%	0.046	154	315	0.311	3.989	0.148	0.600	0.200	2.393	63.000	2.2	1.2	Vérifié
D85-D86	35.00	3.03%	0.046	167	315	0.249	3.197	0.185	0.715	0.259	2.286	81.585	1.8	0.9	Vérifié
D86-D87	40.00	3.10%	0.046	166	315	0.252	3.235	0.183	0.712	0.257	2.303	80.955	1.8	0.9	Vérifié
D87-D88	40.00	1.60%	0.049	193	630	1.150	3.689	0.043	0.414	0.105	1.526	66.150	2.0	1.1	Vérifié
D88-D89	40.00	0.85%	0.049	217	630	0.838	2.689	0.059	0.466	0.127	1.253	80.010	1.5	0.8	Vérifié
D89-D90	40.00	1.48%	0.049	196	630	1.104	3.542	0.045	0.416	0.106	1.474	66.780	1.9	1.0	Vérifié
D90-D91	40.00	1.22%	0.049	203	630	1.006	3.228	0.049	0.433	0.113	1.399	71.190	1.8	0.9	Vérifié
D91-D92	40.00	0.30%	0.049	264	630	0.498	1.597	0.099	0.568	0.175	0.907	110.250	0.9	0.5	Vérifié
D92-D93	40.00	0.53%	0.049	238	630	0.659	2.113	0.075	0.510	0.147	1.079	92.610	1.2	0.6	Vérifié
D93-D94	40.00	2.03%	0.049	185	630	1.294	4.150	0.038	0.391	0.096	1.622	60.480	2.3	1.2	Vérifié
D94-D95	40.00	3.22%	0.049	169	630	1.633	5.237	0.030	0.414	0.105	2.167	66.150	2.9	1.5	Vérifié
D95-D96	40.00	0.35%	0.049	257	630	0.538	1.725	0.091	0.628	0.207	1.083	130.410	0.9	0.5	Vérifié
D96-D97	43.00	0.35%	0.049	257	630	0.537	1.723	0.092	0.630	0.208	1.084	131.040	0.9	0.5	Vérifié
D97-D100	45.00	0.33%	0.057	273	630	0.525	1.684	0.108	0.649	0.219	1.093	137.970	0.9	0.5	Vérifié
D98-D100	40.00	1.50%	0.011	112	315	0.175	2.250	0.064	0.400	0.100	0.900	31.500	1.2	0.7	Vérifié
D99-D100	35.00	0.40%	0.009	135	315	0.091	1.162	0.104	0.820	0.150	0.953	47.250	0.6	0.3	Vérifié
D100-D105	45.00	0.33%	0.082	314	630	0.525	1.684	0.156	0.620	0.220	1.044	138.600	0.9	0.5	Vérifié
D101-D103	35.00	1.29%	0.010	110	315	0.162	2.083	0.061	0.531	0.157	1.107	49.455	1.1	0.6	Vérifié
D102-D103	35.00	0.34%	0.013	155	315	0.084	1.076	0.150	0.600	0.200	0.645	63.000	0.6	0.3	Vérifié

**Tableau V.5** Dimensionnement du collecteur « D » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D103-D104	35.00	0.34%	0.031	217	315	0.084	1.076	0.370	0.900	0.400	0.968	126.000	0.6	0.3	Vérifié
D104-D105	39.00	0.33%	0.039	237	315	0.083	1.061	0.467	0.960	0.460	1.018	144.900	0.6	0.3	Vérifié
D105-D126	45.00	0.36%	0.044	246	630	0.542	1.739	0.081	0.581	0.182	1.011	114.660	1.0	0.5	Vérifié
D106-D107	35.00	3.23%	0.007	83	315	0.257	3.301	0.029	0.351	0.081	1.158	25.515	1.8	1.0	Vérifié
D107-D108	35.00	6.00%	0.012	88	315	0.351	4.500	0.033	0.367	0.087	1.652	27.405	2.5	1.3	Vérifié
D108-D109	35.00	6.37%	0.019	103	315	0.361	4.638	0.051	0.438	0.115	2.032	36.225	2.6	1.3	Vérifié
D109-D110	35.00	4.91%	0.035	138	315	0.317	4.073	0.111	0.581	0.182	2.368	57.330	2.2	1.2	Vérifié
D110-D111	35.00	3.66%	0.044	159	315	0.274	3.513	0.162	0.674	0.234	2.370	73.710	1.9	1.0	Vérifié
D111-D112	35.00	0.37%	0.055	264	315	0.087	1.120	0.625	1.058	0.577	1.185	181.755	0.6	0.3	Vérifié
D112-D113	35.00	0.49%	0.062	263	315	0.100	1.280	0.619	1.057	0.575	1.353	181.125	0.7	0.4	Vérifié
D113-D122	26.50	1.25%	0.072	233	315	0.160	2.050	0.448	0.961	0.457	1.970	143.798	1.1	0.6	Vérifié
D114-D115	43.00	2.02%	0.008	94	315	0.204	2.613	0.040	0.391	0.096	1.022	30.240	1.4	0.8	Vérifié
D115-D116	44.50	6.13%	0.017	100	315	0.355	4.551	0.047	0.424	0.109	1.928	34.335	2.5	1.3	Vérifié
D116-D117	35.00	6.09%	0.031	127	315	0.353	4.532	0.088	0.536	0.159	2.427	50.085	2.5	1.3	Vérifié
D117-D118	40.00	6.40%	0.046	145	315	0.362	4.648	0.126	0.613	0.199	2.850	62.685	2.6	1.3	Vérifié
D118-D122	35.00	4.46%	0.052	163	315	0.302	3.879	0.173	0.693	0.245	2.686	77.175	2.1	1.1	Vérifié
D119-D120	40.00	6.55%	0.011	85	315	0.366	4.702	0.030	0.354	0.082	1.662	25.830	2.6	1.4	Vérifié
D120-D121	45.00	3.82%	0.026	130	315	0.280	3.592	0.094	0.548	0.165	1.968	51.975	2.0	1.0	Vérifié
D121-D122	47.00	3.64%	0.041	155	315	0.273	3.504	0.150	0.656	0.223	2.298	70.245	1.9	1.0	Vérifié
D122-D123	40.00	3.40%	0.099	218	315	0.264	3.388	0.376	0.909	0.406	3.079	127.890	1.9	1.0	Vérifié
D123-D124	40.00	4.35%	0.102	210	315	0.299	3.832	0.340	0.882	0.382	3.379	120.330	2.1	1.1	Vérifié
D124-D125	40.00	1.78%	0.104	251	315	0.191	2.448	0.545	1.023	0.528	2.504	166.320	1.3	0.7	Vérifié
D125-D126	28.50	2.56%	0.106	236	315	0.229	2.940	0.462	0.974	0.471	2.865	148.365	1.6	0.9	Vérifié
D126-D127	45.00	0.33%	0.145	389	630	0.525	1.684	0.277	0.825	0.336	1.389	211.680	0.9	0.5	Vérifié
D127-D136	45.00	1.40%	0.145	297	630	1.076	3.451	0.135	0.637	0.212	2.197	133.560	1.9	1.0	Vérifié
D128-D129	45.00	4.22%	0.034	140	315	0.294	3.775	0.115	0.591	0.187	2.231	58.905	2.1	1.1	Vérifié

**Tableau V.5** Dimensionnement du collecteur « D » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
D129-D130	45.00	3.07%	0.042	161	315	0.251	3.217	0.168	0.686	0.241	2.207	75.915	1.8	0.9	Vérifié
D130-D131	45.00	2.33%	0.050	181	315	0.219	2.806	0.228	0.762	0.290	2.138	91.350	1.5	0.8	Vérifié
D131-D132	50.00	1.42%	0.049	197	315	0.171	2.189	0.289	0.836	0.345	1.830	108.518	1.2	0.6	Vérifié
D132-D133	50.00	0.32%	0.049	261	315	0.081	1.039	0.608	1.057	0.575	1.098	181.125	0.6	0.3	Vérifié
D133-D134	21.50	0.37%	0.049	254	315	0.087	1.121	0.564	1.035	0.544	1.160	171.360	0.6	0.3	Vérifié
D134-D135	50.00	0.62%	0.049	231	315	0.113	1.447	0.437	0.959	0.455	1.388	143.325	0.8	0.4	Vérifié
D135-D136	43.50	0.55%	0.049	236	315	0.106	1.365	0.463	0.977	0.474	1.333	149.310	0.8	0.4	Vérifié
D136-D137	52.50	2.17%	0.195	305	630	1.340	4.298	0.145	0.654	0.222	2.811	139.860	2.4	1.2	Vérifié
D137-D138	50.00	0.64%	0.195	384	630	0.727	2.333	0.268	0.815	0.328	1.900	206.640	1.3	0.7	Vérifié
D138-D139	50.00	0.38%	0.195	423	630	0.560	1.798	0.347	0.880	0.380	1.582	239.400	1.0	0.5	Vérifié
D139-D140	50.00	0.38%	0.195	423	630	0.560	1.798	0.347	0.880	0.380	1.582	239.400	1.0	0.5	Vérifié
D140-D141	50.00	0.42%	0.195	415	630	0.589	1.890	0.330	0.880	0.380	1.663	239.400	1.0	0.5	Vérifié
D141-D142	50.00	0.34%	0.195	432	630	0.530	1.701	0.367	0.890	0.390	1.514	245.700	0.9	0.5	Vérifié

**Tableau V.6** Dimensionnement du collecteur « E »

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
E1-E2	35.00	0.46%	0.011	138	315	0.097	1.242	0.110	0.572	0.177	0.710	55.8	0.7	0.4	Vérifié
E2-E4	35.00	1.63%	0.020	136	315	0.183	2.345	0.107	0.574	0.178	1.345	56.1	1.3	0.7	Vérifié
E3-E4	25.00	0.68%	0.003	80	315	0.118	1.515	0.026	0.328	0.073	0.497	23.0	0.8	0.4	Vérifié
E4-E5	35.00	1.54%	0.029	160	315	0.178	2.282	0.165	0.676	0.235	1.543	74.0	1.3	0.7	Vérifié
E5-E7	30.00	0.37%	0.039	234	315	0.087	1.113	0.452	0.959	0.455	1.067	143.3	0.6	0.3	Vérifié
E6-E7	28.00	3.11%	0.006	79	315	0.252	3.239	0.025	0.325	0.072	1.053	22.7	1.8	0.9	Vérifié
E7-E8	35.00	3.20%	0.051	171	315	0.256	3.287	0.198	0.727	0.267	2.391	84.1	1.8	1.0	Vérifié
E8-E9	35.00	4.91%	0.059	168	315	0.317	4.073	0.187	0.710	0.256	2.893	80.6	2.2	1.2	Vérifié
E9-E10	39.50	3.42%	0.068	190	315	0.265	3.397	0.259	0.798	0.316	2.712	99.5	1.9	1.0	Vérifié
E10-E12	35.00	2.97%	0.080	207	315	0.247	3.167	0.326	0.863	0.366	2.732	115.3	1.7	0.9	Vérifié
E11-E12	38.00	4.92%	0.015	100	315	0.318	4.076	0.047	0.411	0.104	1.676	32.8	2.2	1.2	Vérifié
E12-E13	20.00	2.65%	0.100	229	315	0.233	2.991	0.427	0.947	0.443	2.834	139.5	1.6	0.9	Vérifié
E13-E14	35.00	1.09%	0.103	274	315	0.149	1.914	0.693	1.089	0.629	2.084	198.1	1.1	0.6	Vérifié
E14-E16	35.00	6.89%	0.111	199	315	0.376	4.821	0.294	0.837	0.345	4.034	108.7	2.7	1.4	Vérifié
E15-E16	35.00	1.14%	0.008	103	315	0.153	1.964	0.051	0.424	0.109	0.832	34.3	1.1	0.6	Vérifié
E16-E17	35.00	6.94%	0.130	211	315	0.377	4.841	0.344	0.881	0.381	4.263	120.0	2.7	1.4	Vérifié
E17-E18	40.00	0.40%	0.133	363	400	0.171	1.363	0.774	1.115	0.686	1.519	274.4	0.7	0.4	Vérifié
E18-E22	40.00	0.35%	0.141	381	400	0.160	1.275	0.882	1.136	0.762	1.448	304.8	0.7	0.4	Vérifié
E19-E20	30.00	0.40%	0.009	132	315	0.091	1.162	0.099	0.550	0.166	0.639	52.3	0.6	0.3	Vérifié
E20-E21	35.00	6.86%	0.020	105	315	0.375	4.811	0.053	0.436	0.114	2.096	35.9	2.6	1.4	Vérifié
E21-E22	29.00	6.72%	0.033	126	315	0.371	4.764	0.088	0.534	0.158	2.542	49.8	2.6	1.4	Vérifié
E22-E23	30.00	1.17%	0.173	328	400	0.292	2.327	0.591	1.044	0.556	2.429	222.4	1.3	0.7	Vérifié
E23-E24	40.00	6.97%	0.186	241	400	0.715	5.690	0.260	0.799	0.317	4.547	126.6	3.1	1.7	Vérifié
E24-E25	40.00	0.55%	0.187	389	400	0.201	1.598	0.933	1.140	0.810	1.821	324.0	0.9	0.5	Vérifié
E25-E26	50.00	0.54%	0.185	389	400	0.199	1.583	0.932	1.140	0.818	1.805	327.0	0.9	0.5	Vérifié

**Tableau V.6** Dimensionnement du collecteur « E » (Suite)

Tronçon	L (m)	Pente (%)	Q (m3/s)	Dcal (mm)	DN (mm)	Qps(m3/s)	Vps(m/s)	Rq	Rv	Rh	V(m/s)	H (mm)	V1/10(m/s)	V1/100(m/s)	Autocurage
E26-E27	50.00	2.90%	0.185	284	400	0.461	3.669	0.402	0.934	0.430	3.428	172.0	2.0	1.1	Vérifié
E27-E28	50.00	1.50%	0.185	321	400	0.332	2.639	0.559	1.033	0.541	2.725	216.4	1.5	0.8	Vérifié
E28-E29	50.00	0.58%	0.185	384	400	0.206	1.641	0.900	1.139	0.789	1.869	315.6	0.9	0.5	Vérifié
E29-E30	50.00	1.78%	0.185	311	400	0.361	2.874	0.513	1.008	0.509	2.896	203.6	1.6	0.8	Vérifié
E25-E27	50.00	5.96%	0.185	248	400	0.661	5.260	0.281	0.829	0.339	4.360	135.6	2.9	1.5	Vérifié
E26-E28	50.00	2.90%	0.185	284	400	0.461	3.669	0.402	0.934	0.430	3.428	172.0	2.0	1.1	Vérifié
E27-E29	50.00	0.56%	0.185	387	400	0.203	1.612	0.915	1.140	0.803	1.838	321.2	0.9	0.5	Vérifié
E28-E30	50.00	0.58%	0.185	384	400	0.206	1.641	0.900	1.139	0.789	1.869	315.6	0.9	0.5	Vérifié
E29-E31	50.00	0.90%	0.185	354	400	0.257	2.044	0.722	1.102	0.655	2.252	262.0	1.1	0.6	Vérifié
E25-E28	50.00	0.56%	0.185	387	400	0.203	1.612	0.915	1.140	0.803	1.838	321.2	0.9	0.5	Vérifié
E26-E29	50.00	0.52%	0.185	392	400	0.195	1.554	0.950	1.139	0.834	1.770	333.6	0.9	0.5	Vérifié
E27-E30	50.00	0.54%	0.185	389	400	0.199	1.583	0.932	1.140	0.818	1.805	327.0	0.9	0.5	Vérifié
E28-E31	50.00	1.18%	0.185	336	400	0.294	2.340	0.631	1.067	0.591	2.496	236.2	1.3	0.7	Vérifié
E29-E32	50.00	1.70%	0.185	314	400	0.353	2.809	0.525	1.014	0.518	2.850	207.0	1.5	0.8	Vérifié
E25-E29	50.00	0.56%	0.185	387	400	0.203	1.612	0.915	1.140	0.803	1.838	321.2	0.9	0.5	Vérifié
E26-E30	50.00	0.50%	0.185	395	400	0.191	1.523	0.969	1.137	0.851	1.733	340.4	0.8	0.4	Vérifié
E27-E31	50.00	0.34%	0.185	425	500	0.286	1.458	0.648	1.074	0.603	1.566	301.5	0.8	0.4	Vérifié
E43-E44	50.00	0.46%	0.185	401	500	0.333	1.696	0.557	1.032	0.540	1.750	270.0	0.9	0.5	Vérifié
E44-E45	50.00	0.32%	0.185	429	500	0.278	1.414	0.668	1.082	0.617	1.531	308.5	0.8	0.4	Vérifié
E45-C40	43.50	1.66%	0.185	316	500	0.632	3.216	0.294	0.842	0.349	2.707	174.5	1.8	0.9	Vérifié