



## Département de Génie de l'Eau

### Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme de  
Licence professionnelle en :

### Hydraulique

### Thème :

**Dimensionnement du réseau  
d'assainissement des eaux usées de village  
Boukelaa commune El Kseur, W.Béjaia.**

**Réalisé par :**

-M<sup>lle</sup> ALLOUCHE Sandra

**Encadré par :**

-M<sup>me</sup> SIFFOUNE Naima

M.C.B/ I.T, université Bouira.

**Corrigé par :**

-Mr DAHMANI Saad

M.A.A/ I.T, université Bouira.

-Mr HAMMID Hakim

M.A.A/ I.T, université Bouira.

# *Remerciements*

Victor Hugo a dit : « **Derrière une œuvre visible, il y a toujours une œuvre invisible** ».

*Nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné le courage et la patience afin de mener ce travail à terme.*

*Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier ma promotrice madame **SIFOUN Naima** pour son aide appréciable, sa disponibilité, et ses conseils fructueux pour la réalisation de mon travail.*

*Mes plus vifs remerciements aux personnels de la direction de l'hydraulique de la wilaya de Bejaia, en particulier, mon Co-encadreur monsieur **MEHTOUT Rahim**.*

*Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'épanouissement de ce travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents*

*Mon chère frère et à ma chère sœur ainsi qu'à toute la famille*

*Je tiens aussi à dédier ce travail à tous mes amis sans exception*

*Toute la promotion hydraulique*

*Sandra*

## Sommaire

Résumé.

Introduction générale .....	1
Introduction .....	2
I.1. Présentation de la Direction des Ressources en Eau .....	2
I.1.1. Mission de la direction des ressources en eau .....	2
I.1.2. Organigramme de la direction des ressources en eau.....	3
I.2. Situation de la zone d'étude.....	5
I.2.2. Relief .....	6
I.2.3. Situation hydrographique.....	6
I.2.4. Situation climatique.....	6
I.2.5. Situation démographique .....	7
Conclusion .....	7
Introduction .....	8
II.1. Origines des eaux usées .....	8
II.1.1. Eaux usées domestiques .....	8
II.1.2. Eaux usées industrielles.....	9
II.1.3. Eaux usées agricoles .....	9
II.1.4. Eaux usées pluviales et de ruissellement.....	9
II.2. Différents systèmes des réseaux d'assainissement .....	9
II.2.1. Le système unitaire .....	9
II.2.2. Le système séparatif .....	10
II.2.3. Système pseudo-séparatif .....	10
II.2.4. Système hybride ou composite .....	11
II.3. Choix du type d'un système d'assainissement.....	11
II.4. Types de schémas du réseau d'assainissement.....	11
II.4.1. Schéma perpendiculaire .....	11

II.4.2. Schéma par déplacement latéral.....	12
II.4.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique.....	12
II.4.4. Schéma par zone étagée .....	12
II.4.5. Schéma radial.....	13
II.5. Eléments constitutifs d'un réseau d'assainissement .....	13
II.5.1. Ouvrages principaux .....	13
II.5.2. Ouvrages annexes .....	15
II.5.3. Ouvrages systématiques .....	15
II.5.4. Ouvrages particuliers.....	16
Conclusion .....	17
Introduction .....	18
III.1. Conception et tracé en plan du réseau .....	18
III.1.1. Critères du tracé [4].....	18
III.1.2. Profil en long .....	18
III.1.3. Calcul des pentes des tronçons .....	19
III.2. Estimation de la population actuelle et future pour chaque tronçon .....	21
III.3. Estimation des débits d'eau usée rejetée.....	22
III.3.1. Débit moyen d'eau usée domestique .....	22
III.3.2. Débit de pointe : .....	23
III.3.3. Débit d'eau rejetée par les gros consommateurs (débit localisé) .....	24
III.3.4. Débit de pointe total de chaque tronçon.....	24
Conclusion .....	25
Introduction .....	26
IV.1. Conditions d'écoulement .....	26
IV.2. Détermination des caractéristiques dimensionnelles du collecteur.....	26
IV.2.1. Détermination des diamètres de canalisations .....	26
IV.2.2. Détermination des paramètres hydrauliques .....	28

IV.2.3. Vérification de la capacité d'autocurage.....	32
Conclusion.....	38
Conclusion générale.....	39

Bibliographie.

Annexe.

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau I. 1:</b> Données climatiques à El Kseur [1].....	7
<b>Tableau III. 1:</b> Les caractéristiques des différents tronçons de SB.....	19
<b>Tableau III. 2:</b> Résume la répartition de la population pour chaque tronçon .....	22
<b>Tableau III. 3:</b> Les débits moyens de rejet et les débits de pointe pour chaque tronçon..	24
<b>Tableau III. 4:</b> Débits d's EU estimés par les différentes activités.....	24
<b>Tableau III.5:</b> Débit de pointe pour chaque tronçon du SB.....	25
<b>Tableau IV. 1:</b> Représente les diamètres calculés et normalisés des conduites .....	29
<b>Tableau IV. 2:</b> Vérification des conditions d'autocurage et la vitesse d'écoulement .....	34

## Liste des figures

<b>Figure I. 1:</b> Organigramme de la DRE de la wilaya de Bejaia.....	4
<b>Figure I. 2:</b> Localisation de la commune El Kseur wilaya de Bejaia .....	5
<b>Figure I. 3:</b> Village de Boukelaa avec Google Earth.....	6
<b>Figure II. 1:</b> Schéma principe d'un réseau unitaire.....	9
<b>Figure II. 2:</b> Schéma de principe d'un réseau séparatif.....	10
<b>Figure II. 3:</b> Schéma principe d'un réseau pseudo séparatif.....	10
<b>Figure II. 4:</b> Schéma perpendiculaire .....	11
<b>Figure II. 5:</b> Schéma par déplacement latéral.....	12
<b>Figure II. 6:</b> Schéma à collecteur transversal ou oblique.....	12
<b>Figure II. 7:</b> Schéma par zone étagée .....	12
<b>Figure II. 8:</b> Schéma radial.....	13
<b>Figure II. 9:</b> Schéma général d'un regard de chute .....	16
<b>Figure IV. 1:</b> Taux de remplissage dans une conduite circulaire en fonction de l'angle $\Theta$ .....	28
<b>Figure IV. 2:</b> Variation des rapports de débit et de vitesses en fonction de taux de remplissage pour un ouvrage circulaire (Pour $\theta$ allons de $0^\circ$ jusqu'à $360^\circ$ ) .....	29



## الملخص:

في الآونة الأخيرة، لاحظنا ظهور عدة أمراض إثر مشاكل التلوث التي أثرت على بيئتنا، وأكثرها انتشارا تلك التي تسببها مياه الصرف الصحي. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد حجم شبكة معالجة مياه الصرف الصحي لقرية بوكالة التابعة لبلدية القصير ولاية بجاية. تتكون شبكة الصرف الصحي هذه من جمع و تفريغ المياه المستعملة من هذا التجمع .

**الكلمات المفتاحية:** الحجم ، شبكة الصرف الصحي ، المياه المستعملة ، الإخلاء ، التجميع

## Résumé

Dans les derniers temps, on a remarqué l'apparition de plusieurs maladies suite aux problèmes de pollution qui ont touché notre environnement, dont les plus fréquents sont ceux causés par les eaux de rejet.

L'objectif de cette étude est de dimensionner un réseau d'assainissement des eaux usées de village de Boukelaa commune d'El Kseur wilaya de Bejaia.

Ce réseau d'assainissement, consiste à collecter et évacuer les eaux usées de cette agglomération.

**Les mots clés :** dimensionner, réseau d'assainissement, eaux usées, évacuer, collecter.

## Abstract

In recent times, we have noticed the appearance of several diseases following the pollution problems that have affected our environment, the most frequent of which are those caused by waste water.

The objective of this study is to size a wastewater treatment network for the village of Boukelaa, municipality of El Kseur wilaya of Bejaia.

This sewerage network consists of collecting and evacuating wastewater from this agglomeration.

**The key words:** sizing, sewerage network, water used, evacuate, collect.

# **Introduction générale**

## Introduction générale

On observe depuis quelques années une urbanisation croissante et une densification spatiale importante, et les infrastructures d'assainissement sont malheureusement très insuffisantes et très peu développées induisant des maladies diverses liées à la vie dans un environnement insalubre. C'est pourquoi l'assainissement en milieu urbain et rural est sans doute indispensable à un épanouissement, et surtout primordiale pour la protection de l'hygiène du milieu environnant et il représente un enjeu majeur tant pour la santé publique que pour l'environnement.

L'assainissement a pour objet l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales par des dispositifs compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement, il est règlementé dans le code de la santé publique et dans le code général des collectivités territoriales.

Notre travail consiste à dimensionner le réseau d'assainissement séparatif du village Bouklaa, qui fait partie de la commune d'El Kseur, wilaya de Bejaïa.

Notre travail est réparti comme suit :

- Dans le premier chapitre, nous allons présenter l'organisme d'accueil et la description de notre zone d'étude concernant les différentes situations (géographique, topographique...);
- Dans le deuxième chapitre, on donne quelques notions relatives aux réseaux d'assainissement dans le chapitre généralités sur les réseaux d'assainissement ;
- Dans le troisième chapitre, nous allons évaluer les quantités des eaux usées rejetés par la population et ses activités ;
- Dans le quatrième chapitre, nous allons dimensionner le réseau d'assainissement des eaux usées.
- Enfin, nous achèverons nos chapitres par une conclusion générale.

# **Chapitre I**

## **Présentation du site de l'étude et l'établissement d'accueil**

## **Introduction**

Avant tout projet d'assainissement, l'étude du site est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques du lieu et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Parmi ces facteurs nous citons : les données relatives à l'agglomération, les données propres au réseau d'assainissement, ainsi que la connaissance de la topographie et la géologie du site qui nous permettront de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

### **I.1. Présentation de la Direction des Ressources en Eau**

#### **I.1.1. Mission de la direction des ressources en eau**

- Veiller à la sauvegarde, la préservation, la protection et l'utilisation rationnelle des ressources en eau ;
- Recueillir et analyser les données relatives aux activités de recherche, d'exploitation, de production, de stockage et de distribution de l'eau pour les usages domestique, agricole ou industriel ;
- Veiller à l'application de la réglementation régissant les ressources en eau ;
- Instruire, en relation avec l'administration centrale, toutes demandes en matière d'affectation, d'utilisation et de réutilisation des ressources en eau et d'exploitation du domaine public hydraulique ;
- Veiller à l'application et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation dans le domaine du développement, de l'aménagement, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures destinées à l'alimentation en eau potable, à l'assainissement et à l'irrigation ;
- Tenir à jour le fichier des points d'eau situés sur le territoire de la wilaya et suivre les études et enquêtes concourant à une meilleure connaissance des ressources en eau superficielles et souterraines ;
- Rassembler les informations nécessaires à l'élaboration des bilans des programmes d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hydraulique agricole ;
- Assurer la maîtrise d'ouvrage et le suivi de l'exécution des projets dont la maîtrise d'ouvrage n'a pas fait l'objet de délégation.

### **I.1.2. Organigramme de la direction des ressources en eau**

La direction des ressources en eau organisée en cinq services et treize subdivisions. Comprennent :

1. Le service de l'administration des moyens ;
2. Le service de l'alimentation en eau potable ;
3. Le service de l'assainissement ;
4. Le service de la mobilisation des ressources en eau ;
5. Le service de l'hydraulique agricole.

***Les subdivisions*** : Une subdivision des ressources en eau est placée sous l'autorité du directeur de l'hydraulique de wilaya.

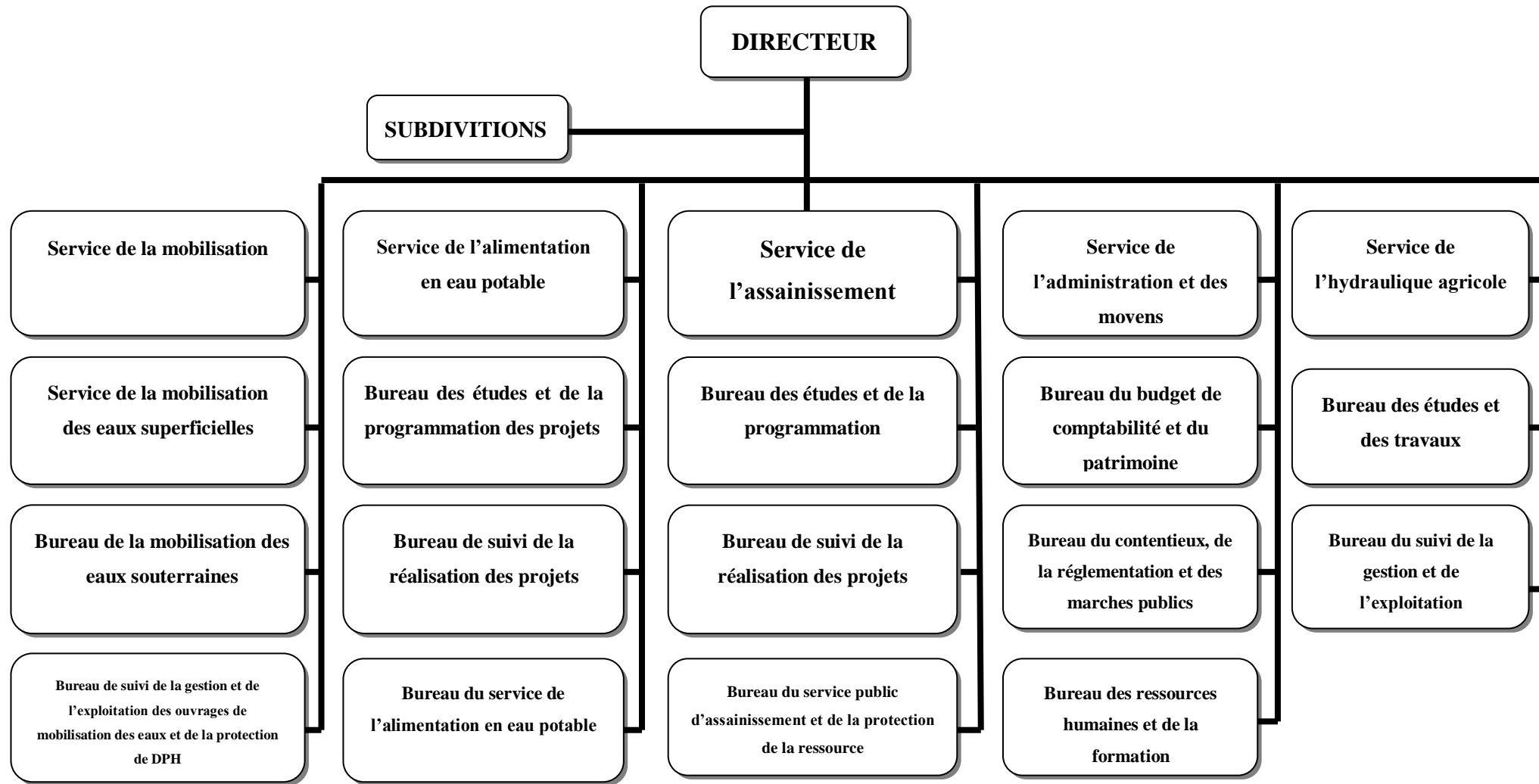


Figure I. 1: Organigramme de la DRE de la wilaya de Bejaia

## I.2. Situation de la zone d'étude

### I.2.1. Situation géographique

Le territoire de la commune d'El Kseur est situé à 20 km au Sud-Ouest de la ville de Bejaia, dans la vallée de la Soummam, à mi-chemin entre la haute et la basse Kabylie. Elle s'étend sur une superficie de 94,06 km<sup>2</sup>, et elle est délimitée (Figure I.2) :

- Au Nord par la commune de Toudja ;
- A l'Est par la commune d'Oued Ghir ;
- Au Sud par la commune d'Amizour ;
- Au Sud-Ouest par la commune de Semaoun et la commune d'Immaten ;
- A l'Ouest par la commune de Fenaia ;
- Au Nord-Ouest par la commune de TaouritIghil et la commune de Beni Ksil.



**Figure I. 2:** Localisation de la commune El Kseur wilaya de Bejaia

Le village Boukelaïa est un petit village de la commune d'El Kseur, se trouve a coté de la daïra d'El Kseur.





**Figure I. 3:**Village de Boukelaa avec Google Earth

### **I.2.2. Relief**

Le relief d'El Kseur est caractérisé par son aspect montagneux. En effet, la ville est située dans une vallée étroite au pied du mont Ibarissen, qui constitue le dernier massif rocheux de la chaîne de Djurdjura à l'Est avant le massif de Gouraya. Un lit de rivières important qui sépare le centre-ville à la cité Berchiche l'une des plus anciennes cités de la ville. [1]

### **I.2.3. Situation hydrographique**

Le réseau hydrographique renferme un grand bassin versant à savoir le bassin de l'Oued Soummam. La ville d'El Kseur est alimentée en eau par le barrage de Tichy-haf situé dans la localité de Bouhamza. Le barrage est alimenté par les eaux de pluie et de fonte du manteau nival du Djurdjura. Il est doté d'une capacité de stockage de 150 millions de m<sup>3</sup>. [1]

### **I.2.4. Situation climatique**

La ville d'El Kseur bénéficie d'un climat tempéré et humide avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes et une pluviométrie importante, comme toutes les villes de la moitié Est du littoral algérien. En raison des massifs montagneux qui entourent la ville, il neige chaque année en hiver entre décembre et février pour les hautes altitudes de plus de 600 m. [1]

**Tableau I. 1: Données climatiques à El Kseur [1]**

Mois	Température minimale moyenne (°C)	Température moyenne (°C)	Température maximale moyenne (°C)	Précipitations (mm)
Janvier	7,7	12,1	16,4	99,7
Février	7,6	12,3	16,8	85,9
Mars	8,5	13,1	17,7	100,4
Avril	10,1	14,7	19,3	70,7
Mai	13,1	17,6	22	41,2
Juin	16,6	21	25,3	16,2
Juillet	19,3	24	28,7	5,8
Aout	20,2	24,8	29,3	13
Septembre	18,5	23,2	27,8	40,4
Octobre	15	19,7	24,3	89,5
Novembre	11,2	15,8	20,3	99,7
Décembre	8,4	12,7	16,9	135
Année	12,9	17,6	22,1	767,5

### **I.2.5. Situation démographique**

En 2008, la commune d'El Kseur comptait 29 842 habitants. L'évolution du nombre d'habitants est connue à travers les recensements de la population effectués dans la commune depuis 1980. La ville d'El Kseur est la cinquième ville de la wilaya de Bejaia après les villes de Bejaia, Akbou, Amizour et kherrata. La ville a aussi une agglomération urbaine importante de Kabylie. Le taux d'accroissement de cette ville est de 1,05 (Annuaire statistique 2013 de la wilaya de Bejaïa).

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, on a présenté la DRE de wilaya de Bejaïa. Et on définit les différentes caractéristiques de la zone d'étude soient géographique, climatique, hydrographique et démographique.

## **Chapitre II**

### **Généralités sur les réseaux d'assainissement**

## Introduction

L'assainissement d'une agglomération est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, le plus rapidement possible et sans stagnation, des effluents provenant d'une agglomération urbaine, dans des conditions satisfaisantes [2].

L'établissement des réseaux d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux objectifs principaux :

- L'évacuation correcte des eaux pluviales, permettant :
  - D'empêcher la submersion des zones urbanisées,
  - D'éviter la stagnation de ces eaux particulièrement dans les points bas de l'agglomération.
- La collecte et l'évacuation des eaux usées de toutes natures (eaux vannes, eaux ménagères, eaux industrielles) en assurant leurs transport, le plus rapidement possible, jusqu'au lieu de leur traitement (la station d'épuration).

### II.1. Origines des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux non traitées rejetées après leurs utilisations par les usagers d'une agglomération (domestique, industrielle ou agricole).

Généralement, on distingue quatre origines qui sont :

- Les eaux usées domestiques ;
- Les eaux usées industrielles ;
- Les eaux usées agricoles ;
- Les eaux usées pluviales ou de ruissèlement.

#### II.1.1. Eaux usées domestiques

Elles comprennent :

- Les eaux ménagères ;
- Les eaux de vannes (eau WC) ;
- Les eaux de lavage.

### II.1.2. Eaux usées industrielles

Les eaux industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles peuvent contenir des substances organiques ou minérales corrosives.

### II.1.3. Eaux usées agricoles

À cause des engrais et les pesticides issus des élevages, l'agricole est une source de pollution des eaux, elles sont polluées notamment par les déjections des animaux.

### II.1.4. Eaux usées pluviales et de ruissellement

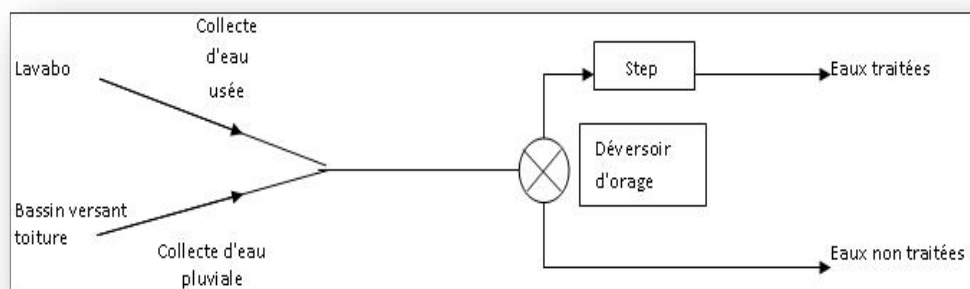
Elles peuvent constituer une cause de dégradations importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. Les eaux de pluie ne sont pas exemptes de pollutions : au contact de l'air, elles se chargent d'impuretés (fumées industrielles, résidus de pesticides...), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds...) [3].

## II.2. Différents systèmes des réseaux d'assainissement

Plusieurs systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux pluviales sont susceptibles d'être mis en service, on distingue :

### II.2.1. Le système unitaire

C'est l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales par un réseau unique, généralement pourvu de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet d'une partie des eaux, par surverse, directement dans le milieu naturel [3].



**Figure II. 1:** Schéma principe d'un réseau unitaire

### II.2.2. Le système séparatif

Il consiste à affecter un réseau à l'évacuation des eaux ménagères, avec des réserves, de certains effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau [3].

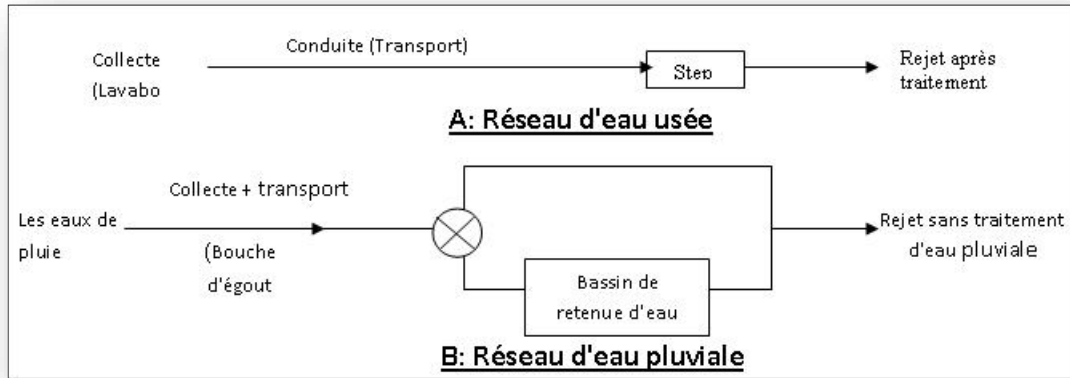


Figure II. 2: Schéma de principe d'un réseau séparatif

### II.2.3. Système pseudo-séparatif

C'est un système dans lequel on divise les apports d'eaux pluviales en deux parties :

L'une provient uniquement la surface de voirie, elle s'écoule par des ouvrages particuliers déjà conçus pour cet effet. L'autre provient des toitures et cours intérieures qui sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'aide des mêmes branchements que ce des eaux usées domestiques [3].

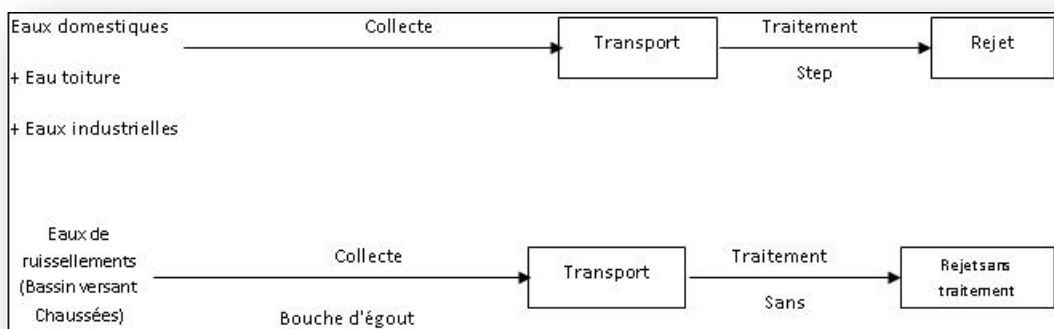


Figure II. 3: Schéma principe d'un réseau pseudo séparatif

### II.2.4. Système hybride ou composite

Le système hybride ou composite est parfois une variante du système séparatif. Il prévoit, grâce à divers aménagements, de découler partiellement les eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur épuration [3].

## II.3. Choix du type d'un système d'assainissement

Généralement la conception d'un réseau d'assainissement, nécessite un choix entre plusieurs types de réseau. Le choix se fait en fonction :

- Des conditions locales de réseau ;
- De la topographie du site ;
- Du régime de précipitation ;
- De la nature de terrain.

## II.4. Types de schémas du réseau d'assainissement

Les schémas d'un système d'assainissement se rapprochent le plus souvent de l'un des cinq types suivants [3] :

### II.4.1. Schéma perpendiculaire

C'est le type de schéma adopté en système séparatif des eaux pluviales. Son réseau est à déversement direct et perpendiculaire dans le cours d'eau. Le même schéma peut être adopté en système unitaire si aucun traitement des **eaux usées** n'est nécessaire.

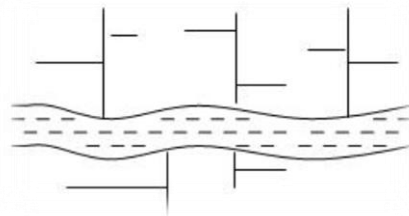


Figure II. 4: Schéma perpendiculaire

### II.4.2. Schéma par déplacement latéral

Il permet de transporter l'effluent en aval de l'agglomération en vue de son traitement. Les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau. Ce type de schéma nécessite un relèvement en cas de défaut de pente.

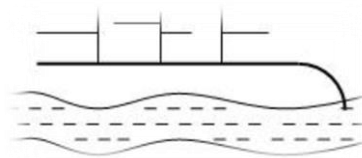


Figure II. 5: Schéma par déplacement latéral

### II.4.3. Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce schéma permet plus aisément le transit de l'effluent en aval de l'agglomération.

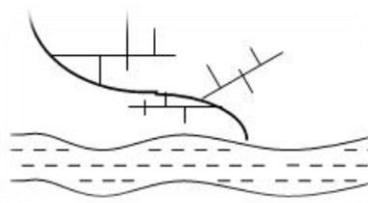


Figure II. 6: Schéma à collecteur transversal ou oblique

### II.4.4. Schéma par zone étagée

Il s'agit là d'une transposition du schéma par déplacement latéral, mais avec une multiplication des collecteurs longitudinaux. Il permet de décharger les collecteurs par des apports en provenance du haut de l'agglomération.

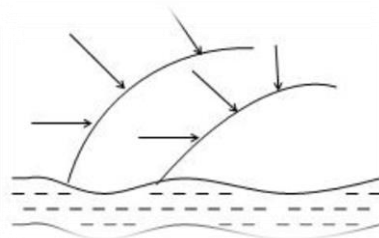


Figure II. 7: Schéma par zone étagée



### II.4.5. Schéma radial

Les eaux usées, collectées dans un ou plusieurs points, seront évacuées vers un point éloigné de l'agglomération. Il est convenable d'adopter ce schéma pour les régions plates.

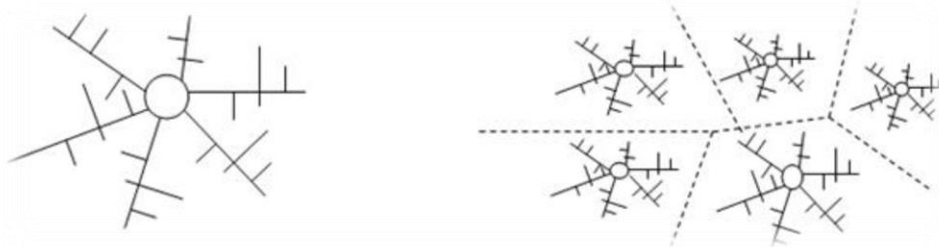


Figure II. 8: Schéma radial

## II.5. Eléments constitutifs d'un réseau d'assainissement

Un réseau d'assainissement doit être parfaitement étanche, en assurant l'écoulement rapide des eaux usées ou des eaux pluviales. Il doit avoir un degré très élevé de durabilité. Il est constitué de deux types d'ouvrages, à savoir, les ouvrages principaux et les ouvrages annexes [4].

### II.5.1. Ouvrages principaux

Ces ouvrages sont toutes les canalisations constituant le réseau d'assainissement. On peut faire la différence entre eux par le type de la conduite, et le diamètre économique (qui est déterminé à l'aide des calculs) [4].

#### II.5.1.1. Les différentes formes des conduites

Les principales formes des conduites couramment utilisées, sont :

##### a)- Les conduites circulaires

Ces canalisations se présentent par tronçons, de diamètre croissant de l'amont vers l'aval, suivant la grandeur de leurs sections. Elles sont classées comme suit :

- Collecteur primaire, pour les grands diamètres supérieurs à 0,80 m ;
- Collecteur secondaire, pour les diamètres moyens compris entre 0,30 et 0,80 m ;
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs à 0,30 m.

**b)- Les conduites ovoïdes**

Elles sont conçues pour remédier aux problèmes de largeur de la tranchée et surtout de la vitesse d'écoulement minimale. Elles permettent aussi un accès relativement facile au réseau.

**c)- Les conduites à banquettes**

Leur forme est très variable, et comportent une cunette à « rayon hydraulique » et une ou deux banquettes de part et d'autre pour assurer le passage du personnel et du matériel d'entretien.

**II.5.1.2. Les différents matériaux constitutifs**

Il existe plusieurs types de matériaux utilisés pour les conduites d'assainissement, entre autres :

**a)- La fonte**

Ce type de conduites a été imposé à titre de sécurité pour la traversée d'un bassin hydrominéral par un collecteur d'eau usée. Elle offre une bonne résistance à l'écrasement.

**b)- Le PVC (Poly Vinyl Chloride)**

Le PVC fait partie de la famille de thermoplastique. Avec une densité de 1,4, il est particulièrement léger en comparaison avec d'autres matériaux utilisés en canalisation. Son avantage réside en sa facilité de pose et de transport, et il offre une bonne résistance à l'agression chimique.

**c)- Le 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 2,50 m. Ce type de tuyaux ont une rupture brutale. Il est déconseillé de les utiliser pour les canalisations visitables.

**d)- Le béton armé**

Il est destiné pour les grandes sections. Son étanchéité faible risque de fissuration due à la présence des armatures.

**e)- Le grès**

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200 °C à 1300 °C. Le matériau obtenu est très imperméable, et il est

inattaquable par les agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce type de canalisation est recommandée dans les zones industrielles.

#### **f)- L'amiante-ciment**

Les principaux avantages des conduites en amiante-ciment sont : légèreté, facilité de manutention et d'installation et grande étanchéité des joints entre les tronçons et les branchements. Ces conduites peuvent aussi bien servir à l'évacuation des eaux usées par gravité, à l'évacuation sous pression (conduite de refoulement de pompe) et à la distribution de l'eau de consommation.

### **II.5.2. Ouvrages annexes**

Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordements, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau [5] [6].

Ces ouvrages se distinguent par deux types : ouvrages systématiques et ouvrages particuliers.

### **II.5.3. Ouvrages systématiques**

Ils relient les conduites d'assainissement à la surface, permettant la collecte des eaux et la visite des réseaux pour l'entretien. Parmi ces ouvrages, on peut citer :

#### **a)- Branchements particuliers**

Ils permettent de brancher les immeubles au réseau. On utilise souvent un regard de façade et une conduite de branchement.

#### **b)- Les bouches d'égout (avaloirs)**

On les installe dans le but de collecter les eaux qui ruissellent dans les rues et de les acheminer vers la conduite d'égout pluvial ou d'égout unitaire. Elles sont réparties uniformément de chaque côté de la rue, le long des bordures et des trottoirs. Les bouches d'égout peuvent être siphonnées dans le réseau unitaire pour éviter la propagation des mauvaises odeurs.

#### **c)- Regards de visite**

On les place à chaque changement de direction, de pente ou de section. Ils sont implantés dans l'axe si le réseau est non visitable, sinon ils sont placés latéralement. La distance entre deux

regards de visites est de 40 à 60 m. Pour l'aération et l'entretien des réseaux, ils sont les plus fréquemment utilisés.

#### d)- Regards de chute

Dans certains cas où la pente est très importante, les regards de chute sont vivement recommandés afin d'apaiser la vitesse d'écoulement dans les tronçons. Ils permettent également d'accéder à la conduite pour y effectuer des tâches d'entretien, ainsi que la ventilation dans le réseau, au même temps.

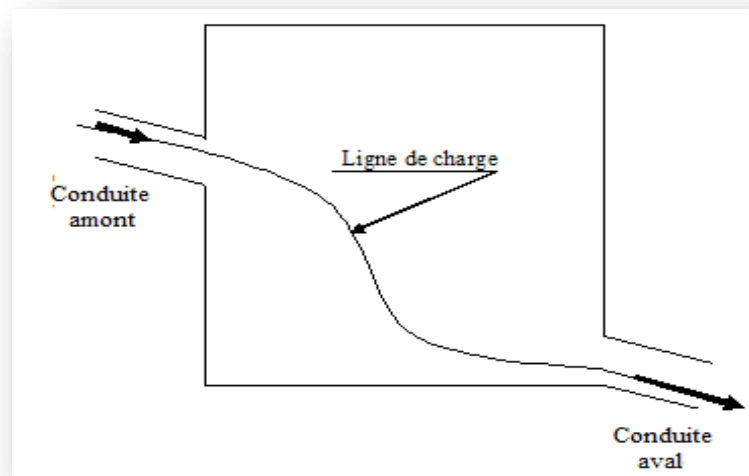


Figure II. 9: Schéma général d'un regard de chute

### II.5.4. Ouvrages particuliers

Ils sont liés aux conditions de fonctionnement du réseau, aux procédés d'entretien et de curage et à la topographie des bassins versants. On peut citer :

#### a)- Les réservoirs de chasse

Ils sont souvent implantés en tête du réseau pour pallier aux insuffisances d'autocurage. Ils sont généralement utilisés dans le réseau à faible pente.

#### b)- Les déversoirs d'orage

Les déversoirs d'orage sont souvent construits sur les réseaux unitaires, à proximité d'un milieu récepteur. Ils permettent le rejet direct des débits supplémentaires des eaux pluviales, ils ne doivent donc fonctionner que par temps de pluie.

**c)- Les bassins de retenue**

Ils permettent d'absorber les pointes de débit, et ainsi de limiter d'une part la charge de la canalisation aval, et d'autre part les inondations incontrôlées. Ils participent également au traitement des eaux pluviales avant leur rejet dans le milieu récepteur.

**d)- Les siphons**

Les passages en siphon sont réalisés pour le franchissement d'obstacles, tels un cours d'eau ou une voie ferrée.

**Conclusion**

Pour une exploitation du réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent et ceci selon la forme et le matériau par lequel elles ont construites.

Vu les caractéristiques de la zone d'étude, nous avons opté pour un réseau d'assainissement de type unitaire dont les conduites sont en PVC.

## **Chapitre III**

### **Tracé et évaluation des débits usés rejetés**

## Introduction

Avant d'entamer la partie de dimensionnement du réseau d'assainissement de village Boukelaa, il y'a lieu de présenter deux étapes indispensables :

- Conception et tracé du réseau d'une manière à éliminer tous les rejets sauvages ;
- Evaluation des charges hydrauliques à évacuer dans le futur, s'agissant des valeurs extrêmes soit:
  - Les débits de pointe qui conditionnent le dimensionnement des canalisations ;
  - Les débits minimaux pour vérifier les conditions d'auto-curage.

### III.1. Conception et tracé en plan du réseau

Le tracé du réseau doit se faire suivant des critères liés : à l'assainissement lui-même, à la topographie du site, et à la répartition de la population de l'agglomération. Le tracé des collecteurs à projeter fait ressortir leurs lieux de rejet.

#### III.1.1. Critères du tracé [4]

Le tracé en plan du réseau doit être effectué en respectant les points suivants :

- Collecter tous les branchements particuliers ;
- Minimiser le linéaire du réseau ;
- Garantir un écoulement gravitaire ;
- Converger les écoulements vers le même exutoire ;
- Tenir compte des conditions de réalisation et du transport des conduites et des matériaux de réalisation;
- Concevoir un itinéraire facilement repérable pour une meilleure exploitation et entretien du réseau après réalisation.

#### III.1.2. Profil en long

Un profil en long est une représentation longitudinale du réseau le long de l'itinéraire suivi. Pour le dimensionnement d'une canalisation d'assainissement, on trace son profil en long qui englobe les différentes côtes indispensables pour le dimensionnement, telles que les cotes du terrain naturel, cotes du projet, et les longueurs des tronçons.

### III.1.3. Calcul des pentes des tronçons

C'est une phase importante de la conception du réseau. La pente doit toujours être suffisante pour qu'on obtienne une vitesse d'auto-curage des conduites. À chaque fois, on doit prendre en considération la pente du terrain naturel pour retrouver la côte de pose du regard. On doit toutefois avoir un recouvrement minimum de sol (80cm). Dans le cas où la dénivelée n'est pas suffisante, on ajuste légèrement la pente pour éviter des remblais importants. Le calcul des pentes s'effectue généralement par la formule suivante :

$$I = \frac{C_{c.Am} - C_{c.Av}}{L} \dots\dots\dots (1)$$

Avec :

$I$  : Pente de la conduite (%) ;

$C_{c.Am}$  : Côte de la conduite amont en (m) ;

$C_{c.Av}$  : Côte de la conduite aval en (m) ;

$L$  : Distance partielle entre deux regards en (m).

Les caractéristiques des différents tronçons du Sous bassin (SB) sont données dans le tableau 1.

**Tableau III. 1:** Les caractéristiques des différents tronçons de SB

Tronçons	Regards	CT.Am (m)	CT.Av (m)	Cc.Am (m)	Cc.Av (m)	L (m)	I (%)
A.1-1	R37-R36	108,83	105,31	107,33	103,81	42	0,084
	R36-R35	105,31	102,11	103,81	100,61	42	0,076
	R35-R34	102,11	99,07	100,61	97,57	42	0,072
	R34-R33	99,07	96,35	97,57	94,85	42	0,065
	R33-R32	96,35	91,81	94,85	90,31	42	0,108
A.1-2-1	R32-R31	91,81	88,54	90,31	87,04	22	0,149
	R50-R49	116,26	112,99	114,76	111,49	26	0,126
	R49-R48	112,99	111,13	111,49	109,63	24	0,078
	R48-R47	111,13	108,34	109,63	106,84	36	0,077
	R47-R46	108,34	104,74	106,84	102,74	48	0,085
	R46-R45	104,74	104,29	102,74	102,47	24	0,011
A.1-2-2	R45-R44	104,29	103,57	102,47	102,02	33	0,014
	R53-R52	105,15	105,32	103,95	103,65	30	0,010
	R52-R51	105,32	105,21	103,65	103,29	36	0,010



	R51-R44	105,21	103,57	103,29	102,07	26	0,047
A.1-2	R44-R43	103,57	101,38	102,07	99,88	30	0,073
	R43-R42	101,38	98,06	99,88	96,56	42	0,079
	R42-R41	98,06	97,71	96,56	96,21	21	0,017
	R41-R40	97,71	94,71	96,21	93,21	36	0,083
	R40-R39	94,71	91,94	93,21	90,44	30	0,092
	R39-R38	91,94	91,32	90,44	89,82	42	0,015
	R38-R31	91,32	88,54	89,82	87,04	24	0,116
A.1	R31-R30	88,54	86,88	87,04	85,48	15	0,104
	R30-R29	86,88	82,28	85,48	80,78	42	0,112
	R29-R28	82,28	82,97	80,78	80,4	48	0,008
	R28-R27	82,97	83,12	80,4	80,16	48	0,005
	R27-R26	83,12	82,92	80,16	79,92	48	0,005
	R26-R25	82,92	82,57	79,92	79,68	48	0,005
	R25-R24	82,57	80,55	79,68	78,44	42	0,030
	R24-R23	80,55	76,67	78,44	75,17	36	0,091
	R23-R22	76,67	73,54	75,17	72,04	32	0,098
A.2-1	R61-R60	96,86	92,94	95,36	91,44	36	0,109
	R60-R59	92,94	88,99	91,44	87,49	36	0,110
	R59-R55	88,99	81,41	87,49	79,91	56	0,135
A.2-2	R71-R70	108,71	105,31	107,21	103,81	42	0,081
	R70-R69	105,31	102,71	103,81	101,21	30	0,087
	R69-R68	102,71	98,93	101,21	97,43	38	0,099
	R68-R67	98,93	98,13	97,43	96,63	27	0,030
	R67-R66	98,13	95,91	96,63	94,41	42	0,053
	R66-R60	95,91	94,12	94,41	92,42	36	0,055
A.2-3	R74-R73	101,87	99,93	100,37	98,43	24	0,081
	R73-R72	99,93	97,32	98,43	95,32	30	0,104
	R72-R61	97,32	96	95,32	94,2	18	0,062
A.2-4-1	R87-R86	123,09	119,63	121,79	118,33	48	0,072
	R86-R83	119,63	115,72	118,33	114,52	60	0,064
A.2-4	R85-R84	117,58	117,21	116,28	115,71	36	0,016
	R84-R83	117,21	115,72	115,71	114,42	36	0,036
	R83-R82	115,72	115,48	114,12	113,88	8	0,030
	R82-R81	115,48	112,65	113,88	111,15	48	0,057
	R81-R80	112,65	110,62	111,15	109,12	42	0,048
	R80-R79	110,62	108,16	109,12	106,66	42	0,059
	R79-R78	108,16	106,39	106,66	104,89	22	0,080
	R78-R77	106,39	104,58	104,89	103,08	24	0,075
	R77-R76	104,58	103,25	103,08	101,75	24	0,055
	R76-R75	103,25	99,78	101,75	98,28	36	0,096
	R75-R62	99,78	97,81	98,28	96,31	21	0,094
A.2	R62-R61	97,81	96	96,31	94,2	30	0,070
	R61-R60	96	94,12	94,2	92,32	33	0,057
	R60-R59	94,12	91,16	92,32	89,66	36	0,074
	R59-R58	91,16	88,43	89,66	86,93	36	0,076

	R58-R57	88,43	85,07	86,93	83,57	36	0,093
	R57-R56	85,07	82,47	83,57	80,27	30	0,110
	R56-R55	82,47	81,41	80,27	79,91	12	0,030
	R55-R54	81,41	75,38	79,91	73,88	48	0,126
	R54-R22	75,38	73,54	73,88	72,04	20	0,092
A	R22-R21	73,54	68,98	72,04	67,48	48	0,095
	R21-R20	68,98	67,7	67,48	64,2	30	0,109
	R20-R19	67,7	60,38	64,2	58,88	54	0,099
	R19-R18	60,38	55,9	58,88	54,4	48	0,093
	R18-R17	55,9	52,82	54,4	51,32	48	0,064
	R17-R16	52,82	49,9	51,32	48,4	48	0,061
	R16-R15	49,9	48,52	48,4	47,02	48	0,029
	R15-R14	48,52	46,01	47,02	44,51	42	0,060
	R14-R08	46,01	44,5	44,51	43,16	18	0,075

### III.2. Estimation de la population actuelle et future pour chaque tronçon

Nous avons estimé la population actuelle à travers le recensement du nombre de foyers de notre sous bassin étudié. Le taux d'occupation de logement **TOL** appliqué est égal à 5 personnes par logement. Pour l'estimation de la population future  $P_n$ , on a utilisé un taux d'accroissement **T** égal à 1,05% en appliquant la formule suivante :

$$P_n = P_0(1 + T)^n \dots\dots\dots (2)$$

Avec :

$P_n$  : population futur (habitants) ;

$P_0$  : population de base (habitants) ;

$T$  : taux d'accroissement (%) ;

$n$  : nombre d'années séparant l'horizon considéré et l'année de référence.

La population actuelle de village de Boukelaa est de 810 habitants, et la population à l'horizon de trente ans est de 1110 habitants.

La répartition de cette population entre les tronçons de SB est illustrée par le tableau 2.

**Tableau III. 2:** Résume la répartition de la population pour chaque tronçon

Tronçons	Nombre de foyer relevés	Population en 2021	Population en 2051
A-1-1	40	200	274
A-1-2-1	23	115	158
A-1-2-2	9	45	62
A-1-2	28	140	192
A-2-4-1	2	10	14
A-2-4	14	70	151
A-2-3	4	20	28
A-2-2	17	85	117
A-2-1	2	10	14
A-1	12	60	83
A	11	55	76

### III.3. Estimation des débits d'eau usée rejetée

La détermination des débits d'eaux usées (EU) est l'élément de base servant à établir la capacité des ouvrages requis. La plus grande partie d'EU d'origine domestique provient de ce qui reste des eaux de consommation après usage. Le volume d'eau déversé dans les égouts sanitaires représente donc en générale 60 à 80% du volume total des eaux de consommation distribuées [7].

#### III.3.1. Débit moyen d'eau usée domestique

Pour le dimensionnement du réseau, nous avons besoins de connaitre le débit d'eau qui est susceptible d'être rejetée par l'agglomération dans les 30 prochaines années. Ce débit dit '**débit moyen futur**' est évalué à l'aide de la formule suivante :

$$Q_m = \frac{dot * Crj * Pn}{86400} \dots\dots\dots (3)$$

Avec :

$Q_m$ : Débit moyen journalier futur d'EU domestique en (l/s) ;

$dot$  : Dotation en eau potable future (150 l/j/habitant) ;

$Crj$ : Coefficient de perte future (0,8) ;

$P_n$ : Nombre d'habitants futur.

### III.3.2. Débit de pointe :

La consommation d'eau peut être beaucoup plus forte que celle correspondant au débit moyen. On applique alors un coefficient de majoration appelé coefficient de pointe  $K_p$ . On obtient ensuite le débit de pointe par la formule ci-après :

$$Q_p = K_p * Q_m \dots \dots \dots (4)$$

Avec :

$Q_p$  : Débit de pointe en (l/s)

$Q_m$  : Débit moyen futur en (l/s)

$K_p$ : Coefficient de pointe, qui peut être déterminé comme suit :

⇒ Si  $Q_m \geq 2,8$  l/s, on utilise la formule suivante :

$$K_p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_m}} \dots \dots \dots (5)$$

Avec : Les valeurs de  $a$  et  $b$  sont prises respectivement égales à 1.5 et 2.5.

⇒ Si  $Q_m < 2,8$  l/s on prend le coefficient de pointe est égale à 3.

Dans notre cas d'étude (réseau d'assainissement de village Boukelaa), les débits d'EU sont inférieurs à 2,8 l/s, alors nous avons pris la valeur du coefficient  $K_p$  égale à 3.

**Tableau III. 3:** Les débits moyens de rejet et les débits de pointe pour chaque tronçon

Tronçons	$Q_m$ (l/s)	$K_p$	$Q_p$ (l/s)
A.1-1	0,476	3	1,427
A.1-2-1	0,274		0,823
A.1-2-2	0,108		0,323
A.1-2	0,333		1
A.1	0,144		0,432
A.2-4-1	0,024		0,073
A.2-4	0,262		0,786
A.2-3	0,049		0,146
A.2-2	0,203		0,609
A.2-1	0,024		0,073
A.	0,132		0,396

### III.3.3. Débit d'eau rejetée par les gros consommateurs (débit localisé)

Comme nous prévoyons de collecter toutes les EU, nous avons inclus celles provenant des gros consommateurs dans l'agglomération du village de Boukelaa : trois salles des fêtes et une cafétéria (tableau 4).

**Tableau III. 4:** Débits d's EU estimés par les différentes activités

Trancons	Activités	$Q_m$ (l/s)	$K_p$	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)
A.1	Salle des fêtes	0,017	3	0,051
A.2-1	Salle des fêtes	0,017		0,051
A	Salle des fêtes	0,017		0,051
A	Cafeteria	0,0017		0,0051

### III.3.4. Débit de pointe total de chaque tronçon

Le débit de pointe total ( $Q_p$ ) est le cumul des débits d'EU domestiques et celui des grands consommateurs (s'il existe) pour chaque tronçon de SB, et sur cette base qu'on fera le dimensionnement. Le  $Q_p$  est donné par la formule suivante :

$$Q_P = Q_{p1} + Q_{p2} \dots \dots \dots (6)$$

Avec :

$Q_p$ : Débit de pointe total en (l/s) ;

$Q_{p1}$ : Débit de pointe futur domestique en (l/s) ;

$Q_{p2}$ : Débit de pointe futur des gros consommateurs (localisés) en (l/s).

**Tableau III.5:** Débit de pointe pour chaque tronçon du SB

Tronçons	$Q_{p1}$ (l/s)	$Q_{p2}$ (l/s)	$Q_p$ (l/s)
A.1-1	1,427	-	1,427
A.1-2-1	0,823	-	0,823
A.1-2-2	0,323	-	0,323
A.1-2	1	-	1
A.1	0,432	0,051	0,483
A.2-4-1	0,073	-	0,073
A.2-4	0,786	-	0,786
A.2-3	0,146	-	0,146
A.2-2	0,609	-	0,609
A.2-1	0,073	0,051	0,124
A.	0,396	0,0014+0,051	0,448

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons calculé les pentes des différents tronçons dans le réseau d'assainissement du village Boukelaa, et nous avons aussi estimé la population actuelle et future ainsi le débit de pointe pour chaque tronçon du SB étudié.

## **Chapitre IV**

### **Dimensionnement hydraulique**

## Introduction

Les débits à évacuer et les pentes moyennes des différents tronçons des collecteurs étant définis dans le chapitre précédent, il reste à calculer les caractéristiques dimensionnelles des collecteurs. Et dans ce chapitre, nous allons calculer le diamètre des canalisations qui permettent un transport efficace des EU.

S'agissant d'un réseau séparatif, le dimensionnement est essentiellement conditionné par le débit de pointe de chaque tronçon de collecteur A et par les conditions d'auto-curage.

### IV.1. Conditions d'écoulement

Le système d'évacuation adopté dans notre projet est un système gravitaire. Ce dernier est caractérisé par un écoulement uniforme et à surface libre. Il doit aussi assurer une vitesse permettant l'auto curage tout en évitant la dégradation des conduites.

La vitesse d'auto curage qui empêchera les dépôts de sable, dans les collecteurs est de l'ordre de [7] :

- 0,6 m/s au moins pour un dixième du débit de pleine section ;
- 0,3 m/s au moins pour le un centième du débit de pleine section.

La vitesse d'érosion représente la limite supérieure (entre 4 et 5 m/s), au-dessus de la quelle les parois internes des conduites seront soumises à une forte érosion compte tenu du fait que les eaux sont chargées.

### IV.2. Détermination des caractéristiques dimensionnelles du collecteur

#### IV.2.1. Détermination des diamètres de canalisations

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement gravitaire, on considère les hypothèses suivantes [8] [3]:

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



- Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section  $Q_{ps}$  ne débitent en réalité, et dans la plupart du temps, que des quantités d'eau plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées. L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité :

$$Q = V \times S \dots \dots \dots (7)$$

Avec :

$Q$  : Débit en  $m^3/s$  ;

$V$  : Vitesse d'écoulement en  $m/s$  ;

$S$  : Section mouillée en  $m^2$ .

Les débits à évacuer et les pentes moyennes de différents tronçons étant calculés dans le chapitre III, il reste à déterminer les diamètres des conduites à installer permettant de garantir un transport efficace des EU en situation actuelle et future.

Le diamètre calculé est déterminé en utilisant la formule suivante :

$$D_{cal} = \left( \frac{Q_P \times 3,210}{K \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots \dots \dots (8)$$

À partir de cette formule nous pouvons calculer le diamètre théorique des conduites en considérant que la conduite est pleine pour le débit de pointe. Ensuite, il reste à choisir le diamètre commercial approprié, c'est-à-dire choisir une conduite existante sur le marché avec un diamètre supérieur au diamètre calculé, qu'on appelle diamètre normalisé  $D_n$ .

La formule de  $D_{cal}$  a été développée à partir de la formule de Manning Strickler représentée comme suit :

$$V = K \times Rh \times I^{1/2} \dots \dots \dots (9)$$

Avec :

- $V$  : vitesse d'écoulement ( $m/s$ ) ;
- $Rh$  : rayon hydraulique ( $m$ ) pour des débits à plein section, représenté par la formule suivante :

$$Rh = \frac{\pi \times r^2}{2 \times \pi \times r} = \frac{r}{2} = \frac{D}{4} \dots \dots \dots (10)$$

- $I$  : la pente nécessaire à l'écoulement d'un débit donné ;
- $K$  : coefficient de rugosité de Manning-Strickler. Il varie en fonction du type de matériau des conduites (tient compte de la rugosité des conduites), on a :
  - $K=80$  pour les collecteurs en PVC ;
  - $K=70$  pour les collecteurs en béton.

**IV.2.2. Détermination des paramètres hydrauliques**

Dans notre étude (dimensionnement), nous intéressons à la détermination des paramètres hydrauliques les plus importants [8]:

- La vitesse d'écoulement donnée par l'équation suivante :

$$V = rV \times V_{ps} \dots \dots \dots (11)$$

- La hauteur de remplissage déterminée par la formule :

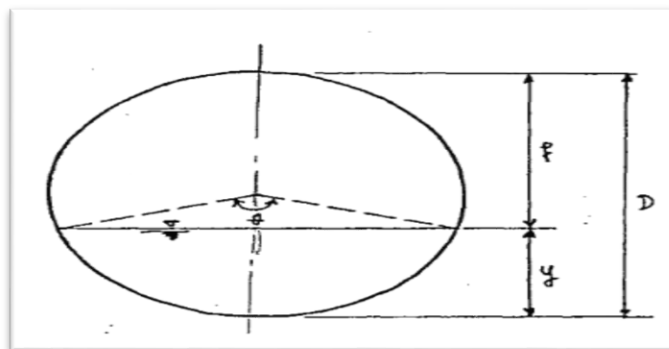
$$H = rH \times D_n \dots \dots \dots (12)$$

Pour cela, nous devons calculer les deux rapports: rapport des hauteurs  $rH$  et rapport des vitesses  $rV$ . Tel que, pour une conduite circulaire de rayon  $r$  (Figure IV-1), l'équation qui nous permet de calculer  $rH$  (déterminée graphiquement (Figure IV-2) est la suivante :

$$rH = 4,175.rQ^5 - 11,27.rQ^4 + 12,79.rQ^3 - 6,898.rQ^2 + 2,395.rQ + 0,023 \dots \dots (13)$$

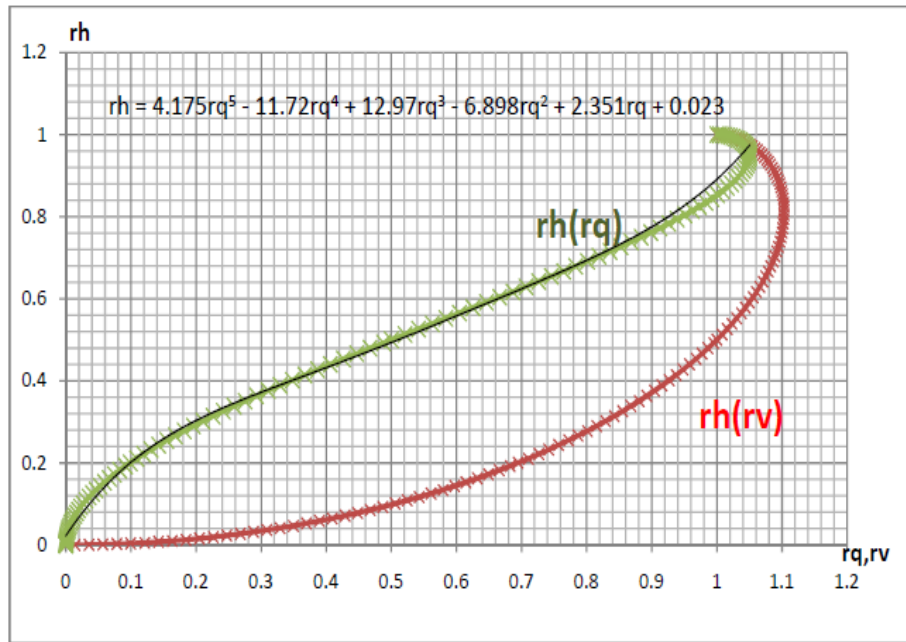
Et le rapport  $rQ$  est donné par la formule suivante :

$$rQ = \frac{Q}{Q_{ps}} \dots \dots \dots (14)$$



**Figure IV. 1:** Taux de remplissage dans une conduite circulaire en fonction de l'angle  $\Theta$

( $\Theta$  : angle de remplissage ;  $D$  : diamètre de la conduite)



**Figure IV. 2:** Variation des rapports de débit et de vitesses en fonction de taux de remplissage pour un ouvrage circulaire (Pour  $\theta$  allons de  $0^\circ$  jusqu'à  $360^\circ$ )

Et pour le rapport rV, la formule de calcul est :

$$rV = \sqrt{1 - \frac{\sin(2 \cdot \cos^{-1}(1 - (2 \cdot rH)))}{2 \cdot \cos^{-1}(1 - (2 \cdot rH))}} \dots \dots \dots (15)$$

**Tableau IV. 1:** Représente les diamètres calculés et normalisés des conduites

Tronçons	Regards	I (%)	Qeu (m³/s)	Dcal (mm)	Dn (m)
A.1-1	R37-R36	0,084	0,000120	16,138	200
	R36-R35	0,076	0,000210	20,265	200
	R35-R34	0,072	0,000440	27,002	200
	R34-R33	0,065	0,000615	31,260	200
	R33-R32	0,108	0,000935	33,227	200
	R32-R31	0,149	0,001165	33,992	200
A.1-2-1	R50-R49	0,126	0,000146	16,097	200
	R49-R48	0,078	0,000200	19,835	200
	R48-R47	0,077	0,000200	19,835	200
	R47-R46	0,085	0,000546	28,383	200
	R46-R45	0,011	0,000610	43,270	200
	R45-R44	0,014	0,000670	43,232	200

**Tableau VI.1** : Représente les diamètres calculés et normalisés des conduites (suite)

A.1-2-2	R53-R52	0,010	0,000146	25,877	200
	R52-R51	0,010	0,000266	32,405	200
	R51-R44	0,047	0,000266	24,251	200
A.1-2	R44-R43	0,073	0,001030	37,087	200
	R43-R42	0,079	0,001200	38,692	200
	R42-R41	0,017	0,001320	53,691	200
	R41-R40	0,083	0,001440	41,022	200
	R40-R39	0,092	0,001560	41,467	200
	R39-R38	0,015	0,001800	61,701	200
	R38-R31	0,116	0,001790	41,844	200
A.1	R31-R30	0,104	0,003000	51,821	200
	R30-R29	0,112	0,003350	53,274	200
	R29-R28	0,008	0,003350	87,538	200
	R28-R27	0,005	0,003350	95,415	200
	R27-R26	0,005	0,003400	95,946	200
	R26-R25	0,005	0,003400	95,946	200
	R25-R24	0,030	0,003451	69,160	200
	R24-R23	0,091	0,003451	56,019	200
	R23-R22	0,098	0,003451	55,247	200
A.2-1	R61-R60	0,109	0,000060	11,848	200
	R60-R59	0,110	0,000060	11,831	200
	R59-R55	0,135	0,000060	11,375	200
A.2-2	R71-R70	0,081	0,000120	16,244	200
	R70-R69	0,087	0,000240	20,798	200
	R69-R68	0,099	0,000330	22,838	200
	R68-R67	0,030	0,000420	31,373	200
	R67-R66	0,053	0,000510	30,272	200
	R66-R60	0,055	0,000510	30,019	200
A.2-3	R74-R73	0,081	0,000120	16,248	200
	R73-R72	0,104	0,000180	18,054	200
	R72-R61	0,062	0,000180	19,867	200

**Tableau VI.1** : Représentes les diamètres calculés et normalisés des conduites (suite)

A.2-4-1	R87-R86	0,072	0,000060	12,801	200
	R86-R83	0,064	0,000060	13,109	200
A.2-4	R85-R84	0,016	0,000120	22,057	200
	R84-R83	0,036	0,000120	18,925	200
	R83-R82	0,030	0,000180	22,780	200
	R82-R81	0,057	0,000240	22,507	200
	R81-R80	0,048	0,000240	23,204	200
	R80-R79	0,059	0,000330	25,222	200
	R79-R78	0,080	0,000330	23,765	200
	R78-R77	0,075	0,000330	24,055	200
	R77-R76	0,055	0,000390	27,133	200
	R76-R75	0,096	0,000480	26,439	200
	R75-R62	0,094	0,000480	26,574	200
A.2	R62-R61	0,070	0,000480	28,048	200
	R61-R60	0,057	0,000660	32,880	200
	R60-R59	0,074	0,001200	39,185	200
	R59-R58	0,076	0,001200	38,994	200
	R58-R57	0,093	0,001200	37,505	200
	R57-R56	0,110	0,001200	36,367	200
	R56-R55	0,030	0,001200	46,400	200
	R55-R54	0,126	0,001260	36,128	200
	R54-R22	0,092	0,001260	38,301	200
A	R22-R21	0,095	0,004830	63,014	200
	R21-R20	0,109	0,004920	61,802	200
	R20-R19	0,099	0,005010	63,451	200
	R19-R18	0,093	0,005070	64,384	200
	R18-R17	0,064	0,005070	69,070	200
	R17-R16	0,061	0,005070	69,764	200
	R16-R15	0,029	0,005070	80,290	200
	R15-R14	0,060	0,005070	69,997	200
	R14-R08	0,075	0,005070	67,079	200

### IV.2.3. Vérification de la capacité d'autocurage

Par définition l'autocurage est un phénomène de nettoyage des égouts ou des conduites d'assainissement par le seul effet des écoulements qui s'y produisent [7].

Une fois que les diamètres des conduites sont définis, il est indispensable de vérifier les différentes conditions portant sur la vitesse minimale d'autocurage [8]:

✓ **1<sup>ère</sup> condition**

Une vitesse d'écoulement supérieure ou égale à 0,7m/s (à moindre rigueur 0,5m/s) pour une hauteur de remplissage égal à ½ du diamètre de la conduite à vérifier →  $rH = 1/2$ .

✓ **2<sup>ème</sup> condition**

La vitesse minimale d'autocurage doit être supérieure ou égale à 0,3m/s pour une hauteur minimale de remplissage de 2/10 du diamètre du tronçon considéré →  $rH = 2/10$ .

✓ **3<sup>ème</sup> condition**

Le remplissage de la conduite, qui doit être égal au moins au 2/10 du diamètre, doit aussi être assuré pour le débit minimal ( $Q_{min}$ ).

$$H = \frac{2}{10} D_n \quad \text{pour} \quad Q = Q_{min}$$

Partant de la formule de Manning (donnée au par-avant), nous pouvons déduire la formule permettant de calculer le débit plein section :

$$Q_{ps} = \frac{K \times \sqrt{I}}{3,210} \times D_n^{\frac{8}{3}}$$

Par la suite nous calculons, en utilisant la formule de continuité (7) la vitesse plein section comme suit :

$$V_{ps} = \frac{4 \times Q_{ps}}{\pi \times D_n^2}$$

Dans ce cas, le rapport  $rV$  est égal à :

$$\Rightarrow rV = 1 \text{ pour } rH = 0,5 \text{ (1<sup>ère</sup> condition)}$$

$\Rightarrow rV = 0,69$  pour  $rH = 0,2$  (2<sup>ème</sup> condition)

Les résultats de vérification d'autocurage de notre réseau dimensionné sont donnés dans le **tableau IV.2** :

**Tableau IV. 2:** Vérification des conditions d'autocurage et la vitesse d'écoulement

Tronçons	Regards	I (m/m)	Qp (m <sup>3</sup> /s)	Dcal (mm)	Dn (m)	Qps (m <sup>3</sup> /s)	Vps (m/s)	rQ	rH	rV (rH=0,5)	rV (rH=0,2)	V (rH=0,5)	V (rH=0,2)	H 0,04	rV
A.1-1	R37-R36	0,084	0,00012	16,138	0,2	0,098	3,126	0,001	0,026	1	0,69	3,126	2,157	0,005	0,261
	R36-R35	0,076	0,00021	20,265	0,2	0,094	2,981	0,002	0,028	1	0,69	2,981	2,057	0,006	0,273
	R35-R34	0,072	0,00044	27,002	0,2	0,091	2,905	0,005	0,034	1	0,69	2,905	2,005	0,007	0,300
	R34-R33	0,065	0,000615	31,260	0,2	0,086	2,748	0,007	0,040	1	0,69	2,748	1,896	0,008	0,322
	R33-R32	0,108	0,000935	33,227	0,2	0,111	3,551	0,008	0,043	1	0,69	3,551	2,450	0,009	0,334
	R32-R31	0,149	0,001165	33,992	0,2	0,131	4,164	0,009	0,044	1	0,69	4,164	2,873	0,009	0,338
A.1-2-1	R50-R49	0,126	0,000146	16,097	0,2	0,120	3,830	0,001	0,026	1	0,69	3,830	2,643	0,005	0,261
	R49-R48	0,078	0,0002	19,835	0,2	0,094	3,006	0,002	0,028	1	0,69	3,006	2,074	0,006	0,272
	R48-R47	0,077	0,0002	19,835	0,2	0,094	3,006	0,002	0,028	1	0,69	3,006	2,074	0,006	0,272
	R47-R46	0,085	0,000546	28,383	0,2	0,099	3,156	0,006	0,036	1	0,69	3,156	2,178	0,007	0,307
	R46-R45	0,011	0,00061	43,270	0,2	0,036	1,145	0,017	0,062	1	0,69	1,145	0,790	0,012	0,400
	R45-R44	0,014	0,00067	43,232	0,2	0,040	1,261	0,017	0,062	1	0,69	1,261	0,870	0,012	0,399
A.1-2-2	R53-R52	0,010	0,000146	25,877	0,2	0,034	1,080	0,004	0,033	1	0,69	1,080	0,745	0,007	0,295
	R52-R51	0,010	0,000266	32,405	0,2	0,034	1,080	0,008	0,041	1	0,69	1,080	0,745	0,008	0,329
	R51-R44	0,047	0,000266	24,251	0,2	0,073	2,339	0,004	0,032	1	0,69	2,339	1,614	0,006	0,288
A.1-2	R44-R43	0,073	0,00103	37,087	0,2	0,092	2,918	0,011	0,049	1	0,69	2,918	2,013	0,010	0,358
	R43-R42	0,079	0,0012	38,692	0,2	0,095	3,036	0,013	0,052	1	0,69	3,036	2,095	0,010	0,368
	R42-R41	0,017	0,00132	53,691	0,2	0,044	1,394	0,030	0,089	1	0,69	1,394	0,962	0,018	0,478



**Tableau IV. 3:** Vérification des conditions d'autocurage et la vitesse d'écoulement (suite)

	R41-R40	0,083	0,00144	41,022	0,2	0,098	3,118	0,015	0,057	1	0,69	3,118	2,151	0,011	0,384	1,197
	R40-R39	0,092	0,00156	41,467	0,2	0,103	3,282	0,015	0,058	1	0,69	3,282	2,264	0,012	0,387	1,270
	R39-R38	0,015	0,0018	61,701	0,2	0,041	1,312	0,044	0,115	1	0,69	1,312	0,905	0,023	0,540	0,708
	R38-R31	0,116	0,00179	41,844	0,2	0,115	3,676	0,016	0,059	1	0,69	3,676	2,536	0,012	0,390	1,432
A.1	R31-R30	0,104	0,003	51,821	0,2	0,109	3,483	0,027	0,084	1	0,69	3,483	2,403	0,017	0,463	1,613
	R30-R29	0,112	0,00335	53,274	0,2	0,113	3,613	0,030	0,088	1	0,69	3,613	2,493	0,018	0,474	1,714
	R29-R28	0,008	0,00335	87,538	0,2	0,030	0,961	0,111	0,220	1	0,69	0,961	0,663	0,044	0,724	0,696
	R28-R27	0,005	0,00335	95,415	0,2	0,024	0,764	0,140	0,254	1	0,69	0,764	0,527	0,051	0,771	0,588
	R27-R26	0,005	0,0034	95,946	0,2	0,024	0,764	0,142	0,256	1	0,69	0,764	0,527	0,051	0,773	0,591
	R26-R25	0,005	0,0034	95,946	0,2	0,024	0,764	0,142	0,256	1	0,69	0,764	0,527	0,051	0,773	0,591
	R25-R24	0,030	0,003451	69,160	0,2	0,058	1,856	0,059	0,143	1	0,69	1,856	1,280	0,029	0,597	1,107
	R24-R23	0,091	0,003451	56,019	0,2	0,102	3,255	0,034	0,096	1	0,69	3,255	2,246	0,019	0,496	1,613
	R23-R22	0,098	0,003451	55,247	0,2	0,106	3,378	0,033	0,094	1	0,69	3,378	2,331	0,019	0,490	1,654
A.2-1	R61-R60	0,109	0,00006	11,848	0,2	0,112	3,564	0,001	0,024	1	0,69	3,564	2,459	0,005	0,253	0,902
	R60-R59	0,110	0,00006	11,831	0,2	0,112	3,577	0,001	0,024	1	0,69	3,577	2,468	0,005	0,253	0,905
	R59-R55	0,135	0,00006	11,375	0,2	0,125	3,973	0,000	0,024	1	0,69	3,973	2,742	0,005	0,252	1,003
A.2-2	R71-R70	0,081	0,00012	16,244	0,2	0,096	3,073	0,001	0,026	1	0,69	3,073	2,120	0,005	0,262	0,804
	R70-R69	0,087	0,00024	20,798	0,2	0,100	3,179	0,002	0,029	1	0,69	3,179	2,194	0,006	0,275	0,874
	R69-R68	0,099	0,00033	22,838	0,2	0,107	3,406	0,003	0,030	1	0,69	3,406	2,350	0,006	0,282	0,962
	R68-R67	0,030	0,00042	31,373	0,2	0,058	1,859	0,007	0,040	1	0,69	1,859	1,283	0,008	0,323	0,601

**Tableau IV. 4:** Vérification des conditions d'autocurage et la vitesse d'écoulement (suite)

	R67-R66	0,053	0,00051	30,272	0,2	0,078	2,483	0,007	0,038	1	0,69	2,483	1,713	0,008	0,317	0,787
	R66-R60	0,055	0,00051	30,019	0,2	0,080	2,539	0,006	0,038	1	0,69	2,539	1,752	0,008	0,316	0,801
A.2-3	R74-R73	0,081	0,00012	16,248	0,2	0,096	3,070	0,001	0,026	1	0,69	3,070	2,119	0,005	0,262	0,803
	R73-R72	0,104	0,00018	18,054	0,2	0,109	3,477	0,002	0,027	1	0,69	3,477	2,399	0,005	0,266	0,926
	R72-R61	0,062	0,00018	19,867	0,2	0,085	2,694	0,002	0,028	1	0,69	2,694	1,859	0,006	0,272	0,732
A.2-4-1	R87-R86	0,072	0,00006	12,801	0,2	0,091	2,899	0,001	0,025	1	0,69	2,899	2,001	0,005	0,255	0,738
	R86-R83	0,064	0,00006	13,109	0,2	0,085	2,721	0,001	0,025	1	0,69	2,721	1,878	0,005	0,255	0,694
A.2-4	R85-R84	0,016	0,00012	22,057	0,2	0,043	1,359	0,003	0,030	1	0,69	1,359	0,938	0,006	0,279	0,380
	R84-R83	0,036	0,00012	18,925	0,2	0,064	2,044	0,002	0,027	1	0,69	2,044	1,411	0,005	0,269	0,550
	R83-R82	0,030	0,00018	22,780	0,2	0,059	1,871	0,003	0,030	1	0,69	1,871	1,291	0,006	0,282	0,528
	R82-R81	0,057	0,00024	22,507	0,2	0,081	2,576	0,003	0,030	1	0,69	2,576	1,777	0,006	0,281	0,724
	R81-R80	0,048	0,00024	23,204	0,2	0,075	2,374	0,003	0,031	1	0,69	2,374	1,638	0,006	0,284	0,674
	R80-R79	0,059	0,00033	25,222	0,2	0,082	2,614	0,004	0,033	1	0,69	2,614	1,803	0,007	0,292	0,764
	R79-R78	0,080	0,00033	23,765	0,2	0,096	3,063	0,003	0,031	1	0,69	3,063	2,114	0,006	0,286	0,876
	R78-R77	0,075	0,00033	24,055	0,2	0,093	2,966	0,004	0,031	1	0,69	2,966	2,046	0,006	0,287	0,852
	R77-R76	0,055	0,00039	27,133	0,2	0,080	2,542	0,005	0,035	1	0,69	2,542	1,754	0,007	0,301	0,765
	R76-R75	0,096	0,00048	26,439	0,2	0,105	3,353	0,005	0,034	1	0,69	3,353	2,313	0,007	0,298	0,998
	R75-R62	0,094	0,00048	26,574	0,2	0,104	3,308	0,005	0,034	1	0,69	3,308	2,282	0,007	0,298	0,987
A.2	R62-R61	0,070	0,00048	28,048	0,2	0,090	2,864	0,005	0,036	1	0,69	2,864	1,976	0,007	0,305	0,875
	R61-R60	0,057	0,00066	32,880	0,2	0,081	2,578	0,008	0,042	1	0,69	2,578	1,779	0,008	0,332	0,855

**Tableau IV. 5:** Vérification des conditions d'autocurage et la vitesse d'écoulement (suite)

	R60-R59	0,074	0,0012	39,185	0,2	0,092	2,936	0,013	0,053	1	0,69	2,936	2,026	0,011	0,371	1,090
	R59-R58	0,076	0,0012	38,994	0,2	0,093	2,974	0,013	0,053	1	0,69	2,974	2,052	0,011	0,370	1,101
	R58-R57	0,093	0,0012	37,505	0,2	0,104	3,299	0,012	0,050	1	0,69	3,299	2,277	0,010	0,360	1,189
	R57-R56	0,110	0,0012	36,367	0,2	0,112	3,582	0,011	0,048	1	0,69	3,582	2,471	0,010	0,353	1,264
	R56-R55	0,030	0,0012	46,400	0,2	0,059	1,871	0,020	0,069	1	0,69	1,871	1,291	0,014	0,422	0,790
	R55-R54	0,126	0,00126	36,128	0,2	0,120	3,828	0,010	0,047	1	0,69	3,828	2,641	0,009	0,351	1,345
	R54-R22	0,092	0,00126	38,301	0,2	0,103	3,276	0,012	0,051	1	0,69	3,276	2,260	0,010	0,365	1,197
A	R22-R21	0,095	0,00483	63,014	0,2	0,105	3,329	0,046	0,120	1	0,69	3,329	2,297	0,024	0,550	1,830
	R21-R20	0,109	0,00492	61,802	0,2	0,112	3,571	0,044	0,116	1	0,69	3,571	2,464	0,023	0,540	1,930
	R20-R19	0,099	0,00501	63,451	0,2	0,106	3,390	0,047	0,122	1	0,69	3,390	2,339	0,024	0,553	1,875
	R19-R18	0,093	0,00507	64,384	0,2	0,104	3,299	0,049	0,125	1	0,69	3,299	2,277	0,025	0,560	1,848
	R18-R17	0,064	0,00507	69,070	0,2	0,086	2,736	0,059	0,143	1	0,69	2,736	1,888	0,029	0,596	1,630
	R17-R16	0,061	0,00507	69,764	0,2	0,084	2,664	0,061	0,146	1	0,69	2,664	1,838	0,029	0,601	1,601
	R16-R15	0,029	0,00507	80,290	0,2	0,057	1,831	0,088	0,189	1	0,69	1,831	1,263	0,038	0,677	1,239
	R15-R14	0,060	0,00507	69,997	0,2	0,083	2,640	0,061	0,146	1	0,69	2,640	1,822	0,029	0,603	1,591
	R14-R08	0,075	0,00507	67,079	0,2	0,093	2,958	0,055	0,135	1	0,69	2,958	2,041	0,027	0,581	1,718

## **Conclusion**

A travers les résultats de la note de calcul, nous avons déterminé un diamètre normalisé de 200 mm.

Par conséquent, dans les conditions minimales d'écoulement, on a conclu une capacité insuffisante d'autocurage du réseau qui impose la construction des réservoirs de chasse.

## **Conclusion générale**

---

## Conclusion générale

L'objet de toute politique de l'environnement est d'assurer un meilleur plan de lutte contre la pollution.

A travers le sujet que nous avons étudié, nous avons réalisé un réseau d'assainissement de type unitaire qui permet la collecte et l'évacuation des eaux usées de village Boukelaa dans des conditions favorables, pour éviter les problèmes qui menacent la santé publique et l'environnement.

Pour notre agglomération, l'évaluation des débits des eaux usées (domestiques et de gros consommateurs) ont été déterminés selon la répartition de la population. Le réseau dimensionner présente dans ces tronçons des pentes convenables permettant une évacuation des débits de pointe en toute sécurité.

Les résultats importants obtenus sont :

- Le diamètre nécessaire est de 200 mm pour tous les tronçons ;
- Le matériau de conduite est le PVC ;
- Les deux premières conditions d'autocurage sont satisfaites ;
- La troisième condition n'est pas vérifiée, et pour palier à cette contrainte nous avons proposé une solution consistant à mettre en place des réservoirs de chasse. Néanmoins, cette solution conduit à un coût élevé du projet.

A travers cette étude, nous espérons que le travail présenté sera un apport au service d'assainissement de village de Boukelaa commune d'El Kseur, et permettra de préserver la santé publique et de sauvegarder l'environnement.

## **Bibliographie**

[1] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/El\\_Kseur](https://fr.wikipedia.org/wiki/El_Kseur)

[2] : **BOUKHZAR, T. BENHEDDAD, T.** Etude et Dimensionnement des Réseaux de Distribution en Eau Potable et d'Assainissement des Eaux Usées du P.O.S N°1 de la Commune de Tamokra (Wilaya de Bejaïa). Mémoire de fin d'étude, université de Bejaïa 2011.

[3] : **MARK SATIN, BECHIR SELMI.** « Guide technique d'assainissement 2006 » LE MONTEUR, Paris.

[4] : **Pape Mamadou, D. et Oumar D.,** Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement en eau potable et d'un système d'évacuation des eaux usées de la nouvelle ville Diamniadio, projet de fin d'études d'ingénieur, Université cheikh antadiop de Dakar, Sénégal, 118 pages, Juillet 2005.

[5] : **MADAOUIA, MOULOUDJA.** Étude de schéma directeur d'assainissement des eaux usées de la zone SIDI-ALI LEBHER, WILAYA DE BEJAIA. Mémoire de fin d'études, université de Bejaïa 2015.

[6] : **Henri, G. et Cyril, G.,** Les Eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. Edition Eyrolles, Paris, 1982.

[7] : Instruction technique française relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations.

[8] : **Carlier, M.,** *Hydraulique générale et appliquée*, Éditions Eyrolles, Paris, 565 Pages, 1980.



## **Annexe**

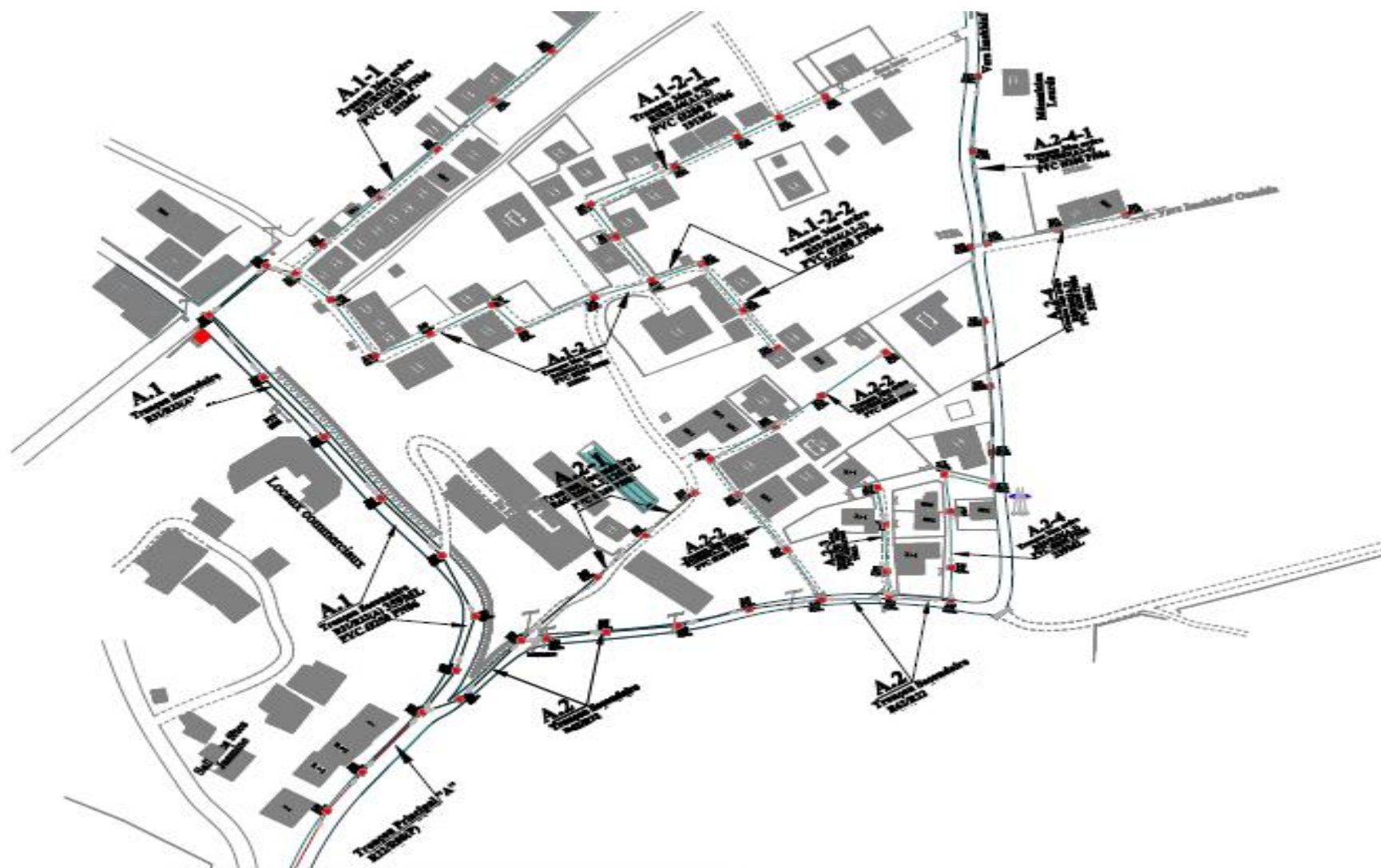


Figure 1: Tracé total du réseau d'assainissement

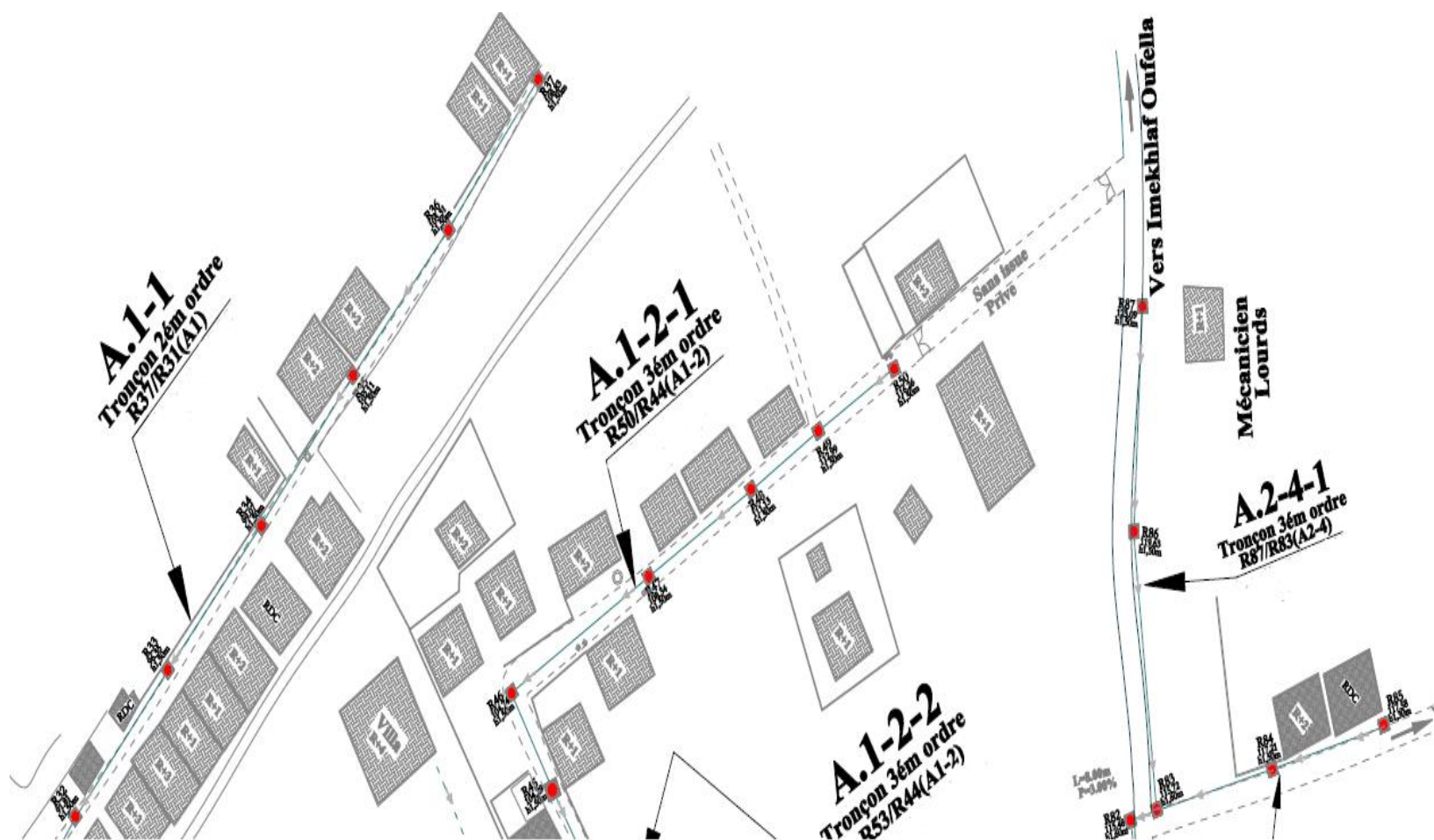


Figure 2: La première partie du tracé total







Figure 4: La troisième partie du tracé total

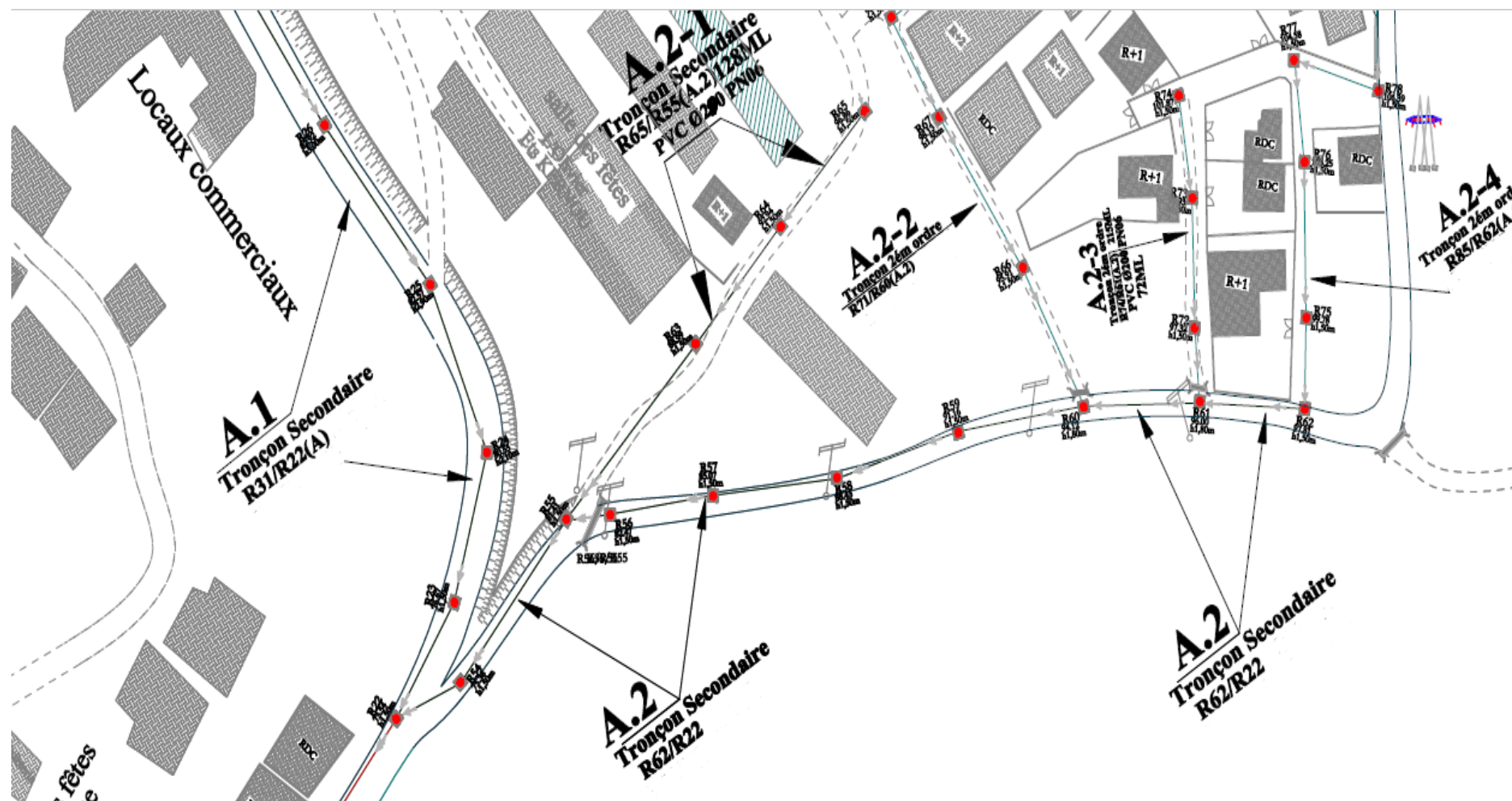


Figure 5: La quatrième partie du tracé total

