

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen - Faculté de TECHNOLOGIE

Département d'Hydraulique



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : HYDRAULIQUE

Option : HYDRAULIQUE URBAINE

Par : **BEKHTI Hassiba**

&

NOUAR Soumia

Sujet

**ETUDE DES INDICAREURS DE PERFORMANCE DANS LES
SERVICES D'ASSAINISSEMENT
CAS DE GUT**

Soutenu devant le jury composé de :

M^{me} BOUCHELKIA Fadila

Présidente

M^r BOUMEDIENE Maamar

Examineur

M^{me} FANDI Wassila

Examinatrice

M^{me} BOUKLI HacèneChérifa

Encadreur

Promotion 2017- 2018

Dédicaces

Je dédie ce mémoire:

A mon père et ma mère pour leurs sacrifices et leurs aides durant toute ma période d'études, sans les quelles je ne serais jamais arrivé a ce niveau que dieu les gardent.

Mes sœurs et mon frère et toute ma famille "Bekhti" ainsi que ma deuxième famille "Habbedine".

A tous mes enseignants.

A tout mes amies ainsi qu'a la promotion d'hydraulique 2018 plus spécialement la promotion d'Hydraulique urbaine que je leurs souhaite toute la réussite inchallah.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

BEKHTI HASSIBA

Dédicaces

*C'est grâce à Allah, que j'ai pu achever ce travail. Je le dédie à :
Mes très chers parents pour leur soutien et leur aide durant toute ma
période d'études, dont je leurs doit toute ma reconnaissance et mon
respect.*

Que Dieu le tout puissant les garde en bonne santé.

Aux familles NOUAR, HANBLI

A mes frères Mohamed, Aboubekr, Ali

A mes chères amies

A tous ceux qui m'aidé de près ou de loin

DJAB Mohamed, SERDOUNE Abdelbassete

Ma patrie l'ALGERIE

Tous mes enseignants

*A toute la promotion d'hydraulique 2018 plus particulièrement la
promotion d'Hydraulique urbaine chacun par son nom, avec qui j'ai
partagé mes meilleurs moments*

NOUAR SOUMIA

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos plus sincères sentiments de reconnaissance et de remerciement envers le bon Dieu, le Clément et le Miséricordieux, qui nous a donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

*Nous exprimons toutes nos profondes reconnaissances à notre encadreur **Mme BOUKLI HACENE CHERIFA** pour le temps qu'elle nous a accordé, leur aide scientifique, ainsi que ses précieux conseils.*

Nous remercions également tous nos enseignants durant tout notre cursus et spécialement les professeurs d'hydraulique urbaine.

*Nos vifs remerciements vont également aux Madame **BOUCHELKIA Fadila** présidente de jury, et Mr **BOUMEDIENE Maamar**, Mme **FANDI Wassila** membres du jury qui nous font l'honneur de présider et d'examiner ce travail.*

*Nous remercions également les gens de la **DRE** et de l'**ONA** ainsi que l'ingénieur Mr **HAMZA CHERIF SOUFIANE** pour son aide inestimable et pour le temps qu'ils nous ont accordé.*

Enfin nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, apporté aide et encouragement.

Merci à tous

Résumé

Ce travail vise à mettre l'accent sur le réseau d'assainissement du groupement urbain de Tlemcen et la station d'épuration d'Ain El Houtz, il sera question de vérifier leurs fonctionnements par l'étude des indicateurs de performance. Ces indicateurs portent sur les aspects techniques et environnementaux des services d'assainissement. Ils permettront d'assurer la pérennité du service. L'analyse de performance de réseau sera complétée en faisant appel aux systèmes d'information géographique SIG, des recommandations ont été proposées pour palier aux problèmes du réseau étudié. La mesure de performance par les indicateurs est une démarche qui permet d'améliorer la gestion des réseaux d'assainissement et d'identifier les forces et les faiblesse de service.

Mots-clés: Indicateur de performance - Réseau d'assainissement - système d'information géographique – profil en long - Modélisation de réseau d'assainissement de Tlemcen.

Abstract

This work aims to focus on the sanitation network of the Tlemcen urban group and the Ain El Houtz wastewater treatment plant. It will be a question of verifying their functioning by studying the performance indicators. These indicators cover the technical and environmental aspects of sanitation services. They will ensure the sustainability of the service. The network performance analysis will be completed using geographic information systems GIS, recommendations have been proposed to overcome the problems of the network studied. Performance measurement by indicators is an approach that improves the management of sanitation networks and identifies strengths and weaknesses in service.

Keywords: Performance indicator - Sanitation network - geographic information system - longitudinal profile - Tlemcen sanitation network modeling.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى التركيز على شبكة الصرف الصحي التابعة للتجمع الحضري تلمسان ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في عين الحوت، وستكون مسألة التحقق من أدائها من خلال دراسة مؤشرات الأداء. تغطي هذه المؤشرات الجوانب التقنية والبيئية لخدمات الصرف الصحي. وسوف تضمن استدامة الخدمة. سيتم اكتمال تحليل أداء الشبكة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وقد اقترحت توصيات للتغلب على مشاكل الشبكة التي تمت دراستها يعتبر قياس الأداء خطوة مبدئية لتحسين إدارة شبكات الصرف الصحي و تحديد نقاط القوة والضعف في الخدمة.

الكلمات المفتاحية: مؤشر الأداء - شبكة الصرف الصحي - نظام المعلومات الجغرافية - نمذجة شبكة الصرف الصحي

LISTE DES ABREVIATIONS

- GUT : Groupement urbain de Tlemcen
- SIG : Système d'information géographique
- ONA : Office national d'assainissement
- ANRH : Agence national des ressources hydriques
- DRE : Direction des ressources en eau
- MO : Matière organique
- STEP : station d'épuration
- DBO5 : Demande biologique en oxygène
- DCO : Demande chimique en oxygène
- MES : Matière en suspension
- Eq-Hab: Equivalent Habitant

Table des matières

Introduction générale

CHAPITRE I : ETUDE BEBLIOGRAPHIQUE

I.1 Introduction	1
I.2 Présentation d'un réseau d'assainissement	1
I.2.1 Définition	1
I.2.2 Types d'assainissement	1
I.2.2.1 Assainissement collectif	1
I.2.2.2 Assainissement non collectif.....	2
I.2.3 Les ouvrage de réseau d'assainissement	3
I.2.3.1 Les ouvrages principaux.....	3
I.2.3.2 Les Ouvrages annexes.....	3
I.3 Gestion des réseaux d'assainissement.....	4
I.3.1 La gestion classique.....	4
I.3.2 La gestion informatisée	4
I.4 Présentation du SIG.....	5
I.4.1 Définition	5
I.4.2 Types de données dans un SIG	5
I.4.3 Modes de données dans un SIG.....	6
I.4.4 Fonctionnalité d'un SIG	6
I.4.5 Les principaux domaines d'application des SIG	6
I.5 La cartographie des réseaux d'assainissement.....	7
I.6 La cartographie des réseaux d'assainissement à l'aide d'un SIG.....	8
I.7 Présentation d'une STEP.....	8
I.7.1 Définition.....	8
I.7.2 Le traitement mécanique des eaux usées.....	8
I.7.3 Le traitement biologique des eaux usées	9
I.8 Les indicateurs dans les services d'assainissement	9
I.8.1 Les indicateurs descriptif dans les services d'assainissement.....	9
I.8.2 Les indicateurs de performance dans les services d'assainissement.....	10
I.9 Les dispositions réglementaires de l'état propos l'assainissement	14
I.10 Conclusion.....	15

CHAPITRE II : Etude des indicateurs de performance du réseau d'assainissement du GUT

II.1 Introduction	16
II.2 Présentation de la zone d'étude.....	16
II.2.1 La situation géographique de groupement urbain de Tlemcen.....	16
II.2.2 La Situation Climatologie.....	17
II.2.3 La situation topographique	17
II.2.4 La situation démographique	17
II.3 Description du réseau d'assainissement du GUT.....	19
II.4 Etude des indicateurs de performance du réseau d'assainissement de GUT.....	20
II.4.1 Taux de desserte par des réseaux de collecte des eaux usées.....	20
II.4.2 Taux de débordement d'effluent dans les locaux des usagers.....	21
II.4.3 Taux de réclamation	21
II.4.4 Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées	23
II.4.5 Nombre des interventions de curage du réseau de collecte des eaux usées.....	23
II.4.6 Taux de renouvellement de réseaux de collecte des eaux usées.....	24
II.4.7 Indice des rejets sans traitement au milieu naturel.....	25
II.4.8 Le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif.....	27
II.5 Description de la STEP d'AIN EL HOUT.....	28
II.5.1 La situation géographique du STEP.....	28
II.5.2 Principe de fonctionnement de STEP d'AIN EL HOUTZ.....	29
II.6 Etude des indicateurs de performance du STEP d'AIN EL HOUT	35
II.6.1 L'efficacité du système de traitement	35
II.6.2 Le rendement épuratoire.....	37
II.6.3 L'efficacité de la filière boues.....	40
II.7 Conclusion.....	41
CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ	
III.1 Introduction.....	42
III.2 La situation géographique de la localité de Tlemcen.....	42
III.3 Le système d'information géographique utilisé.....	42

III.4 Les condition de performance de réseau.....	43
III.5 Description du réseau d'assainissement dirigé vers la STEP d'Ain El Houtz de la localité de Tlemcen.....	43
III.6 La conformité des pentes au sens d'écoulement.....	47
III.7 Les profils en long des collecteurs de réseau.....	48
III.8 Conclusion	52

Conclusion général

Références bibliographiques

LISTE DES FIGURES

Figure II.1: Présentation de la zone d'étude (GUT).....	16
Figure II.2 : Evaluation de la population au niveau de GUT.....	17
Figure II.3 : Répartition des bénéficiaires et non bénéficiaires de service d'assainissement...21	
Figure II.4 : Répartition d'abonnés satisfaits et insatisfait du service d'assainissement.....22	
Figure II.5: représentation graphique de nombre d'intervention, nombre des unités curés, linaire curés en fonction des années.....	23
Figure II.6: Représentation graphique de taux de renouvellement.....	24
Figure II.7: Nombre des fosses et nombre des fosses éradiquées au niveau de GUT28	
Figure II.8: Vue de la station d'épuration d'Ain El HOUTZ	28
Figure II.9 : Le déversoir d'orage	30
Figure II.10: Grille grossière manuelle (1unité)	31
Figure II.11 : Grille mécanisée (2 unités)	31
Figure II.12 : Dessableur-Déshuileur.....	31
Figure II.13 : Bassin de nitrification dénitrification	32
Figure II.14 : Bassin d'aération	33
Figure II.15 : Clarificateur	33
Figure II.16 : Bassin de chloration.....	34
Figure II.17 : Epaisseur des boues	34
Figure II.18 : lits de séchage	35
Figure II.19: Concentration de DBO5 a l'entrée et a la sortie de la STEP (2009-2014)	36
Figure II.20: Concentration de DCO a l'entrée et a la sortie de la STEP (2009-2014)	36
Figure II.21: Concentration de MES a l'entrée et a la sortie de la STEP (2009-2014)	37
Figure II.22: Rendement d'élimination de la DBO5 dans la STEP	38
Figure II.23: Rendement d'élimination de la DCO dans la STEP (2009-2014)	38
Figure II.24: Rendement d'élimination de la MES dans la STEP (2009- 2014).....	39
Figure II.25 : destination de l'eau traitée vers l'irrigation.....	40
Figure III.1 : La situation géographique de la localité de Tlemcen	41
Figure III.2 : les collecteurs principaux du réseau d'assainissement de Tlemcen qui dirige vers la STEP d'Ain El Houtz.....	43
Figure III.3 : Les différents types des canalisations du le réseau d'assainissement.....	44
Figure III.4 : Répartition des collecteurs selon leurs diamètres.....	44
Figure III.5 : Répartition des collecteurs selon leurs types de matériaux.....	45

Figure III.6 : Répartition des regards selon leurs types.....	45
Figure III.7 : conformité des pentes au sens d'écoulement.....	46
Figure III.8 : Les quartiers des collecteurs représentent des contre pente.....	47
Figure III.9 : Profil en long de collecteur principale de Machkana.....	48
Figure III.10 : Profil en long de collecteur principale de Chaabate El Horra.....	49
Figure III.11 : Profil en long de collecteur principale de la ville ancien.....	49
Figure III.12 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de Mechkana....	50
Figure III.13 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de Chaabate El Horra.....	50
Figure III.14 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de la ville ancien	51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Les Avantages et les inconvénients des systèmes d'assainissement.....	2
Tableau I.2: Les indicateurs descriptifs des services d'assainissement	10
Tableau I.3 : Les indicateurs de performance des services d'assainissement	10
Tableau II.1 : Evolution de la population	17
Tableau II.2 : Les rejets principaux de GUT	18
Tableau II.3 : Nombres d'abonnés raccordés au réseau et nombres potentiel d'abonnées relevant d'assainissement	20
Tableau II.4 Taux de desserte de GUT	21
Tableau II.5: Nombre des réclamations et nombre d'abonnées des localités Tlemcen, Chetouane Mansourah et Hennaya	22
Tableau II.6 Taux de réclamation de GUT (2014-2017).....	22
Tableau II.7 : Nombre des interventions de curage, ouvrages curés, linéaire curé.....	23
Tableau II.8: Linéaire de réseau total et linéaire renouveler de GUT	24
Tableau II.9 : Les unités industrielles au niveau du GUT.....	26
Tableau II.10: les fosses septiques	27
Tableau II.11: Base des données de dimensionnement du STEP de Ain El Houtz	29
Tableau II.12 : Les analyses des moteurs de pollution	35
Tableau II.13 : les rendements d'abattement des matières de pollutions	37

Introduction générale

De tout temps l'assainissement des agglomérations a posé beaucoup de problèmes surtout dans les milieux urbains. Le GUT avec sa variété topographique et sa texture urbaine est confronté à plusieurs problèmes d'évacuation des eaux usées. Son réseau de collecte est ancien ce qui favorise des problèmes de dépôts, de rupture...etc. Ce travail vient de mettre le point sur le réseau d'assainissement de GUT, ses composants et ses performances.

A cet effet, on tentera à répondre aux questions suivantes :

- ❖ Qu'elle est la situation du réseau d'assainissement du GUT ?
- ❖ Est-ce que l'eau usée est évacuée d'une manière efficace au niveau de ce groupement ?
- ❖ Quelles sont les solutions qui peuvent parvenir à améliorer la situation de l'assainissement au niveau du GUT ?

L'objectif étant de calculer les indicateurs de performance dans le réseau et la station d'épuration

Et pour ce faire, on a organisé notre travail comme suit :

Une introduction générale qui comporte la problématique, l'objectif du travail, et les méthodes utilisées.

Le premier chapitre est consacré aux définitions des différents concepts nécessaires à la compréhension de ce travail. Nous parlerons principalement des indicateurs de performance d'un réseau d'assainissement et des systèmes d'information géographique.

Dans le deuxième chapitre une présentation de la zone d'étude est faite, avec toutes ses caractéristiques ainsi que le calcul des principaux indicateurs de performance retenue pour le système d'assainissement du GUT (réseau et STEP de Ain El Houtz).

Le troisième chapitre est consacré à l'étude de réseau d'assainissement d'une partie de la ville de Tlemcen.

Une conclusion générale qui met l'accent sur une telle étude et ses extensions futures.

CHAPITRE I
ETUDE BEBLIOGRAPHIQUE

I.1 Introduction

Le service d'assainissement doit récolter et traiter les effluents avant de les rejeter au milieu naturel pour assurer la protection d'environnement et de la santé publique.

Dans ce premier chapitre nous allons définir les différents concepts relatifs à notre thématique « les indicateurs de performance dans les services d'assainissement ».

I.2 Présentation d'un réseau d'assainissement

I.2.1 Définition

Le réseau d'assainissement est l'ensemble des ouvrages qui permettent d'évacuer les eaux usées et les rejeter directement vers le milieu récepteur afin de subir un traitement avant leur rejet, les eaux usées peuvent être subdivisées en trois catégories [1]

- **Eaux usées domestiques**

Elles se répartissent en : eaux ménagères (provenant des douches et de cuisine, ces eaux sont chargées de détergents, graisses, solvants, débris organiques, etc.) et les eaux de vannes ou de W.C qui sont chargées de diverses MO azotées et de germes fécaux. [2]

- **Eaux usées industrielles**

Leurs caractéristiques varient d'une unité industrielle à l'autre, ces eaux peuvent contenir des produits toxiques, de MO azotées ou phosphorées, des solvants, des métaux lourds, des hydrocarbures...etc. Ces eaux peuvent présenter un grand danger sur les réseaux et sur le fonctionnement des stations d'épuration, c'est pour ça elles doivent subir un prétraitement avant d'être évacuer. [3]

- **Eaux pluviales**

On entend par eaux pluviales, les eaux issues du ruissellement des toitures, des terrasses, des parkings et des voies de la circulation. Leur destination est le milieu naturel [4].

I.2.2 Types d'assainissement

On distingue deux types d'assainissement :

I.2.2.1 Assainissement collectif

L'assainissement collectif désigne le système d'assainissement dans lequel les eaux usées sont collectées et acheminées vers une station d'épuration pour y être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. [5]

Les systèmes d'assainissement collectif sont :

- Le système unitaire
- Le système séparatif

- Le système pseudo-séparatif

- **Système unitaire**

Un système dit unitaire qui draine l'ensemble des eaux usées et pluviales vers l'extérieur de l'agglomération par un réseau unique. C'est un système compact qui convient mieux pour les milieux urbains de hautes densités. [5]

- **Système séparatif**

Un système dit séparatif qui collecte séparément les eaux usées et les eaux pluviales dans deux réseaux distincts. Il est adopté dans les petites et moyennes agglomérations. [5]

- **Système pseudo-séparatif**

C'est un réseau séparatif particulier dans lequel le réseau d'évacuation des eaux usées reçoit une partie des eaux pluviales (toiture, cours, etc.), le réseau pluvial ne reçoit que les eaux de ruissellement des chaussées et des trottoirs. [5]

I.2.2.2 Assainissement non collectif

Appeler aussi assainissement individuel ou assainissement autonome il est appliqué généralement pour les zones urbaines à faible densité ou les habitats sont dispersés, [5] chaque maison individuelle non raccordée au système collectif doit être équipée d'un dispositif d'assainissement non collectif dit aussi fosse septique. [6]

Le tableau I.1 représente les avantages et les i inconvénients de chaque système

Tableau I.1 : Les Avantages et les inconvénients des systèmes d'assainissement [5]

	Système d'assainissement	Avantages	Inconvénients
Assainissement collectif	Séparatif	- Permet d'évacuer rapidement les eaux - Assure à la STEP un fonctionnement régulier	- Risques d'erreurs de branchement - Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
	Unitaire	- Simple - Un seul réseau - Pas de risques d'erreur de branchement	- Dilution des eaux de la STEP en période pluvieuse (débit très variable) - Ouvrages importants
	Pseudo-séparatif	- Eaux usées et eaux de ruissellement des habitations combinées - Pas de risques d'erreurs de branchement	- Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
Assainissement non collectif	fosse septique	- Possibilité d'assainissement de zones de faible densité	- Risques de pollution des eaux souterraines

I.2.3 Les ouvrage de réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement se subdivise en deux ouvrages :

- ❖ Ouvrages principaux.
- ❖ Ouvrages annexes.

1.2.3.1 Les ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'au rejet à l'exutoire et l'entrée des effluents dans la station d'épuration ; ces tuyaux se présentent par tronçons de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant la grandeur de leur section, on les classe ainsi :

- Collecteur principal, pour les grands diamètres supérieurs à $\varnothing 800$.
- Collecteur secondaire, pour les diamètres compris entre $\varnothing 400$ et $\varnothing 800$.
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs ou égaux à $\varnothing 300$. [7]

1.2.3.2 Les Ouvrages annexes

Pour l'exploitation rationnelles des réseaux d'égout, les ouvrages annexes le long des collecteurs y sont indispensables permet ces ouvrages utilisés : Les regards ; Les avaloirs ; Les caniveaux ; Les déversoirs d'orages ; Station de relevage ... [7]

a) Les regards

Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau, On peut citer :

-Regards de visite :

Le rôle des regards de visite est de permettre l'accès aux canalisations, pour procéder a leur curage et assure la ventilation des égouts. [8]

-Regards de chute :

Les regards de chute sont très utilisés dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils servent à créer un décrochement dans le profil en long du collecteur de tronçon et à éviter les grandes excavations, donc les grandes profondeurs d'ouvrage. [8]

-Regards de jonction :

Destiner à éviter le raccordement à angle droit d'une canalisation latérale pour favorisé les écoulements en diminuons les pertes de charge. Il sert à unir de conduite de même ou de différents diamètres [7]

b) Les avaloirs :

Se sont des Ouvertures dans le long d'un trottoir, munie des grilles assurent l'évacuation des eaux de ruissèlement et les eaux de lavage des chaussées s'il y a lieu. [7]

c) Les caniveaux :

Ils ont un rôle de collecter les eaux superficielles jusqu'aux avaloirs. [8]

d) Les déversoirs d'orages :

Les déversoirs d'orages sont destinés à évacuer, en cas d'orages, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs, ces ouvrages acheminent directement les eaux vers le milieu naturel [8]

I.3 Gestion des réseaux d'assainissement

Les techniciens et les gestionnaires trouvent des problèmes de maîtrise du développement et de gestion des réseaux d'assainissement. Ces dernières années, le recours à l'outil informatique est devenu incontournable et essentiel pour la plupart des études d'aménagement et d'aide à la décision. L'importance quantitative et diversifiée des données, en relation avec les réseaux d'assainissement et les espaces concernés par la collecte, a fait naître l'idée de l'utilisation des systèmes d'information géographique, qui a donné une grande impulsion et efficacité à la gestion de ces réseaux. Ces systèmes reposent sur une base de données cartographiques et une base de données descriptives nécessaires pour schématiser, paramétrer et discrétiser un réseau d'assainissement. [9] La gestion d'un réseau d'assainissement a pour principale mission d'assurer les fonctions d'évacuation des eaux usées et pluviales ainsi que leur rejet dans les exutoires naturels sous des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et d'environnement, on distingue :

I.3.1 La gestion classique :

La gestion classique est très limitée, les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les objets graphique eux-mêmes, ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations

Permis les problèmes posée par la gestion classique :

- L'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau.
- La perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminée.
- La difficulté de la mise à jour.
- La facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l'archivage. [10]

I.3.2 La gestion informatisée :

La complexité des réseaux et la difficulté éprouvée par les gestionnaires de prévoir les phénomènes hydraulique qui s'y déroulent, fait de la gestion informatisée une opération indispensable, rendue possible grâce aux progrès de l'informatique.

Elle permette en effet:

- D'améliorer la connaissance des réseaux faisant l'objet d'une telle étude.
- De détecter et de comprendre les désordres pouvant se produire sur le réseau.

- La mémorisation d'une base de données. [10]

Le SIG est considéré parmi les meilleurs outils utilisés dans la gestion des réseaux d'assainissement, il a permis d'avoir une analyse approfondie et synthétique du fonctionnement du réseau. Grâce au SIG, les responsables de l'Office National d'Assainissement auront la possibilité, de bénéficier des énormes possibilités offertes par une application SIG assainissement afin de faciliter la gestion et le contrôle du fonctionnement du réseau d'assainissement de leurs ville. [11]

I.4 Présentation du SIG

I.4.1 Définition

Un système d'information géographique est un système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion. [12]

I.4.2 Types de données dans un SIG

Généralement pour qu'un objet spatial soit bien décrit et prêt à être utilisé par un SIG, trois informations doivent être fournies:

- sa position géographique dans l'espace
- sa relation spatiale avec les autres objets spatiaux.
- son attribut, c'est à dire ce qu'est l'objet avec un caractère d'identification

Les systèmes d'information géographique permettent de traiter les données spatiales et associées. [13]

-Données spatiales:

Elles déterminent les caractéristiques spatiales d'une entité géographique où sont représentés et identifiés tous les éléments graphiques:

Les informations font référence à des objets de trois types: Point, Ligne et Polygone. [13]

-Données associées:

Les données associées des entités géographiques permettent de compléter la représentation géométrique de l'entité spatiale.

Chaque élément de l'espace reçoit un code d'identification qui peut être numérique ou littéral. Ce code constitue en quelque sorte une étiquette caractérisant le point, la ligne ou le polygone. Parmi ces données il faut distinguer : données de classification, données d'identification et données attributaires. [13]

I.4.3 Modes de données dans un SIG

La reprise de documents cartographiques existants sur support papier en vue de les introduire dans un SIG, pouvait recourir à deux techniques différentes:

Le premier conduit directement à des données cartographiques numériques de type vecteur, la seconde à des données tramées. [13]

-Mode vecteur :

Un système basé sur le mode vectoriel affiche les données graphiques comme étant des points, des lignes, des courbes, ou des surfaces (aires) avec des attributs. Ceci voudrait dire qu'il est plus facile de représenter les formes complexes ou linéaires dans le format vectoriel.

La plupart des cartes produites à partir des SIG sont dans le format vectoriel. Les données de télédétection doivent être converties avant utilisation dans un SIG en format vectoriel. [13]

-Mode raster :

Le mode trame ou raster est également appelé modèle matriciel. Le mode raster décrit la totalité de la surface cartographique point par point. Il est utilisé principalement dans les systèmes à balayage (scanners, capteurs en télédétection ...)

Les avantages du mode raster sont:

- Meilleure adaptation à la représentation des détails surfaciques.
- Acquisition des données à partir d'un scanner à balayage.
- Meilleure adaptation à certains types de traitements numériques: filtres, classifications. [13]

I.4.4 Fonctionnalité d'un SIG

Un S.I.G permettra de :

- Disposer les objets dans un système de référence géographique, de les convertir d'un système à un autre.
- Rapprocher entre deux cartes de sources différentes, de faciliter leur superposition.
- Fusionner tous les objets ayant une caractéristique commune.
- Déterminer, sur un réseau, l'itinéraire le plus court pour aller d'un point à un autre. [13]

I.4.5 Les principaux domaines d'application des SIG

Le SIG répond à de nombreux enjeux de développement et d'aménagement du territoire ayant une dimension géographique :

- Planification territoriale (occupation du sol, hauteur du bâti).
- Economie (offres foncières, répartition des entreprises).
- Transport (voirie, itinéraires, travaux) .
- Tourisme (gestion des équipements, itinéraires touristiques).
- Protection civile (prévention et gestion des risques, simulations).

- Hydrologie (cours d'eau, débit, crues).
- Paysage (reliefs, propriétés, espaces verts).
- Réseau (assainissement, AEP, électricité, gaz, télécommunications, éclairage public).
- Biologie (études de la faune et de la flore). [13]

I.5 La cartographie des réseaux d'assainissement

C'est l'ensemble des études et opérations intervenants à partir d'une connaissance approfondie des réseaux (observations, exploitation ...) et l'établissement des cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que leurs utilisations.

Les plans de réseaux sont des outils indispensables à la bonne marche d'un service d'assainissement. Ils sont utilisés par de nombreux intervenants tels que les agences d'urbanisme ou autres services publics. On distingue plusieurs plans à des échelles différentes selon leur utilisation. [14]

- **Plans à petite échelle (de l'ordre de 1/ 10 000):** Ils offrent une vue globale de l'ensemble du réseau. ils ne présentent que les canalisations et les ouvrages essentiels, ils sont utilisés par les services chargés de la planification et de l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme. Cette échelle est souvent employée aussi dans les zones rurales où les réseaux sont étendus avec une basse densité de branchements et équipements. [14]
- **Plans à échelle moyenne (1/ 5000 à 1/ 1000):** Ce sont les plans utilisés sur le terrain par les exploitants. Sur ces plans sont représentés les fonds de plans (tracé de rues, des bâtiments, des lignes topographiques, des limites de communes) et les réseaux accompagnés des informations indispensables à l'exploitant (type de conduite, diamètre, regards, avaloirs, déversoirs,.....).[14]
- **Plans à grande échelle (1/500 à 1/100):** permettent une localisation précise des ouvrages existants. Ces plans sont généralement réalisés rue par rue, et présentent le positionnement des canalisations et des pièces spéciales, les branchements et les côtes exactes du réseau. Ces plans sont très utiles, compte tenu de la masse d'informations qu'ils contiennent. [14]

I.6 La cartographie des réseaux d'assainissement à l'aide d'un SIG

Les cartes et les plans des réseaux, tenues à jour avec l'indication des différents points singuliers constituent le document de base de l'exploitant ce document de base tend à se développer sur support informatique et constitue un SIG.

Véritable base de données fondée sur la représentation géographique des réseaux et de l'ensemble des informations qui y sont associées.

La constitution de SIG dans l'élaboration des cartes réside dans le fait de :

- Mettre en place une cartographie numérique détaillée facile à mettre à jour.
- Permettre des analyses spatiales en croisant les couches d'information stockées dans la base de données.
- Permettre des études statistiques en procédant à des requêtes multiples.
- Elaborer diverses cartes thématique en croissant les différentes couches d'informations intéressant le thème.

Les spécifiées de cette cartographie sont liées :

- A la mise en œuvre d'un projet de gestion technique.
- A l'absence d'un projet globale de bases de données urbaines dont il faut préserver la faisabilité. [10]

I.7 Présentation d'une STEP

I.7.1 Définition

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur. Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux usées. [15]

I.7.2 Le traitement mécanique des eaux usées

Les opérations de pré traitement ont pour but de débarrasser la pollution des eaux brutes parmi les opérations, on trouve: le dégrillage (grossier ou bien fin), le dessablage, le déshuilage, dégraissage. [16]

Le dégrillage: pour éliminer les matières grossières flottantes on utilise pour se fait un dégrillage grossier (Espace entre les grilles: 10 a 60 mm) ou un dégrillage fin (Espace entre les grilles: 3 a 10 mm.)

On utilise encore des grilles manuelles ou automatique les grilles sont toujours placés dans des canaux a ciel ouvert. [16]

Dessablage: pour éliminer le sable par sédimentation.

Le déshuilage: est une opération destinée à éliminer ou à réduire les graisses et les huiles des eaux usées urbaine par flottation. [16]

I.7.3 Le traitement biologique des eaux usées

C'est la méthode la plus efficace pour l'élimination de la pollution organique des eaux usées et leur dégradation par les bactéries, Les conditions spécifiques de milieu où les bactéries se trouvent peuvent conditionner la nature de la réaction de dégradation. Elle sera soit :

- aérobie c'est à dire en présence de l'oxygène (bactéries aérobies).
- anaérobies c'est à dire en absence de l'oxygène (bactéries anaérobies).

La vitesse de dégradation de MO est plus élevée en milieu aérobie pour ce fait les installations de dégradation biologique fonctionnent généralement en présence d'oxygène.

La vitesse de dégradation de MO dépend de plusieurs paramètres dont:

- la quantité d'oxygène nécessaire.
- la masse totale des bactéries.
- la température de l'eau et surtout de la nature des substances à traiter. [5]

I.8 Les indicateurs dans les services d'assainissement

Les indicateurs ont fait l'objet de définitions standardisées, élaborées par un groupe de travail associant des experts représentatifs des acteurs de la gestion des services d'assainissement : représentants des administrations publiques, des collectivités territoriales, des opérateurs publics et privés. Ces indicateurs doivent être renseignés chaque année par l'ensemble des services au sein du rapport annuel sur la qualité des services.

Les indicateurs sont de deux types : descriptifs, qui permettent de caractériser le service, et de performance qui permet d'évaluer sa qualité et sa performance [17]

I.8.1 Les indicateurs descriptifs dans les services d'assainissement

Sont au nombre de 3, ils couvrent tout le périmètre du service depuis le niveau de la desserte jusqu'à la performance de l'ensemble du système de traitement des eaux usées.

Le Tableau I.2 résume les indicateurs descriptifs des services d'assainissement

Tableau I.2: les indicateurs descriptifs des services d'assainissement [17]

Thème	N°	Indicateur
Réseau	01	Estimation de nombre d'habitants desservis par un réseau de collecte des eaux usées.
	02	Nombre d'autorisation de déversement d'effluents d'établissement industriels au réseau de collecte des eaux usées
STEP	03	Quantité de boues issues des ouvrages d'épuration

➤ **Estimation de nombre d'habitants desservis par un réseau de collecte des eaux usées:**

Nombre de personnes desservies par le service, y compris les résidents saisonniers. Une personne est dite desservie par le service lorsqu'elle est domiciliée dans une zone où il existe à proximité une antenne du réseau public d'assainissement collectif sur laquelle elle est ou peut être raccordée. [17]

➤ **Nombre d'autorisation de déversement d'effluents d'établissement industriels au réseau de collecte des eaux usées**

C'est un Indicateur descriptif du service, qui permet d'apprécier le degré de maîtrise des déversements d'eaux usées non domestiques dans le réseau de collecte. Cet indicateur recense le nombre d'autorisations de rejets d'effluents non domestiques dans le réseau délivrées par la collectivité qui gère le service d'assainissement. [17]

➤ **Quantité de boues issues des ouvrages d'épuration :**

Cet indicateur évalue, en tonnes de matière sèche, la quantité de boues évacuées par la station d'épuration [17]

I.8.2 Les indicateurs de performance dans les services d'assainissement

Sont au nombre de 12, ils permettent d'avoir une vision de l'ensemble du service, de la collecte des eaux usées à leur dépollution, de sa performance et de sa durabilité à la fois sous l'angle économique, environnemental et social.

Le tableau I.3 résume les indicateurs de performance des services d'assainissement

Tableau I.3 : Les indicateurs de performance des services d'assainissement [17,18]

Thème	N°	Indicateur
Réseau	01	Taux de déserte par des réseaux de collecte des eaux usées
	02	Taux de débordement d'effluents dans les locaux des usagères
	03	Taux de réclamations
	04	Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées
	05	Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions de curage
	06	Taux moyen de renouvellement de réseaux de collecte

		des eaux usées
	07	Indice des rejets sans traitement au milieu récepteur
	08	Conformité de la collecte des effluents aux dispositions réglementaires d'état
	09	Le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif
STEP	10	L'efficacité du système de traitement
	11	Les rendements épuratoires
	12	L'efficacité de la filière boues

➤ Taux de déserte par des réseaux de collecte des eaux usées

Cet indicateur précise le pourcentage d'abonnées raccordées au réseau d'assainissement par rapport au nombre potentiel d'abonnés relevant d'assainissement. Si le zonage d'assainissement collectif n'a pas été établi par la collectivité cet indicateur n'est pas calculable. Un indicateur inférieur à 100% indique que le service d'assainissement n'a pas achevé la desserte par réseau de toute sa zone d'assainissement collectif. [17]

Le taux de déserte est donné par la formule I.1

$$\text{Taux de déserte} = \frac{\text{Nombre d'abonnées raccordables}}{\text{nombre d'abonnés résident en zone d'assainissement collectif}} \quad \text{I.1}$$

➤ Taux de débordement d'effluents dans les locaux des usagers

Cet indicateur mesure le nombre de demande d'indemnisation suite à un incident du à l'impossibilité de rejeter les effluent dans le réseau public de collecte des eaux usées. [17]

Le taux de débordement est donné par la formule I.2

$$\text{Taux de débordement} = \frac{\text{Nombre d'inondation dans les locaux de l'usager}}{\text{Nombre d'habitants desservis}} \quad \text{I.2}$$

➤ Taux de réclamations

Cet indicateur exprime le niveau de réclamations écrites enregistrées par le service d'eau usée (ONA) sont pris en compte les réclamations sur les Obstruction, les branchements, les débordements, les inondations, les Casses, les odeurs...etc. Cet indicateur témoigne du niveau de satisfaction des abonnées. [16]

Le taux de réclamations est donné par la formule I.3

$$\text{Taux de réclamation} = \frac{\text{Nombre des réclamations}}{\text{Nombre potentiel d'abonnés relevant de l'assainissement collectif}} \quad \text{I.3}$$

➤ Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées

Cet indicateur évalue à la fois le niveau de connaissance du réseau et des branchements et l'existence d'une politique de renouvellement pluriannuelle du service d'assainissement collectif. [17]

➤ **Nombre de points du réseau de collecte nécessitant des interventions de curage**

L'intervention de curage a deux types :

-intervention curative (par réclamation des citoyens)

-intervention préventive contient:

- Planning curage préventif annuel.
- Préparation de la saison estivale.
- Préparation de la saison hivernale.

Cet indicateur représente le nombre de site d'intervention préventif dit « points noirs » nécessitant au moins deux interventions par an pour entretien (curage, lavage, mise en sécurité). En cas de réseau séparatif, le réseau d'eaux usées et pris en compte mais pas le réseau d'eau pluviale [17]

Taux moyen de renouvellement de réseaux de collecte des eaux usées

Cet indicateur donne le pourcentage de renouvellement moyen annuel du réseau d'assainissement collectif par rapport à la longueur totale du réseau. [17]

Le taux moyen de renouvellement est donné par la formule I.4

$$\text{Taux moyen de renouvellement} = \frac{\text{Linéaire renouveler de réseaux}}{\text{Linéaire total de réseaux}} \quad \text{I.4}$$

➤ **Indice des rejets sans traitement au milieu récepteur**

Si la station fonctionne correctement mais que des débits importants sont rejetés dans le milieu avant d'avoir été traités, l'objectif de protection de l'environnement est favorisé d'avoir un indicateur sur les rejets sans traitement dans le milieu naturel.

Cet indicateur permet de mesurer le niveau d'implication du service d'assainissement dans la connaissance et le suivi des rejets directs au milieu naturel (rejet des déversoirs d'orage, trop pleins des postes de refoulement....). la mesure portera soit uniquement sur le nombre de rejets par an soit sur le débit précis rejeté, avec estimation de la charge polluante correspondante. Plus un rejet est concentré et d'un volume important, plus son impact sur l'environnement est préjudiciable par exemple : un rejet direct de 500 m³ pour un service traitant 220 000 m³/an (soit un taux de rejets de 0,23%) est moins grave qu'un rejet de 1500 m³ d'un service traitant 10 900 000m³/an (soit un taux de rejets de 0,01%).

Pour un réseau unitaire, destiné à recevoir, des points de déversement sont généralement prévus pour éviter la saturation du réseau et du système de traitement en cas d'orage. [18]

➤ **Conformité de la collecte des effluents aux dispositions réglementaires d'état :**

Cet indicateur permet d'évaluer la conformité du réseau de collecte d'un service d'assainissement au regard des dispositions réglementaires de l'état [17]

➤ **Le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif**

Cet indicateur évalue le pourcentage d'installations d'assainissement non collectif conformes, à près contrôle à la réglementation sur l'ensemble des installations contrôlées de puis la création du service [17]

➤ **L'efficacité du système de traitement**

La réglementation oblige les services d'assainissement à réaliser, à fréquence régulière, des analyses sur le fonctionnement des stations d'assainissement, avec des mesures de flux à l'entrée et à la sortie du système de traitement durant une journée. Ces analyses appelées "bilan sur 24 heures", permettent de vérifier si la station répond aux normes de rejet. A l'issue d'une campagne de mesure annuelle, la station est déclarée réglementairement conforme si plus d'un certain taux d'analyses sont conformes (environ 92%). Cette définition réglementaire présente le mérite d'être précise et de faire intervenir un contrôle extérieur. [18]

➤ **Les rendements épuratoires,**

Qui s'obtiennent en comparant la pollution abattue à la pollution entrante, sont également des indicateurs répandus qui ont été retenus dans la liste. [18]

➤ **L'efficacité de la filière boues**

C'est-à-dire l'existence d'une filière d'élimination des boues administrativement autorisée. [16] Cet indicateur mesure le pourcentage des boues évacuées par l'ensemble des stations d'épuration d'un service d'assainissement, et traitées ou valorisées conformément à la réglementation. Les filières de traitement de ces boues peuvent être la valorisation agricole, le compostage, l'incinération, la gazéification et la décharge agréée. [17]

I.9 Les dispositions réglementaires de l'état propos l'assainissement

Selon la loi N 83-17 du 16 juillet 1983 modifié par l'ordonnance N 96-13 du 15 juin 1996 les dispositions réglementaires de l'état propos l'assainissement sont représentés par les articles suivants:

- **ARTICLE 84** : L'assainissement des agglomérations vise à assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées domestiques et industrielles susceptibles de donner naissance à des nuisances et des eaux pluviales susceptibles de submerger des lieux habités et ce dans des conditions compatibles avec les exigences de santé publique et d'environnement.
- **ARTICLE 85** : En zone agglomérée, est obligatoire le branchement à l'égout de toute habitation ou établissement rejetant des eaux usées.
- **ARTICLE 85 BIS** : Les agglomérations de plus de cent mille (100 000) habitants doivent disposer impérativement de procédés et de systèmes d'épuration des eaux usées.
- Sont soumises aux mêmes obligations, fixées par l'alinéa précédent, les localités situées dans les périmètres de protection, en amont des ouvrages hydrauliques d'approvisionnement des populations en eau potable.
- Les modalités d'application des dispositions du présent article sont précisées par voie réglementaire.
- **ARTICLE 86** : Dans les zones à habitat dispersé ou dans les centres ne disposant pas d'un système d'assainissement collectif, l'évacuation des eaux usées doit se faire au moyen d'installations d'évacuation individuelles agréées par l'administration.
- **ARTICLE 87** : Tout système individuel d'assainissement doit être mis hors d'état de servir ou de créer des nuisances, dès la mise en place d'un réseau collectif d'évacuation des eaux usées.
- **ARTICLE 88** : Le raccordement au réseau public d'assainissement des eaux résiduelles autres que domestiques est soumis à l'autorisation préalable de l'administration.
- **ARTICLE 89** : Est obligatoire le prétraitement des eaux résiduaires avant leur rejet dans le cas où, à l'état brut, elles peuvent affecter le bon fonctionnement du réseau public d'assainissement et des installations d'épuration.

- **ARTICLE 90** : Il est interdit d'introduire dans les installations d'assainissement toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'affecter la santé du personnel d'exploitation ou
- d'entraîner une dégradation ou une gêne de fonctionnement des ouvrages d'évacuation et de traitement. [19]

I.10 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini les concepts relatifs à notre travail pour comprendre quel est l'objectif d'un service d'assainissement, qu'est ce qu'un réseau d'assainissement, qu'est ce qu'une station d'épuration, quel sont les types de gestion de réseau d'assainissement où on a parlé de deux systèmes classique et informatique. Le SIG est très utilisé dans le domaine d'hydraulique, il permette le stockage, la diffusion de l'information, et la modélisation, En effet, pour vérifier le bon fonctionnement d'un réseau, il existe plusieurs indicateurs dont les indicateurs descriptifs et de performance, nous avons mis le point sur 15 indicateurs 12 de performances et 3 descriptifs.

Dans le chapitre suivant nous allons étudier les indicateurs de performance dans le GUT.

CHAPITRE II
ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE
GUT

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons travailler sur une zone d'étude appelée Groupement Urbain de Tlemcen, cette dernière est composée de quatre localités : Tlemcen, Chetouane, Mansourah et Hennaya. Il s'agit dans ce chapitre de décrire le réseau d'assainissement de cette zone ainsi qu'à la station d'épuration d'Ain El Houtz et de vérifier ces fonctionnements à travers des indicateurs de performance.

II.2 Présentation de la zone d'étude

• II.2.1 La situation géographique de groupement urbain de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême Ouest de l'Algérie ; elle est limitée géographiquement au Nord par la mer Méditerranée ; à l'Ouest par la wilaya de Naama et le Maroc à l'Est par la wilaya de Ain t'émouchent et Sidi Bel Abbes ; et au Sud par la wilaya de Naama et Sidi Bel Abbes, elle regroupe vingt daïra et cinquante trois communes dont le chef lieu de wilaya est Tlemcen à une superficie de 9061 Km². Le territoire de la wilaya de Tlemcen est formé d'un ensemble de milieux naturels, on distingue de Nord au Sud la chaîne montagneuse des Traras, les plaines et plateaux limités au sud par les monts de Tlemcen et en fin la zone steppique qui s'étend jusqu'aux frontières avec la wilaya de Naama [20]

Le groupement urbain de Tlemcen constituant le bassin intérieur de la wilaya de Tlemcen. Ce bassin est limité au Sud par la falaise de LallaSetti, au Nord par la haute colline d'Ain El Houte, à l'Est par Oum El Allou et à l'Ouest par les monticules de Beni Mester [20]

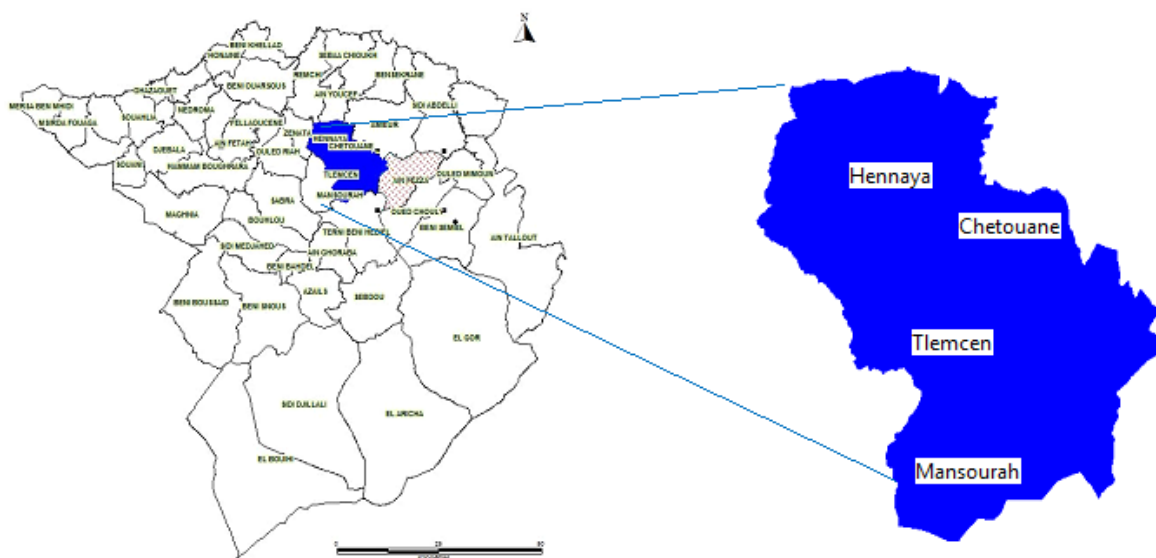


Figure II.1: Présentation de la zone d'étude (GUT) [21]

II.2.2 La Situation Climatologie

La région étudiée a un climat méditerranéen avec une saison sèche et chaude en été, pluvieuse et froide en hiver. Et a une précipitation annuelle entre 500 et 800 mm avec une température moyenne entre 5 °C en Janvier et 34 °C en Août. [10]

- **II.2.3 La situation topographique**

La topographie du GUT est constituée essentiellement d'un terrain accidenté avec des altitudes variant de 821m [22] à 430 m [23] et des dénivelées importantes.

- **II.2.4 La situation démographique**

La population de GUT de 2008 jusqu'à 2017 est donnée par commune dans le tableau II.1 avec un taux d'accroissement de 1,2%

Tableau II.1 : Evolution de la population (DRE 2018)

Année	Tlemcen	Chetouane	Mansourah	Hennaya	GUT
2008	149061	38542	39811	33084	260498
2009	150850	39005	40289	33481	263624
2010	152660	39946	41261	34289	268157
2011	154492	41402	42765	35539	274197
2012	156346	43425	44855	37275	281901
2013	158222	46094	47611	39566	291493
2014	160121	49514	51144	42502	303280
2015	162042	53826	55598	46203	317669
2016	163987	59215	61165	50830	335196
2017	165954	65926	68097	56590	356567

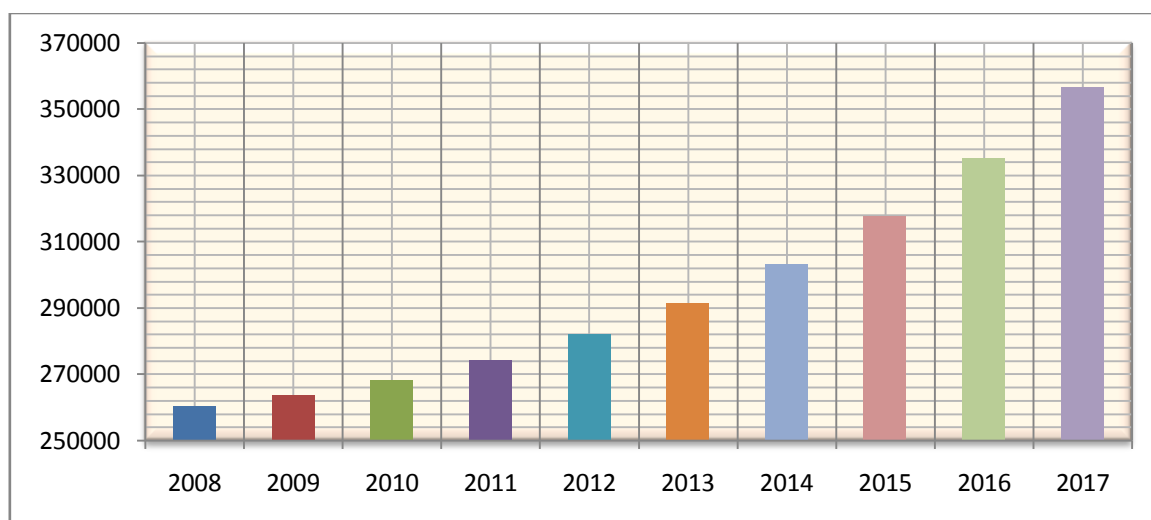


Figure II.2 : Evaluation de la population au niveau de GUT

La figure II.1 montre un croisement démographique important pendant les 10 années dernier

II.3 Description du réseau d'assainissement du GUT

La zone étudiée est dotée d'un réseau d'assainissement de type unitaire avec un taux de raccordement de 89%. Les eaux usées sont drainées à travers des dalots ou des conduites de diamètre important qui déverse dans le milieu naturel hormis une partie de Tlemcen et Chetouane où les eaux usées convergent vers la STEP de Ain El Houtz. Le circuit des canalisations principales de la localité de Mansourah aboutit dans l'Oued « Abbas » et la localité de Hennaya dispose de 2 milieux récepteurs naturels pour des différents rejets des eaux d'assainissement de cette localité, ces points de rejets se trouvent dans l'Oued Galienne et Oued Sidi Kannoun [24]. Les détails des rejets principaux de GUT sont donné dans le tableau II.2

Tableau II.2 : Les rejets principaux de GUT [24]

Communes	N° de rejet	rejet	Diamètre	observations
TLEMCEN	1	Collecteur Makhokh	Varie entre 300et 800 mm	Dalot Boulevard Makhokh a un débit très important constaté au rejet final dans l'Oued Makhokh véhiculé par un dalot=2m×2m ce dalot draine les eaux usées et pluviales de la partie « Ouest » de la ville de Tlemcen
TLEMCEN	2	Collecteur de Mechkana	varie entre 300 et 1200 mm	Drainant les eaux du sous bassin Est la moitié d'El Kalaâ et de la pépinière vers Fedden Sebâa.
TLEMCEN	3	Dalot de Chaaba El Horra	Dimensions du dalot 2m×2m	Prend en charge les effluents du sous bassin central (centre ville de Tlemcen) il débute à partir de la rue des frères Bouafia , Ouest du tombeau du Rab vers Fedden Sebâa. A un grand débit et une grande vitesse
		Le collecteur de Chaâbet EL Horra - Le collecteur ouest		Collecte les rejets du sous bassin ouest (boulevard longeant la protection civile de Boudghène –Imama Est et Kiffane Nord Ouest).
MANSOURAH	4	collecteur Oued El Abbes.	1200 mm	Collecte les eaux usées d'une grande partie de Mansourah centre
	5	Un dalot	Dimensions du dalot 1,5m×1,5m	Draine les eaux de quartier appelé « 1ér mai » et d'une grande partie de la nouvelle extension de Mansourah et de la cité universitaire
	6	Canalisation a l'amont de Mansourah	1200 mm	point d'unification dans une canalisation des différents rejets des lotissements situés à l'amont et drainé par l'Oued Abbes, cette canalisation prend en charge sur son itinéraire les eaux d'assainissement de Mansourah centre
	7	Itma	500 mm	canalisation drainant les eaux usées de la localité de Beni Boublane.

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

	9	Hai Berkouk	400 mm	Draine les eaux usées du quartier Hai Berkouk
CHETOUANE	10	M'dig	300 et 400 mm	Draine les eaux usées de M'dig +lotissement Belgharbi et Bensbaa.
	11	Safsaf et Sidi Aissa	300 et 400 mm	draine la localité de Safsaf et Sidi Aissa
	12	Ain Defla	600 mm	Point de déversement du rejet de la localité d'Ain Defla dans le canal de la zone industrielle.
	13	Ouzidane	500 mm	Draine la partie Est de Chetouane Centre.
	14	M'sala (sidi yahia)	500mm	rejet dans l'Oued Sekkak en passant sous l'autoroute « Est-Ouest »
	15	Ain Sefra	500 et 1250 mm	Il est à noter que les eaux d'assainissement d'Abou Techfine sont drainées par un collecteur de rejet vers la STEP d'Ain El Hout.
HENNAYA	16	Ain El Hadjer	400 mm	Le milieu récepteur naturel pour ces différents rejets c'est Oued Galienne
	17	Cimetière Couhada	400 mm	
	18	Ouest Hennaya	800 mm	
	19	Hennaya Centre	400 mm	
	20	Enclave 09	700 mm	
	21	Khemisti (Moustakbel)	700 mm	
	22	Enclave 05	400 mm	
	23	Lotissement Boutaleb	400 mm	
	24	Hay Soumaa	400 mm	Le milieu récepteur naturel pour ces différents rejets c'est Oued Sidi Kannoun
	25	Benmhidi	500 mm raccordé au 1000 mm	
	26	140 et 100 logement	1000 mm	
	27	Coté « Est » Hennaya Gare	1000 mm	
	28	Nair Slimane	400 mm	
29	Nouveau plan d'occupation de sol en cours de réalisation	1000 mm		

II.4 Etude des indicateurs de performance du réseau d'assainissement de GUT

La mesure de performance par les indicateurs est un outil sert a l'amélioration de la gestion de réseau d'assainissement. Pour une meilleure gestion et exploitation du réseau d'assainissement de GUT, une liste d'indicateurs a été choisie pour évaluer l'état de fonctionnement du réseau. Ces indicateurs ont été calculés à la base des données de réclamation, nombre d'habitants raccordés au réseau, nombre des interventions de curage au niveau du GUT.

II.4.1 Taux de desserte par des réseaux de collecte des eaux usées

Le tableau II.3 résume le nombre d'abonnés résident en zone d'assainissement et le nombre d'abonnés relevant de l'assainissement collectif des localités Tlemcen, Chetouane, Mansourah, Hennaya des années 2014-2017 par conséquence on a calculé le taux de desserte de GUT qui est représenté dans le tableau II.4

Tableau II.3 : Nombres d'abonnés raccordés au réseau et nombres potentiel d'abonnés relevant d'assainissement [25]

Commune	Années	Nombre potentiel d'abonnés relevant d'assainissement collectif	Nombre d'abonnés résident en zone d'assainissement
TLEMCCEN	2014	27471	32024
	2015	29310	32408
	2016	29825	32797
	2017	30091	33191
CHETOUANE	2014	8758	9903
	2015	9951	10765
	2016	10129	11843
	2017	10219	13185
MANSOURAH	2014	9339	10229
	2015	10275	11120
	2016	10459	12233
	2017	10552	13619
HENNAYA	2014	6536	8500
	2015	6973	9241
	2016	7098	10166
	2017	7161	11318

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Tableau II.4 Taux de desserte de GUT (2014-2017)

Zone d'étude	Années	Nombre potentiel d'abonnés relevant de l'assainissement collectif	Nombre d'abonnés résident en zone d'assainissement	Taux de desserte
GUT	2014	52104	60656	86%
	2015	56509	63534	89%
	2016	57511	67039	86%
	2017	58023	71313	81%

Le tableau II.4 montre que le taux moyen de désert de Gut atteint une valeur importante de 86% par conséquent 14% au moyenne ne bénéficie pas de ce service (figure II.3) ce résultat montre que l'ONA n'a pas achevé le déserte de tout sa zone d'assainissement.

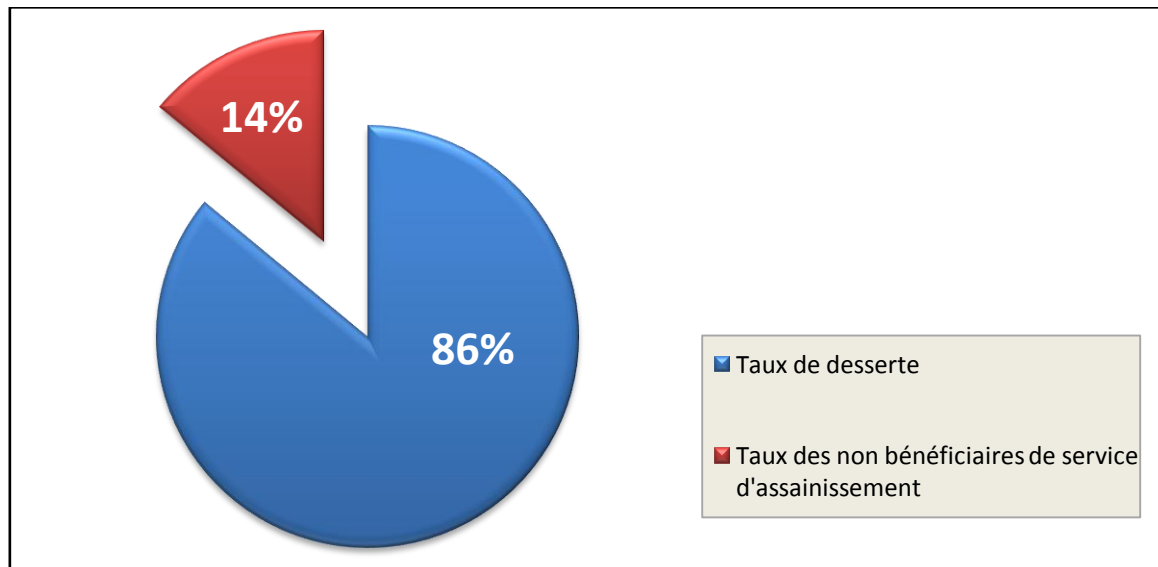


Figure II.3 : Répartition des bénéficiaires et non bénéficiaires de service d'assainissement

II.4.2 Taux de débordement d'effluent dans les locaux des usagers

Cet indice n'est pas calculer à cause de manque des données

II.4.3 Taux de réclamation

Le tableau II.5 représente le nombre des réclamations et le nombre d'abonnés qui ont données par commune des années 2014 jusqu'à 2017 et par conséquent on a calculé le taux de réclamation de GUT qui est représenté dans le tableau II.6

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Tableau II.5: Nombre des réclamations et nombre d'abonnées des localités Tlemcen, Chetouane Mansourah et Hennaya [25]

Commune	Années	Nombre des réclamations	Nombre potentiel d'abonnés relevant d'assainissement
TLEMCEM	2014	1080	27471
	2015	1150	29310
	2016	918	29825
	2017	1042	30091
CHETOUANE	2014	386	8758
	2015	348	9951
	2016	538	10129
	2017	419	10219
MANSOURAH	2014	134	9339
	2015	158	10275
	2016	226	10459
	2017	338	10552
HENNAYA	2014	265	6536
	2015	384	6973
	2016	478	7098
	2017	535	7161

Tableau II.6 Taux de réclamation de GUT (2014-2017)

La zone d'étude	Années	Nombre des réclamations enregistrées	Nombre potentiel d'abonnés relevant d'assainissement	Taux de réclamation
GUT	2014	1865	52104	4%
	2015	2040	56509	4%
	2016	2160	57511	4%
	2017	2334	58023	4%

Le tableau II.6 montre que le taux moyen de réclamation au niveau de Gut atteint 4% se qui montre la satisfaction des abonnés de leur service d'assainissement (figure II.4)

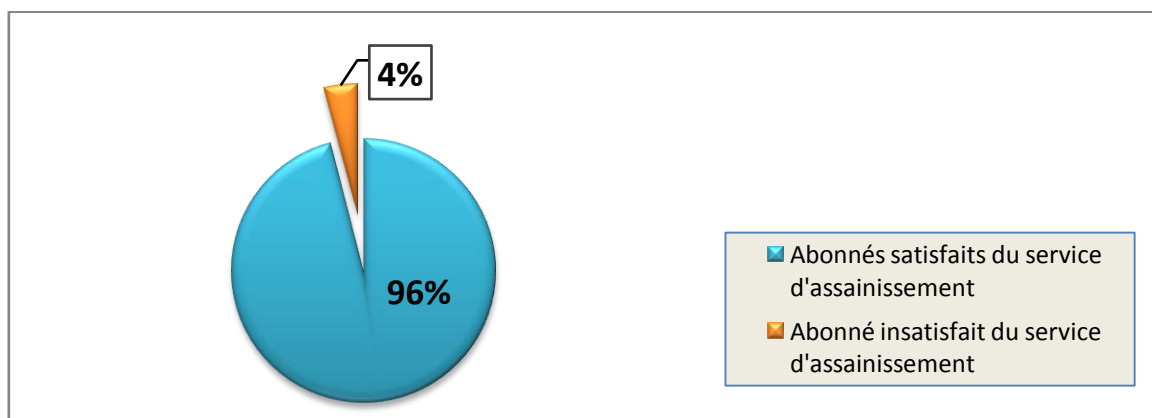


Figure II.4 : Répartition d'abonnés satisfaits et insatisfait du service d'assainissement

II.4.4 Indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées

Le service d'assainissement (ONA) assure à plus de 80% la collecte et le transport des eaux usées de GUT vers la STEP ou bien le milieu naturel (ONA, 2018)

II.4.5 Nombre des interventions de curage du réseau de collecte des eaux usées

Un réseau même parfaitement construit, doit périodiquement être curé pour supprimer les obstructions et maintenir constant l'écoulement des effluents afin de réduire les mesures correctives comme le débouchage en urgence mais également éviter les odeurs. [18]

Le tableau II.7 représente le linéaire curé, l'unité curé (regard, avaloire, caniveau) et nombre des interventions de curage de GUT des années 2014-2017.

Tableau II.7 : Nombre des interventions de curage, ouvrages curés, linéaire curé [25]

Commune	Années	Nombre d'intervention de curage	Les ouvrages curés	
			Linéaire curé (mL)	Unité curé
GUT	2014	2807	27864	6418
	2015	2724	32137	5332
	2016	3309	41910	7661
	2017	3247	39918	5410

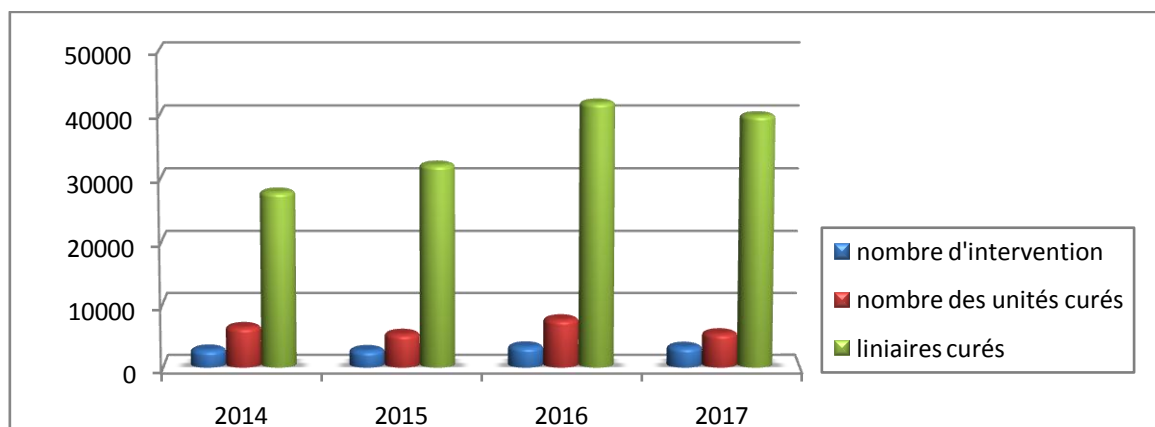


Figure II.5: représentation graphique de nombre d'intervention, nombre des unités curés, linéaire curés en fonction des années

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Le nombre d'intervention de curage varie pendant les quatre dernière années, La valeur maximal d'intervention est de 3309 enregistré en 2016 ce qui nécessite le curage de 41910 ml de réseau et 7661 unité (regards, avaloirs,...) cette valeur marque une chute de 62 intervention en 2017 se qui exprime la diminution de bouchage et de débordement des eaux de réseau et des unités d'assainissement cette résultat montre que l'ONA a amélioré le fonctionnement de réseau.

II.4.6 Taux de renouvellement de réseaux de collecte des eaux usées

Il est nécessaire de regarder le renouvellement d'un réseau dans deux cas principal :

- ☞ en tout début de vie du réseau (si le réseau a été mal posé).
- ☞ lorsque le réseau atteint un âge critique où l'usure générale se fait sentir.

Et même la réhabilitation (chemisage des conduites) est prise en compte car elle permet d'étendre la durée de vie de manière significative. [18]

Le taux de 1 à 2% de renouvellement annuel constitue une référence usuelle mais il sera toujours important de tenir compte l'âge et le matériau de réseau [18]

Le tableau II.8 représente le linéaire de réseau total et le linéaire renouveler au niveau de GUT de cinq dernières années (2013-2017)

Tableaux II.8: Linéaire de réseau total et linaire renouveler de GUT [24]

Années	Linéaire de réseau total	Linéaire de réseau renouveler	Taux de renouvellement de réseau
2013	347812	3917	1%
2014	353261	5449	2%
2015	3627666	9504	0,26%
2016	370756	7991	2%
2017	371426	668	0,18%

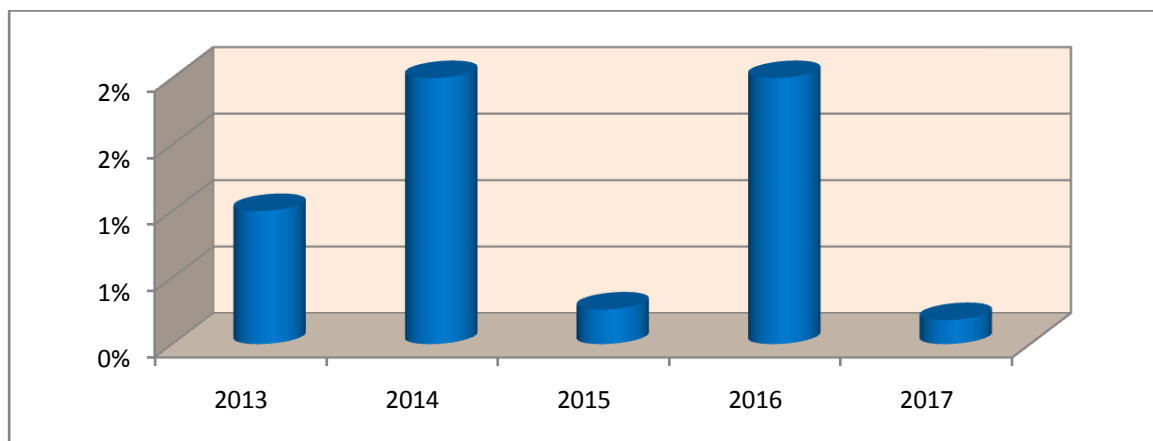


Figure II.6: Représentation graphique de taux de renouvellement

Le taux moyen de renouvellement pendant les 5 dernières années est de 1,09%, cette valeur suit la référence usuelle fixée de 1 jusqu'à 2% se qui montre l'avancement d'ONA dans le domaine de renouvellement du réseau d'assainissement de GUT.

➤ **II.4.7 Indice des rejets sans traitement au milieu naturel:**

En période pluvieuse, la station d'Ain El Houtz ne traite qu'une partie des eaux usées évacuées dans le réseau d'assainissement et le reste se dirige vers le milieu naturel. Les eaux usées non traitées sont chargées en matières de pollution (MES, DO5, DCO,.....) donc elles représentent un grand danger sur le milieu naturel. Plus que le volume ainsi qu'à la concentration des eaux usées rejetées sont importants, plus son impact sur l'environnement n'est préjudiciable.

Il faut noter aussi les unités industrielles qui ont une grande implication dans la pollution d'environnement du GUT tels que

- **Unité de SOITEX:** Le complexe de soierie synthétique (SOITEX), situé dans la zone industrielle de Tlemcen à une capacité de production de 15 millions de mètres de fibres par an. En effet, l'unité utilise comme matière première : les polyamides, polyesters, viscose et la soie. En conséquence elle rejette **1200m³/j** d'eau [26], alors qu'il dispose d'une station d'épuration non fonctionnelle.

- **Unité de l'ENTC:** C'est le complexe téléphonique qui se situe dans la zone industrielle de Tlemcen. L'activité de cette unité est de fabriquer des appareils téléphoniques. Elle utilise comme matières premières le métaloplastique, elle rejette **100m³/j** d'eau [26]. Cette unité dispose d'une station d'épuration qui neutralise le pH des eaux rejetées par le procédé de la neutralisation chimique.

Le volume d'eaux rejetées par ces deux unités constituent **75%** de volume rejeté par la zone, ces volumes sont déversés dans Oued SafSaf [26]. Certaines unités également responsables de la pollution du bassin versant de la Tafna ne disposent pas de dispositifs de traitement de leurs eaux résiduaires tels que MANTAL et COUVERTEX (Tlemcen), l'unité textile le Rouet (Chetouane), les unités de maintenance qui rejettent de grandes quantités de graisse et d'hydrocarbures (NAFTAL) [27]

Le tableau II.9 représente une liste des unités industrielles qui ont l'autorisation de déversement d'effluents au réseau de collecte des eaux usées.

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Tableau II.9 : Les unités industrielles au niveau du GUT [24]

NOM COMMUNE	Nom ou Raison Sociale	Activité Principale
Chetouane	SPA VIM	verrerie
	SARL Rahmoun	Boissons gazeuses
	Matelas ATLAS	Fabrication linge de maison matelas
	SARL FTEF	Filature
	SARI Bachir	Transformation plastique
	SARL FABI Plastic	
	Café GAOUAR	Torréfaction de café
	SARL LIT MAG	Fabrication matelas et articles literie
	FABI Lachachi Hebri	Fabrication de bougies
	SARL Gravure pub	Communication et publicité
	TRAPAC	Transformation de papier
	SARL Bel-plastique	Transformation plastique
	SARL FABI Plastique	Transformation de matière plastique
	SARLMoulins MAGHREB	Fabrication farine
	Afif Ahmed	Stockage fruits et légumes
	AFRIC DENTAL	Produit dental
	EURL SAFFEC	Filature coton
	SARL MTA MAZARI et fils	Production de couverture (tissage)
	BRIX Gromai Abdelhakim	Forage hydraulique fabrication de tube en acier
MANSOURAH	Néant	Néant
HENNAYA	Bouabdellah Abdelhalim	Fabrication des rubans adhésifs
	Ouddah Mohammed	Electricité
	Sidjlmaci Amar et fils	Fabrication des couvertures
	Baba ahmed saad allah	Papeterie Librairie
	Badaoui Mohammed Seghir	Fabrication de Passementerie (galons)
	Baba Ahmed Saad Allah	Papeterie-Librairie
	Illes Zoubir	Fabrication des chaussures
	Mammeri Mourad	Fabrication des produits déterrgents
Benahmed Djilali et fils	Minoterie	

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

HENNAYA	Djabbour Kaddour	Menuiserie Aluminium
	Allal Anxar	Idustrie textile
	Lariod Hdj	Fabrication de frottoirs
	Benchergui Abdelhak	Fabrication d'articles de bureau
	Lachi Ftima Zohra	Fabrication des tricots, châles et écharpes
	Maousse Djamel	Conserverie de fruits et légumes
	Bousmaha Abdelkader	Fabrication d'agglomères, carrelages
	Bensouna Abdellah	Conserverie d'olives
	Hamsi Abdelkade et fils	Fabrication de chaussures
	Soulimane Sid Ahmed	Fabrication de matériel de bureau
	Chiali Salah	Ebéniste
	Benhamou	Huilerie

II.4.8 Le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif

Il existe au niveau de GUT des installations d'assainissement non collectif qui ne sont pas conforme à la réglementation d'assainissement non collectif , pour cela la DRE prend la décision d'éradiqué ces dernier, le nombre des fosses et le nombre des fosses éradiquées sont donné par commune dans le tableau II.10 (on a un manque des données dans les années 2014 et 2015) il faut signaler que même la différence (Nombre des fosses – Nombre des fosses éradiqué) sont a éradiqué (selon la DRE 2018) donc le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif est nul

Tableau II.10: les fosses septiques [24]

		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tlemcen	Nombre des fosses	0	0	/	/	46	46
	Nombre des fosses éradiquées	0	0	/	/	34	34
Chetouane	Nombre des fosses	112	112	/	/	540	590
	Nombre des fosses éradiquées	69	69	/	/	55	265
Mansourah	Nombre des fosses	195	195	/	/	108	96
	Nombre des fosses éradiquées	137	137	/	/	124	61
Hennaya	Nombre des fosses	24	24	/	/	34	34
	Nombre des fosses éradiquées	24	24	/	/	0	0
GUT	Nombre des fosses	331	331	/	/	728	766
	Nombre des fosses éradiquées	230	230	/	/	213	360

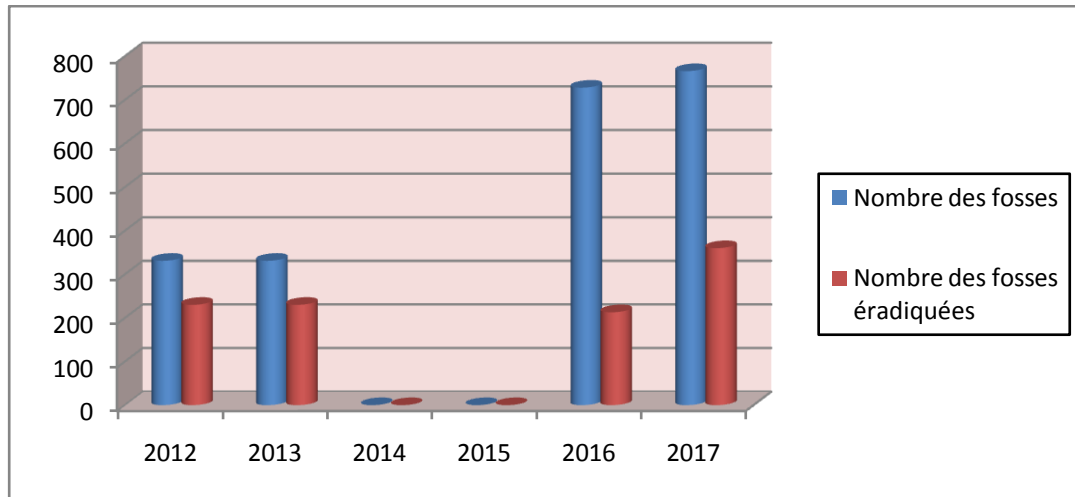


Figure II.7: Nombre des fosses et nombre des fosses éradiquées au niveau de GUT

Le nombre maximum des fosses dans le GUT est de 766 enregistré dans l'année 2017 et le nombre maximum des fosses éradiquées est de 360 se qui montre l'avancement de la DRE dans l'élimination des fosses qui ne sont pas conforme à la réglementation d'assainissement non collectif.

II.5 Description de la STEP d'AIN EL HOUT

II.5.1 La situation géographique du STEP

La station d'épuration de la ville de Tlemcen (figure II.8) se situe au nord de celle ci; à l'ouest de Chetouane sur la route d'Ain El Houtz conçue pour une population de 150 000 EQ-Hab et d'une capacité de 30 000 m³/j, mise en service le 05 Novembre 2005 gérée et exploitée actuellement par l'ONA.

Cette station est de type Boues activées à faible charge. Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies [28]



Figure II.8: Vue de la station d'épuration d'Ain El HOUTZ (Tlemcen) [29]

II.5.2 Principe de fonctionnement de STEP d'AIN EL HOUTZ

❖ Données de base

La station d'épuration de la ville de Tlemcen a été dimensionnée sur la base des données représentées dans le tableau II.11 :

Tableau II.11: Base des données de dimensionnement du STEP de Ain El Houtz [28]

Nom de la station d'épuration	Ain Houtz
Commune/Wilaya	Chetouane/ Tlemcen
Maître d'ouvrage	DRE Tlemcen
Localités raccordées	Ville de Tlemcen, Abou Techfine, Oudjlida et Chetouane
Origine des effluents	Urbain
Capacité de la STEP	150.000 Eq-Hab
Procédé de traitement	Boue activée
Débit moyen journalier	30.000 m ³ /j
Débit de pointe horaire admis au traitement	3800 m ³ /h
DBO ₅ journalière	9300 Kg/j
Matière en suspension	13950 Kg/j
l'équivalence calculée sur la DBO	172000 Eq-Hab
Azote à nitrifier	1980 Kg/J
Milieu récepteur	Bassin ONID / Oued Chaâbet El Hora
Périmètre concerné par la réutilisation	912 Hectare
Quantité de boues produites (moyenne)	1950 Tonne matières sèches/ an
Destination des boues	Valorisation agricole

❖ L'origine d'eau brute

Il existe deux types de canaux d'emmener des eaux usées à la station :

- Des dalots (2 m de largeur et 1m de hauteur) qui proviennent de Sidi Yakoub vers Feddan Sbaa.
- Conduite de 1250mm de diamètre qui va de Feddan Sbaa jusqu'à la tête de la station [30]

❖ Les installations de la STEP

La STEP d'Ain El Houtz est équipé par deux filières : une pour les eaux usées et l'autre pour les boues :

- Filière d'épuration des eaux usées :

La station fonctionne sur la base d'un procédé à boue activé avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface a vitesse lente, l'eau entrant a la station passe en premier lieu par :

A- Le déversoir d'orage :

Les eaux usées provenant des habitats sont collectées jusqu'au la station par un réseau d'égouts. Leur transport se fait généralement par gravité, sous l'effet de leur poids a la tête du premier procédé dans la station à l'aide d'une conduite de 800 mm de diamètre, et puis elles sont déversées à travers le déversoir d'orage (Figure II.9) qui est dimensionné pour prendre en charge un maximum de 3300 m³/ha [30].



Figure II.9 : Le déversoir d'orage [30]

B- Les prétraitements

Parmi les opérations de prétraitement au niveau de la STEP d'Ain EL Houtz on trouve:

a. Le Dégrillage:

Deux dégrilleurs sont installé dans le but de retenir les déchets solides et volumineux par des barreaux métalliques d'une grille. Le nettoyage se fait manuellement par une grille grossière (Figure II.10), ensuite, l'eau usée passe par une grille mécanisée (Figure II.11). Les déchets sont recueillis par un tapis qui va les déverser dans un endroit spécialisé, puis, ils sont envoyés en décharge ou en unité d'incinération selon leur nature. [30] Les démentions des grilles sont:

❖ Les grilles grossières manuelles (1unité) :

- La largeur de la grille : 1,8 m.
- L'inclinaison : 70%.
- l'écartement entre les barreaux : 5 cm.

❖ Les grilles mécaniques (2unité) :

- La largeur de la grille : 1 m ;
- L'écartement entre les barreaux : 2cm.
- profondeur de chenal : 1,5m



Figure II.10: Grille grossière manuelle (1 unité) [30]



Figure II.11 : Grille mécanisée (2 unités) [30]

b. Désableur-Déshuileur 2 unité (décantation primaires):

Ces deux opérations sont réalisées dans un même ouvrage longitudinal, de 26m de largeur 4m de longueur [30]



Figure II.12 : Dessableur-Déshuileur [30]

C- Traitement biologique

L'eau prétraitée sera acheminée vers les bassins de traitement biologique, la STEP comporte quatre unités bassins d'aération, au niveau de chaque unité il y a deux bassins séparés.

a. Bassin de nitrification dénitrification :

L'eau prétraitée arrive premièrement dans ce bassin (figure II.13) pour faire l'élimination de la pollution azotique à partir des bactéries spécifiques (Nitrosomonas, Nitrobacter). Le bassin à une forme rectangulaire est équipé d'un mélangeur de fond pour assurer l'agitation du milieu, et après l'eau nitrifiée dénitrifiée est déversée vers les bassins d'aération. Chaque bassin a les dimensions suivantes :

- Volume 725 m³
 - Longueur 187,56 m
 - Largeur 8,5 m,
 - Hauteur du béton 5,6 m
 - Hauteur d'eau 4,9 m
- [28]



Figure II.13 : Bassin de nitrification dénitrification [30]

b. Bassin d'aération :

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Le bassin a une forme rectangulaire (figure II.14), est alimenté en eau dénitrifié l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs. Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries qui par action physicochimique retiennent la pollution organique est s'en nourrissent, au niveau de chaque bassin il existe une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique de l'aération en cas de défaillance de la concentration de cette dernière, chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :

- Volume : 4723 m³
- Longueur : 55,5 m
- Largeur : 18,5 m
- Profondeur d'eau : 4,6 m
- Hauteur béton : 5,6 m [28]



Figure II.14 : Bassin d'aération [30]

D- La Décantation secondaire :

Après un temps de contact suffisamment long, la liqueur est envoyée dans un décanteur secondaire (Figure II.15). Dans la STEP contient deux décanteurs secondaire et chacun est caractérisé par:

- Pont racleur à vitesse de rotation de 0,04m/s ;
- Diamètre : 46m ;
- Surface : 166m² ;
- Profondeur de l'eau : 4m [30].



Figure II.15 : Clarificateur [30]

E -Bassin de chloration :

Après la clarification et afin d'éviter le risque de la présence des microorganismes pathogènes, l'eau épurée passe dans un bassin de chloration (Figure II.16) d'un volume de 700 m³ avant son rejet [30].



Figure II.16 : Bassin de chloration [28]

- Filières de traitement des boues :

Ce procédé est réalisé selon deux étapes :

a. L'épaississement des boues :

Après traitement biologique, les boues constituent le résidu principal de la station d'épuration d'AÏN EL HOUTZ. Ces déchets sont dirigés vers l'épaississeur des boues (figure II.17). Ce

dernier, de forme circulaire, a été réalisé en béton armé de 14 m de diamètre et d'une hauteur utile de 4 m. Le fond du bassin à une pente de 1/10. La boue épaissie est prise par pompage et évacuée vers les lits de séchage. [30]



Figure II.17 : Epaississeur des boues [28]

b. La déshydratation des boues sur lits de séchage :

Les boues en excès sont séchées dans 14 lits de séchage (figure II.18) de 30 m de longueur et 15 m de largeur [30]



Figure II.18 : lits de séchage [28]

II.6 Etude des indicateurs de performance du STEP d'AIN EL HOUTZ

Pour évaluer l'état de fonctionnement de la STEP d'Ain El Houtz on a étudié certains indicateurs de performance se basant sur les données de la qualité de l'eau à l'entrée et à la sortie du STEP

II.6.1 L'efficacité du système de traitement :

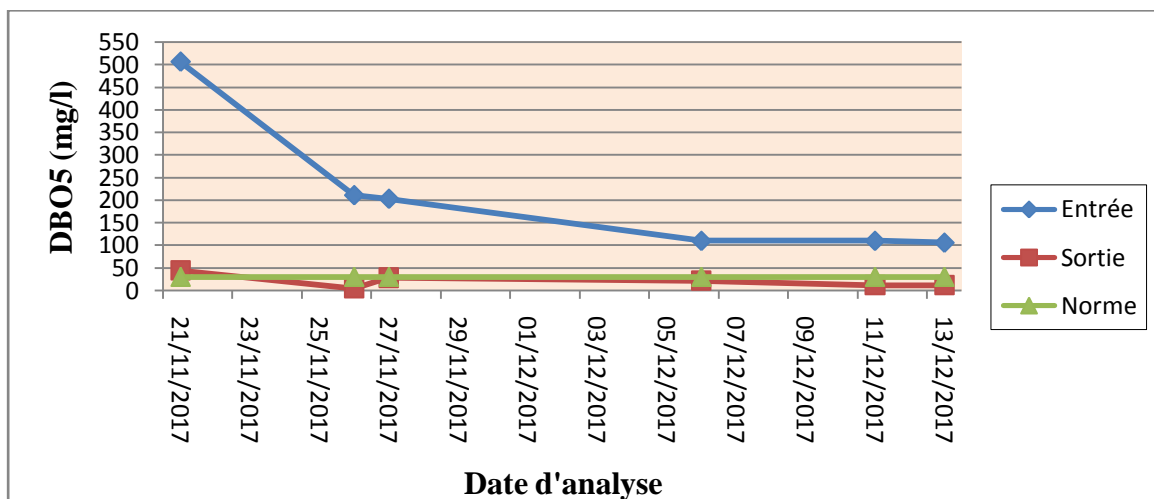
CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Afin d'évaluer la performance de l'épuration des eaux usées au niveau du STEP d'AIN EL HOUTZ, on présente l'abattement des principaux paramètres de pollution : DBO₅, DCO et MES au niveau de cette station pendant les mois de novembre Décembre 2017. Les résultats d'analyse sont bien représentés dans le tableau II.12

Tableau II.12 : Les analyses des moteurs de pollution [25]

	DBO ₅ (mg/l)		DCO (mg/l)		MES (mg/l)	
Les normes de rejet	30		90		30	
Date d'analyse	ENTREE	SORTIE	ENTREE	SORTIE	ENTREE	SORTIE
21/11/2017	119	42	295	129	506	44
26/11/2017	440	44	606	29	211	5
27/11/2017	142	12,6	285	29	203	28
06/12/2017	87,6	27,2	310	122	110	22
11/12/2017	69,2	2,4	245	10	110	12
13/12/2017	115,3	8,1	442	38	106	12

Les concentrations des matières de pollution (DBO₅, DCO, MES) mesurées à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées dans les figures II.19, II.20, II.21



La figure II.19 : la concentration de DBO₅ a l'entrée et a la sortie de la STEP (Novembre, Décembre 2017).

On remarque que l'eau usée à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 69,2 mg/l et 440 mg/l avec une moyenne de 162,18 mg/l. Après épuration les teneurs diminuent de façon importante, elles sont comprises entre 27,2 mg/l, 44 mg/l avec une moyenne à la sortie de 22,72 mg/l. Les valeurs de la DBO₅ obtenues a la sortie de la STEP suit les normes de rejet

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

fixé a 30 mg/l sauf les 2 jours **21/11/2017** et **26/11/2017** ou les concentrations dépassent les normes.

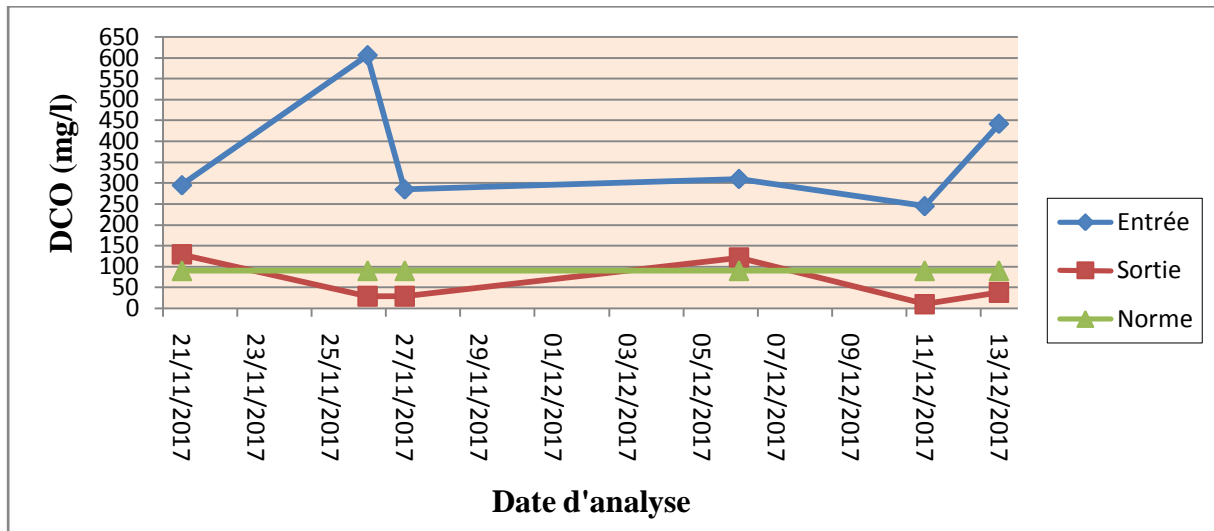


Figure II.20: Concentration de DCO a l'entrée et a la sortie de la STEP (Novembre, Décembre 2017).

La DCO permet d'apprécier la concentration en MO dans l'eau, a travers la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale.

Les valeurs de concentration de la DCO d'eaux brutes varient entre un maximum de 606 et un minimum de 245 mg/l avec une moyenne de 363,83mg/l, les valeurs de concentration de la DCO des eaux traité marque une chute importante et affiche une moyenne à la sortie de 59,5 mg/l, qui est conforme à la norme de rejet (< 90 mg/l). Ce résultat note la bonne oxydation des matières organiques au niveau de bassin d'aération.

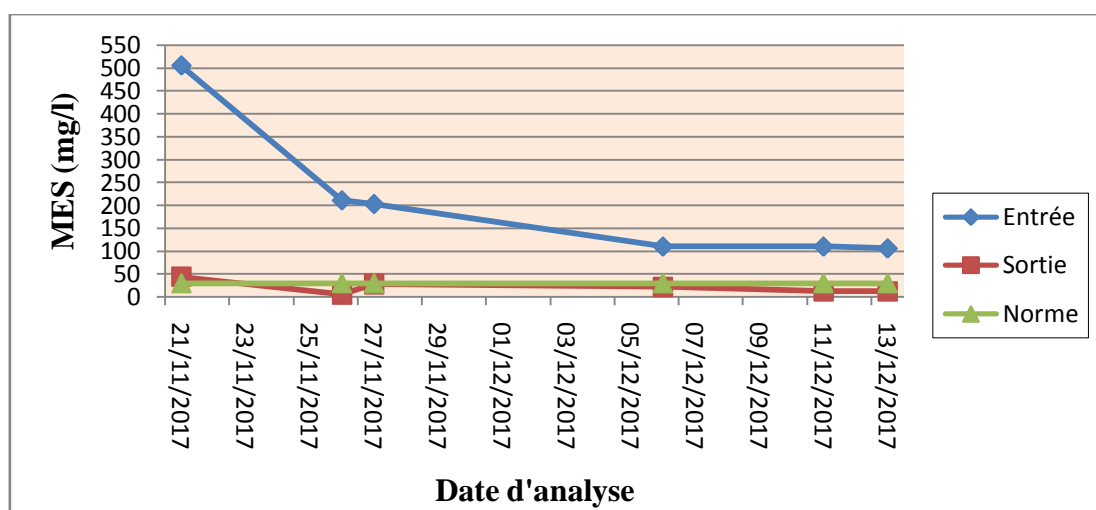


Figure II.21: Concentration de MES a l'entrée et a la sortie de la STEP (Novembre, Décembre 2017).

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Les concentrations moyennes de MES des eaux usées enregistrées à l'entrée et à la sortie de la STEP sont respectivement de 207,67 mg/l et 20,5 mg/l La concentration moyenne des MES obtenu à la sortie de la STEP est très faible elle est conforme à la norme de rejet fixée à 30 mg/l. Cette résultats montre qu'il ya une bonne élimination des MES au niveau de clarificateur

II.6.2 Le rendement épuratoire

Le calcul de rendement des ouvrages se fait à base de l'équation II.1

$$\text{Le Rendement} = \frac{\text{la valeur a l'entr ée} - \text{la valeur a la sortie}}{\text{la valeur a l'entr ée}} \times 100 \quad \text{II.1}$$

Le tableau II.13 représente les rendements des matières de pollutions (Novembre, Décembre 2017).

Tableau II.13 : les rendements d'abattement des matières de pollutions

	DBO5	DCO	MES
Valeur minimale autorisée	90%	75%	90%
21/11/2017	65%	56%	91%
26/11/2017	90%	95%	98%
27/11/2017	91%	90%	86%
06/12/2017	69%	61%	80%
11/12/2017	97%	96%	89%
13/12/2017	93%	91%	89%

Les rendements calculés sont représentées dans les figures II.22, II.23, II.24

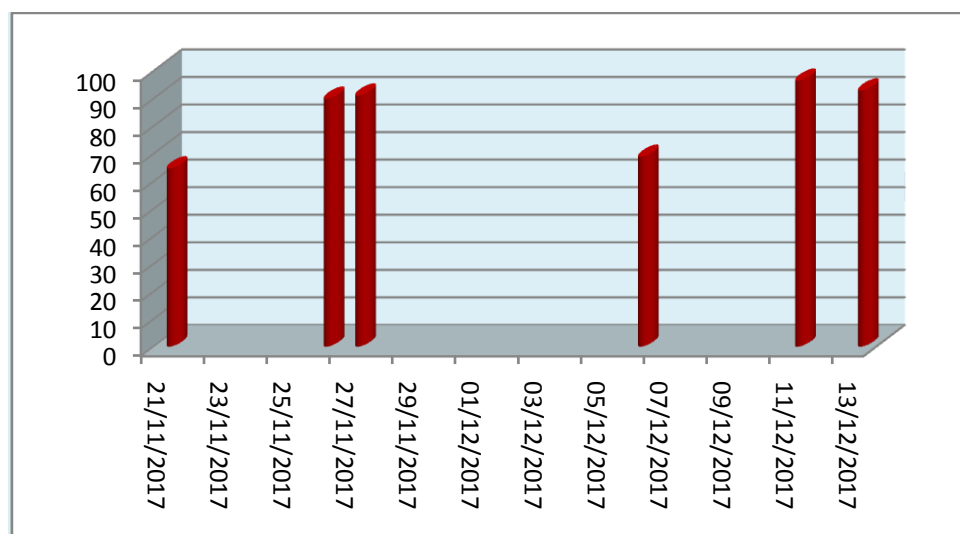


Figure II.22: Rendement d'abattement de la DBO5 dans la STEP

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

Les rendements d'abattement de la DBO₅ sont supérieurs à la valeur minimale autorisée (90%) sauf les 2 jours **21/11/2017** et **26/11/2017** où les rendements sont faibles. Ce résultat montre que la quantité d'O₂ dissous fournie par les aérateurs dans le bassin d'aération est suffisante pour les besoins des bactéries.

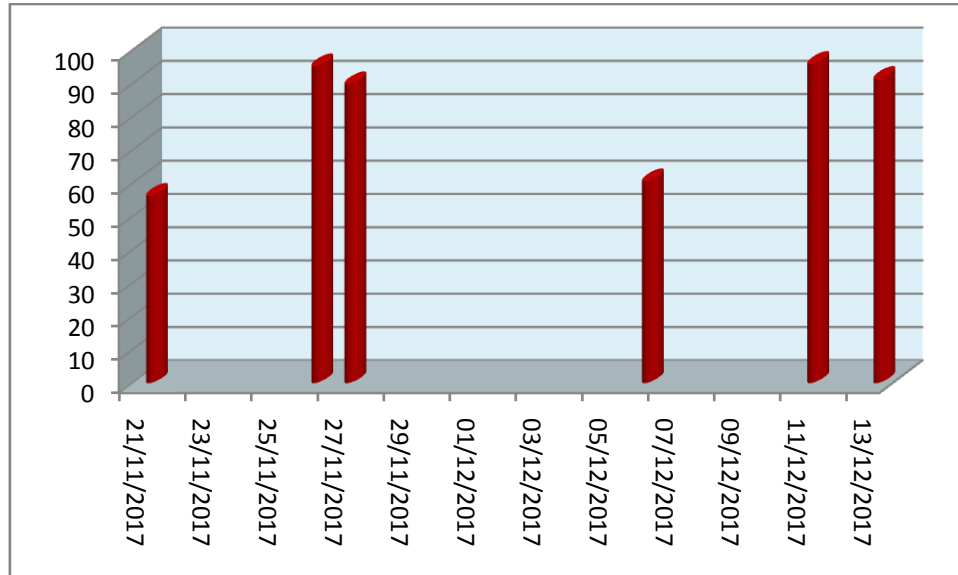


Figure II.23: Rendement d'abattement de la DCO dans la STEP (2009-2014)

Les rendements de la DCO suivent la valeur minimale autorisée (75%) sauf les 2 jours **21/11/2017** et **06/12/2017** où les rendements sont faibles. Ce résultat montre la bonne oxydation des MO au niveau de bassin d'aération.

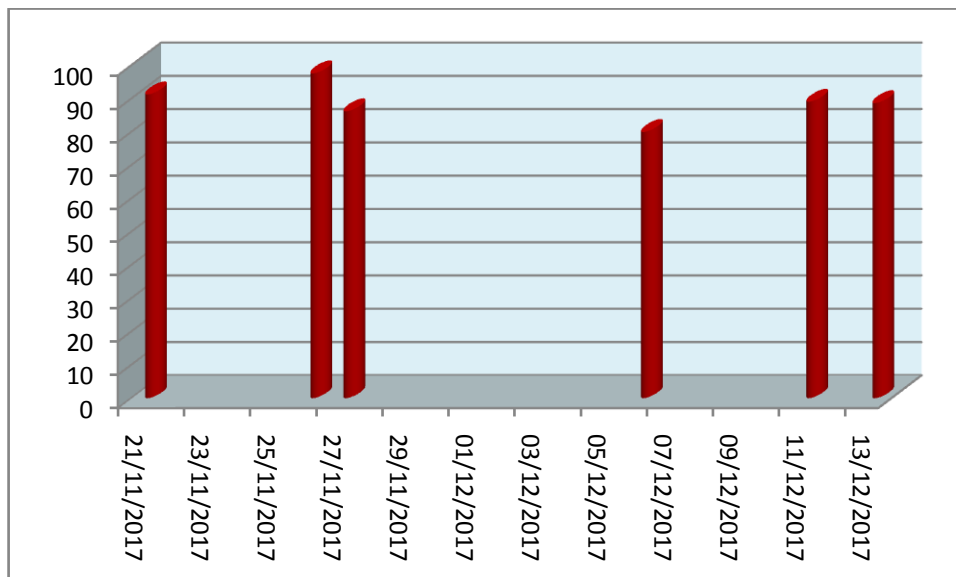


Figure II.24: Rendement d'élimination de la MES dans la STEP (2009-2014)

Les rendements d'élimination de la MES sont inférieurs à la valeur minimale autorisée (90%) sauf pendant les deux jours **21/11/2017** et **26/11/2017** les valeurs suivent les normes. Ce résultat montre l'efficacité du clarificateur qui est le responsable de l'élimination de MES.

N.B : Selon l'ONA, la STEP d'Ain El Houtz n'utilise pas la chloration car ses eaux sont destinées pour l'irrigation.



Figure II.25 : destination de l'eau traitée vers l'irrigation [30]

II.6.3 L'efficacité de la filière boues

Il existe au niveau du STEP d'Ain El Houtz une filière d'épaississement des boues. Les boues épaissies sont prises vers les lits de séchages pour les utiliser par la suite dans la valorisation agricole.

II.7 Conclusion

Pour vérifier la performance de service d'assainissement du GUT on a utilisé plusieurs indicateurs car aucun des paramètres de performances ne se suffit à lui seul pour caractériser la performance du réseau et du STEP, c'est l'ensemble des indicateurs qui permet de déterminer l'état de service car chacun apporte une information différente. Il est donc proposé de combiner plusieurs indicateurs pour juger la performance de réseau d'assainissement de GUT. Dans ce chapitre, nous avons combiné sept indicateurs :

- Le taux de desserte par des réseaux de collecte des eaux usées qui est au moyen de 86% cette valeur est inférieure à 100% ce qui indique que le service d'assainissement n'a pas achevé la desserte par réseau de toute sa zone d'assainissement collectif.
- Le taux de réclamations qui est à la moyenne de 4% ce résultat montre la satisfaction des abonnés de leur service.

CHAPITRE II : ETUDE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE GUT

- L'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux de collecte des eaux usées tel que le niveau de connaissance du réseau de GUT est plus de 80%
- Le nombre des interventions de curage montre que l'ONA a amélioré le fonctionnement de réseau.
- Le taux de renouvellement de réseaux de collecte des eaux usées qui est à la moyenne de 1,09 % cette valeur suit la référence usuelle fixée à 1 jusqu'à 2%
- L'indice des rejets sans traitement au milieu naturel montre que la qualité d'eau rejet au milieu naturel est très chargée des matières de pollution.
- Le taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif qui est nul

Les calculs effectués sur les indicateurs de performance de réseau prouvent que Le réseau de **GUT** se trouve dans un bon état.

Pour la STEP d'Ain El Houtz, d'après les calculs effectués sur les indicateurs de performance on a obtenu des valeurs de concentration et de rendement des matières polluantes (MES, DBO5, DCO) dans les normes de rejet se qui confirme l'efficacité de systèmes épuratoire et des ouvrages d'épuration (aérateur, clarificateur)

Il faut signaler que la station de Ain El Houtz ne peut traiter qu'une partie des eaux usées du groupement compte tenu de sa capacité et de son emplacement, la STEP d'Ain El Houtz, ne peut traiter que 35 % du volume total des rejets, la réalisation de la STEP à Hennaya qui est en phase final d'étude va pouvoir remédier au problème des rejets dans les oueds.

Dans le chapitre suivant on va étudier le réseau d'assainissement de Tlemcen desservant la STEP d'Ain El Houtz

CHAPITRE III

ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE

TLEMCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ

III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons compléter le travail de nos collègues **MADANI YOUSFI Kamel** et **NEHARI Sidi Mohammed** qui ont tracé le réseau d'assainissement qui dirige vers la STEP d'Ain El Houtz de la localité de Tlemcen, nous allons faire une description de ce réseau et aussi essayer de vérifier leur performance, et à l'aide de Mapinfo on va calculer les pentes de terrain et détecter les cas défavorable puis proposé des solutions.

III.2 La situation géographique de la localité de Tlemcen

La commune de Tlemcen qui est le chef lieu de la wilaya s'étend du plateau de Lalla Setti (1200m d'altitude) au Sud ; à koudia (760m) au Nord. Entre ces deux extrémités de formation rocheuse se trouve une zone des piémonts et de plaines totalement urbanisées, les extrémités Sud et Ouest se confondent avec l'urbanisation des communes Mansourah et Chetouane [31]



Figure III.1 : La situation géographique de la localité de Tlemcen [32]

III.3 Le système d'information géographique utilisé

Permis les nombreux systèmes d'information géographique adaptés au monde de la micro-informatique, nous avons choisir de porté sur Mapinfo Professional qui est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique, il est conçu autour d'un moteur d'édition de cartes qui permet la superposition de couches numériques. Il est utilisé pour :

- Créer des cartes détaillées afin d'améliorer les présentations et faciliter la prise de décision
- Mettre en évidence des tendances de vos données qui autrement ne sont pas perceptibles
- Réaliser des analyses spatiales dans un environnement bureautique
- Opérations de superposition : superposition de couches thématiques

- Traitements statistiques
- Echange de données avec les autres SIG (ArcGis, ArcInfo, etc.) et les logiciels de (CAO/DAO), tel que « AUTO CAD » ;
- Type de sortie : représentation cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques etc .[33]

III.4 Les conditions de performance du réseau

Pour éviter les dépôts des matières solides transportées et assurer un bon fonctionnement de réseau il faut respectées les conditions de performance de réseau on peut traduire ces conditions comme suit

a) condition d'autocurage:

Vitesse supérieur a 0,6 m/s

Vitesse inferieur a 0,3 m/s

b) Condition de remplissage

On n'adopte pas un pourcentage de remplissage supérieur à 80%, afin d'assurer dans tout les cas de fonctionnement une aération de la surface libre. [8]

c) Condition de pente

Il est recommandé d'éviter des pentes inferieur à $2 \cdot 10^{-3}$ et supérieur à $4 \cdot 10^{-3}$. [34]

Formule de calcul de pente:
$$\frac{\text{Cote amont de regard} - \text{Cote aval}}{\text{Longueur du collecteur}} \quad \text{III.1}$$

III.5 Description du réseau d'assainissement de Tlemcen desservant la STEP d'AIN EL HOUTZ

Les eaux usées de la localité de Tlemcen sont dirigés vers la STEP d'Ain El Houtz hormis la partie ouest qui dirige directement au milieu naturel, la longueur de réseau desservant la STEP est de **77,69 km** qui est partagé en 3 systèmes :

➤ Système central (collecteur de Chaabet El Horra)

Ce collecteur s'occupe du drainage de la partie centrale de Tlemcen.

-El Kalaa supérieure

-El Kalaa inférieure

-Tlemcen centre (ville ancienne) Cité des cerisiers

-Cité Bel Horizon

-Agglomération de Boudghène

CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ

Il prend naissance au niveau de la rue des frères Bouafia et se poursuit ensuite à l'Ouest du tombeau du Rab, pour s'achever à l'aval de Feddan Sbaa, sa conception est sous forme de dalot (1,5*2m) ce dernier a été remplacé par le dalot de (2*2m). [7]

➤ **Système central (collecteur de la ville ancienne)**

L'assainissement du centre-ville de Tlemcen est caractérisé par des canaux de dimensions variant entre 300*400 mm et 800*600 mm. Ces canaux se trouvent dans des quartiers anciens, tels que la rue de bataille Falaoucène, le centre-ville et les quartiers qui les entourent. [7]

➤ **Système Est (collecteur de Mechekana)**

Ce collecteur draine l'ensemble de la partie Est de Tlemcen. Sa partie amont commence au pied de la minoterie d'El Kalaa, il traverse la zone de la pépinière pour rejoindre la zone Nord de Feddan sbaa. Ce collecteur est conçu en dalot qui épouse l'ancien talweg de Machkana [7]

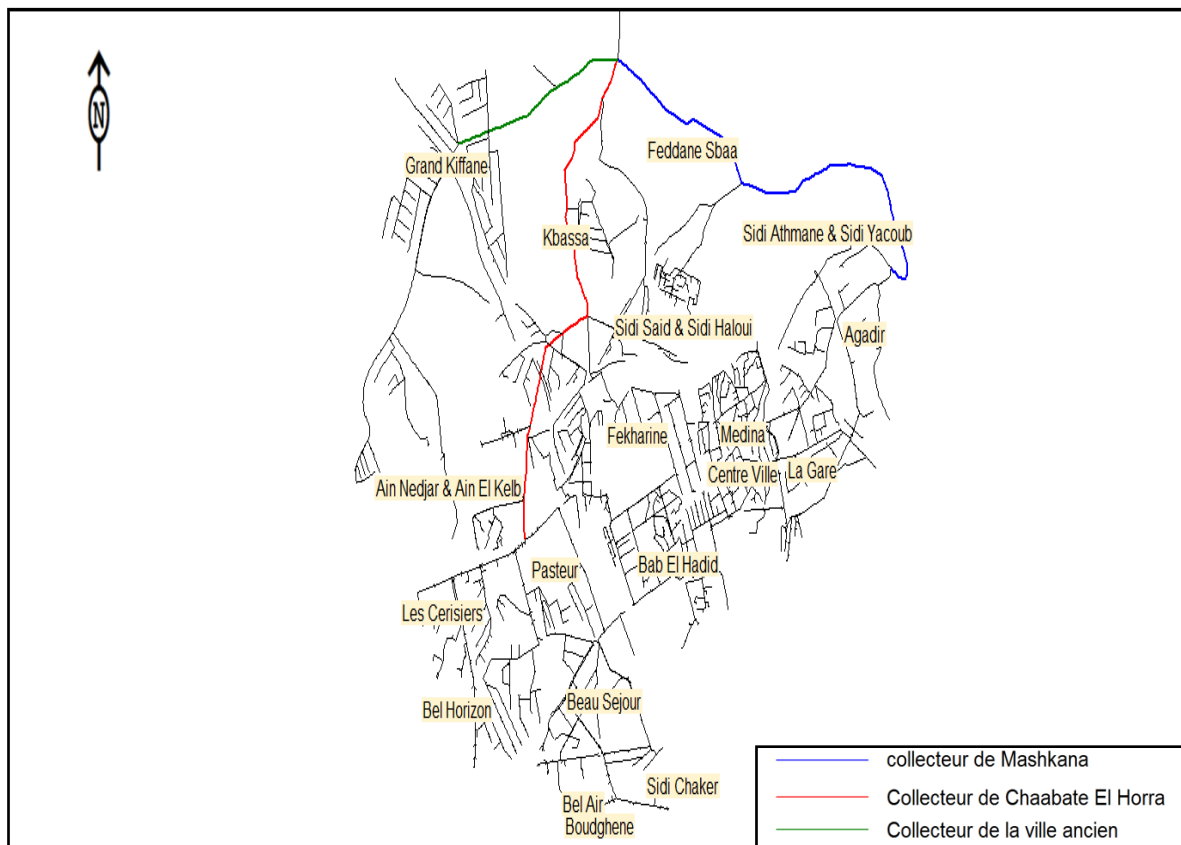


Figure III.2 : les collecteurs principaux du réseau d'assainissement de Tlemcen qui dirige vers la STEP d'Ain El Houtz

CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ

➤ Le linéaire du réseau :

Le réseau d'assainissement de Tlemcen desservant la STEP d'Ain El Houtz représente en totalité 77696,9m reparti comme suit:

- Collecteur : 65064,2m
- Canal : 8891,1 m
- Dalot : 3315,7 m
- Canal à ciel ouvert : 425,9 m

Cette répartition est donnée dans la figure III.3

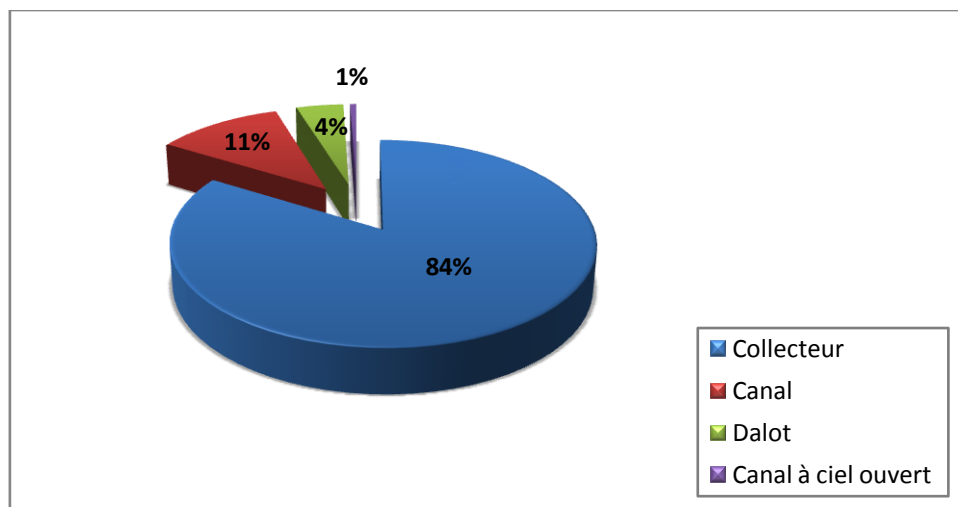


Figure III.3 : Les différents types des canalisations du le réseau d'assainissement

Les collecteurs sont classés selon leurs diamètres en trois catégories (figure III.4) comme suit:

- Collecteurs primaires (0 - 300 mm) représente 10% de réseau
- Collecteurs secondaires (300 - 800 mm) représente 50% de réseau
- Collecteur tertiaires (800 – 2000 mm) représente 40% de réseau [7]

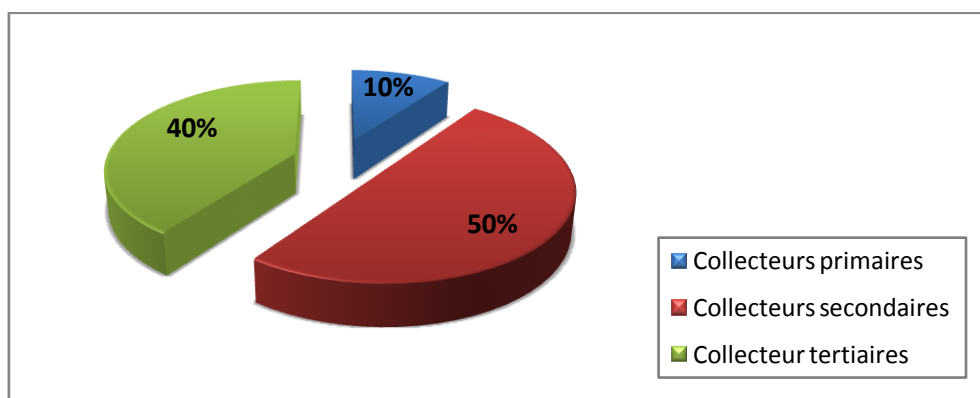


Figure III.4 : Répartition des collecteurs selon leurs diamètres

Il est constitué de 03 types de matériaux qui sont :

- 84% Béton
- 11% Maçonnerie
- 5% Béton armé [7]

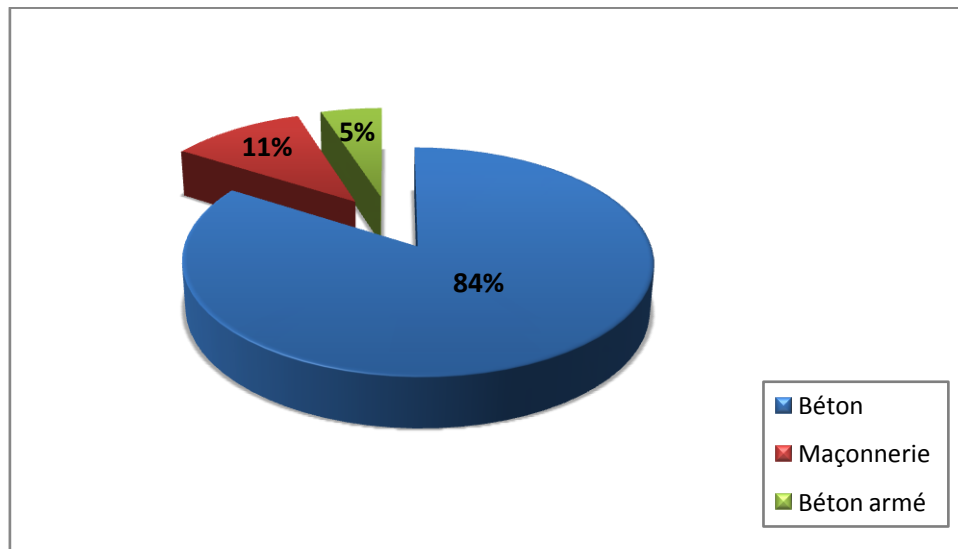


Figure III.5 : Répartition des collecteurs selon leurs types de matériaux

➤ Les regards :

Ils représentent en totalité 2249 regards (figure III.6) repartis comme suit :

- 234 regards de visite
- 88 regards de changement de direction
- 321 regards de façade
- 759 regards de chute
- 847 regards de jonction

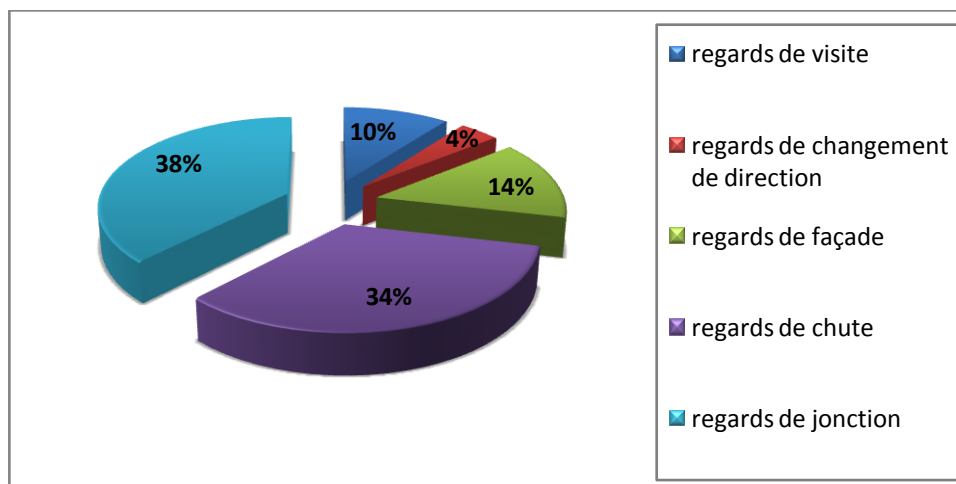


Figure III.6 : Répartition des regards selon leurs types

III.6 La conformité des pentes au sens d'écoulement

Cette conformité est très important dans la performance de réseau pour cela on a calculé la pente de chaque collecteur (figure III.7) pour détecter les cas défavorable des pentes au sens d'écoulement

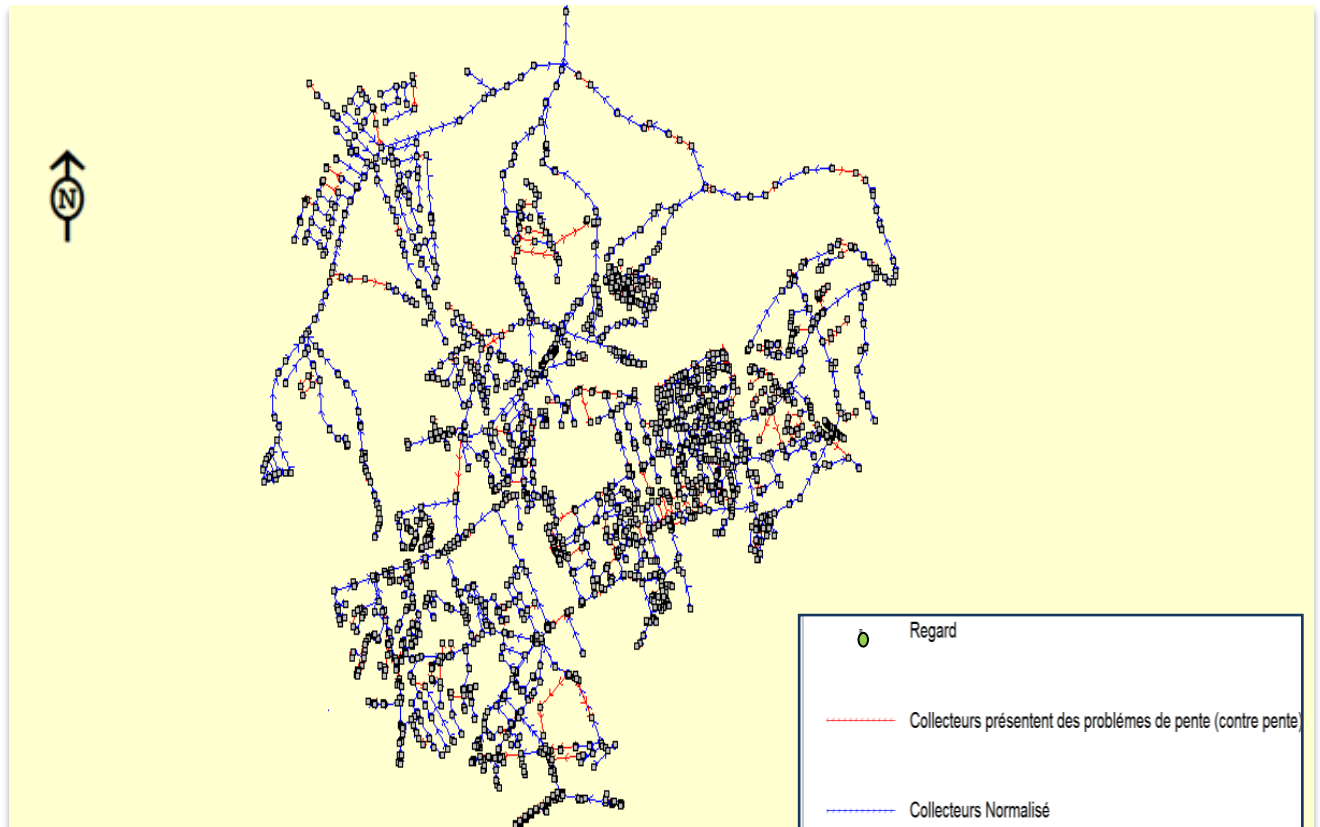


Figure III.7 : conformité des pentes au sens d'écoulement

Les cas défavorable au sens d'écoulement représente 18% de linéaire total répartie au quartiers : Feddane sbaa, Sidi athmane, sidi yacoub, agadir, el kalaa, sidi chaker, sidi said et sidi haloui, fekharine, medina, centre ville, beau sejour, belaire, kbassa, kiffane, ain nedjar, ain el kelb, les cerisiers, bel horizon, riat el kbir (Figure III.8) ,le 82% de réseau qui reste s'écoule gravitairement du Nord vers le Sud

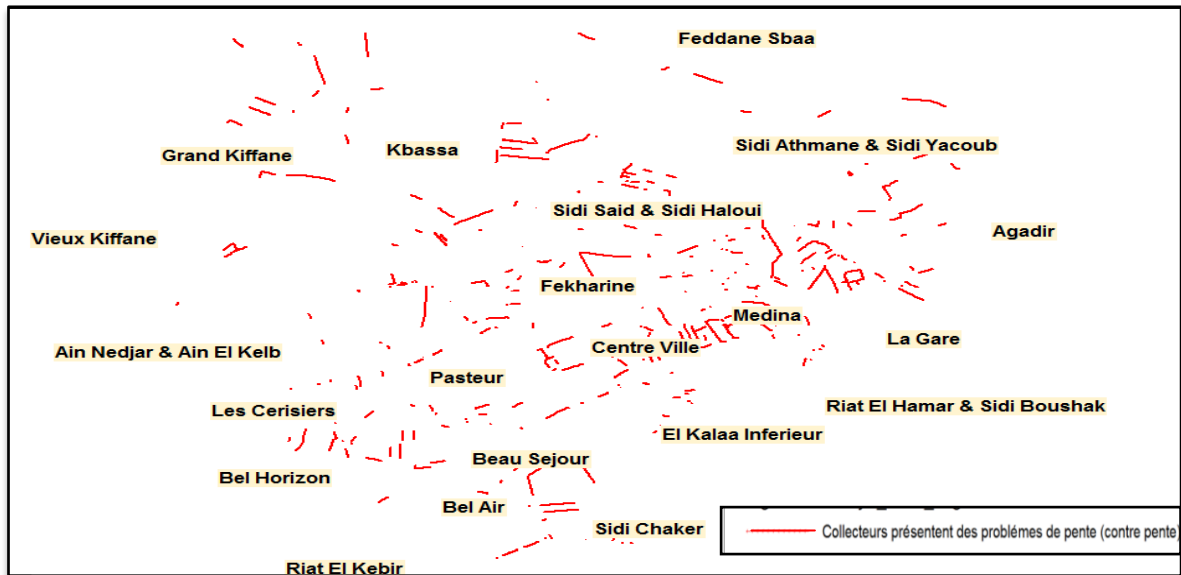
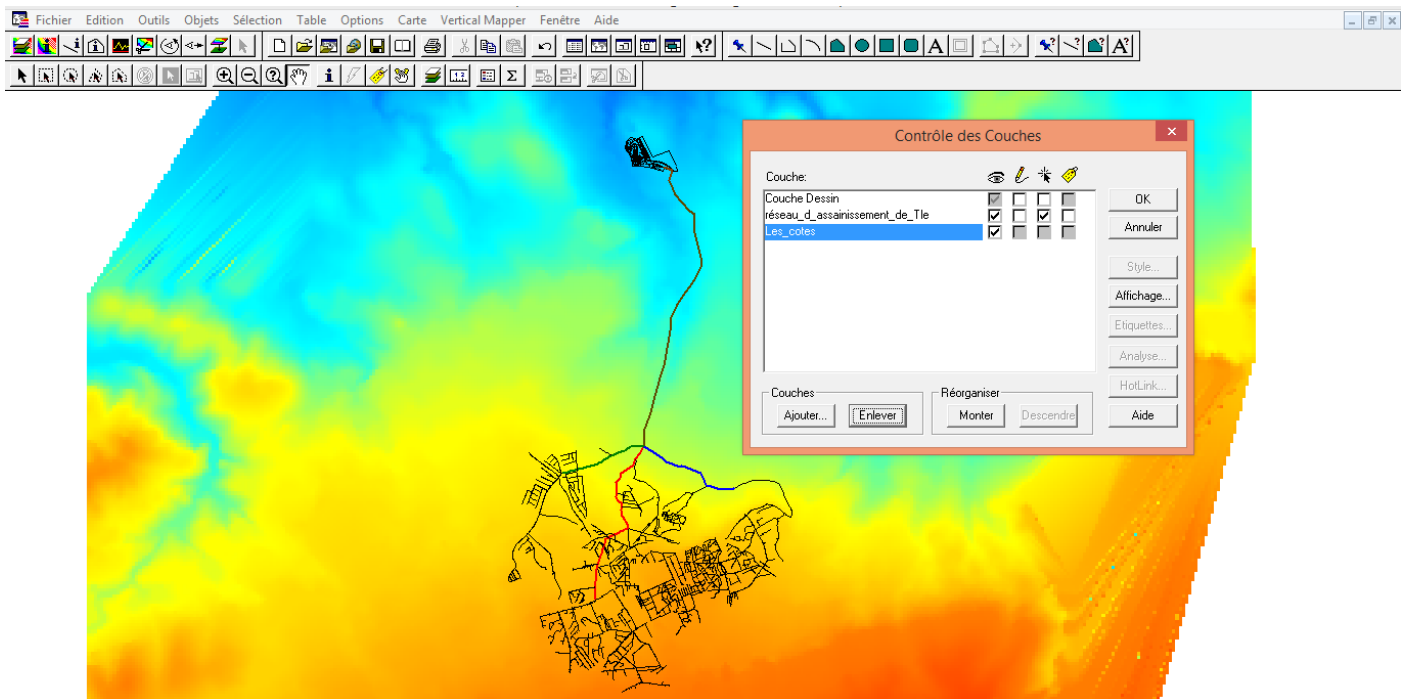


Figure III.8 : Les quartiers des collecteurs représentent des contre de pente

III.7 Les profils en long des collecteurs de réseau

Le réseau d'assainissement est fixé à partir de la topographie c'est pour ca on a tracé le profil en long des collecteurs principaux et d'un cas défavorable dans chaque collecteur principale pour connaitre la topographie de ces dernier et évaluer du façon générale la performance du réseau, le traçage se fait à l'aide de Mapinfo par les étapes suivant :

1- Ouvrir la couche des cotes et de réseau



2- Choisi 'Cross Section'

CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ



3- sélectionner le collecteur que vous voulez tracer leur profile en long

4- faire une simple double clique pour obtenir le profil en long

Les profils en long est données dans les figures III.9, III.10, III.11, III.12, III.13, III.14

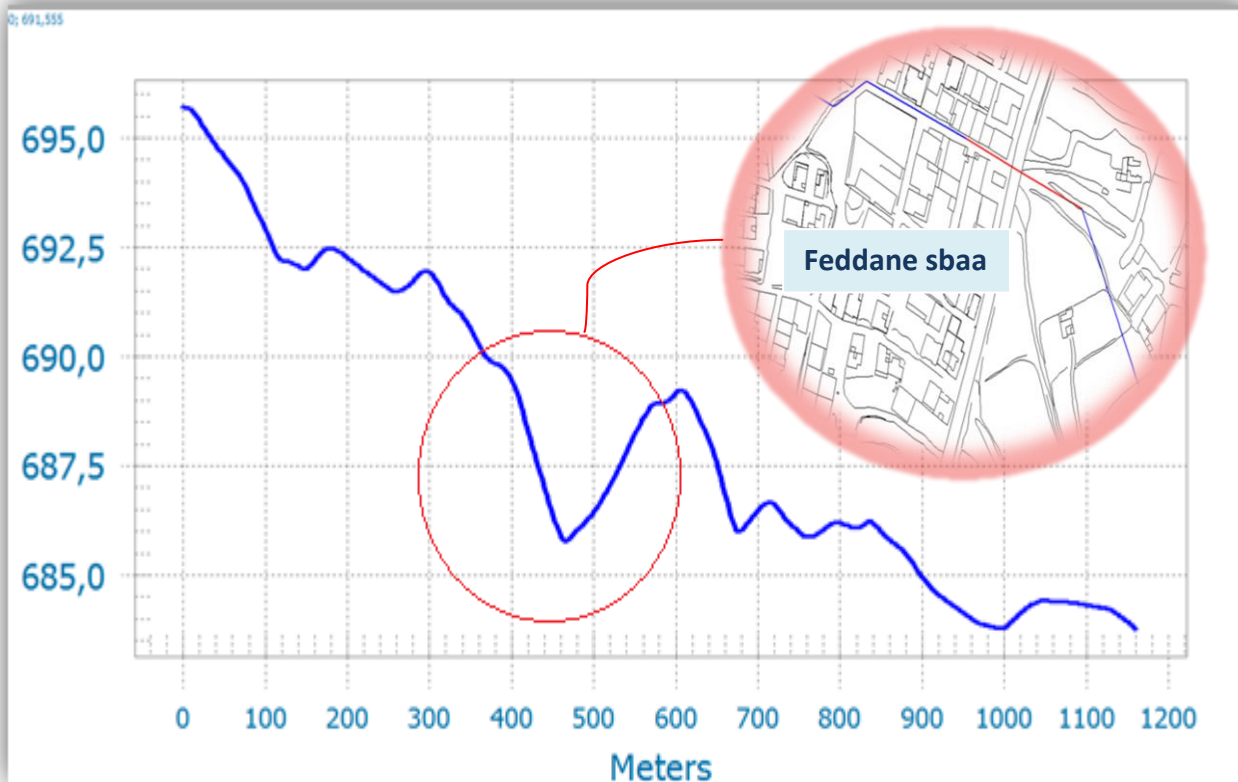


Figure III.9 : Profil en long de collecteur principale de Machkana

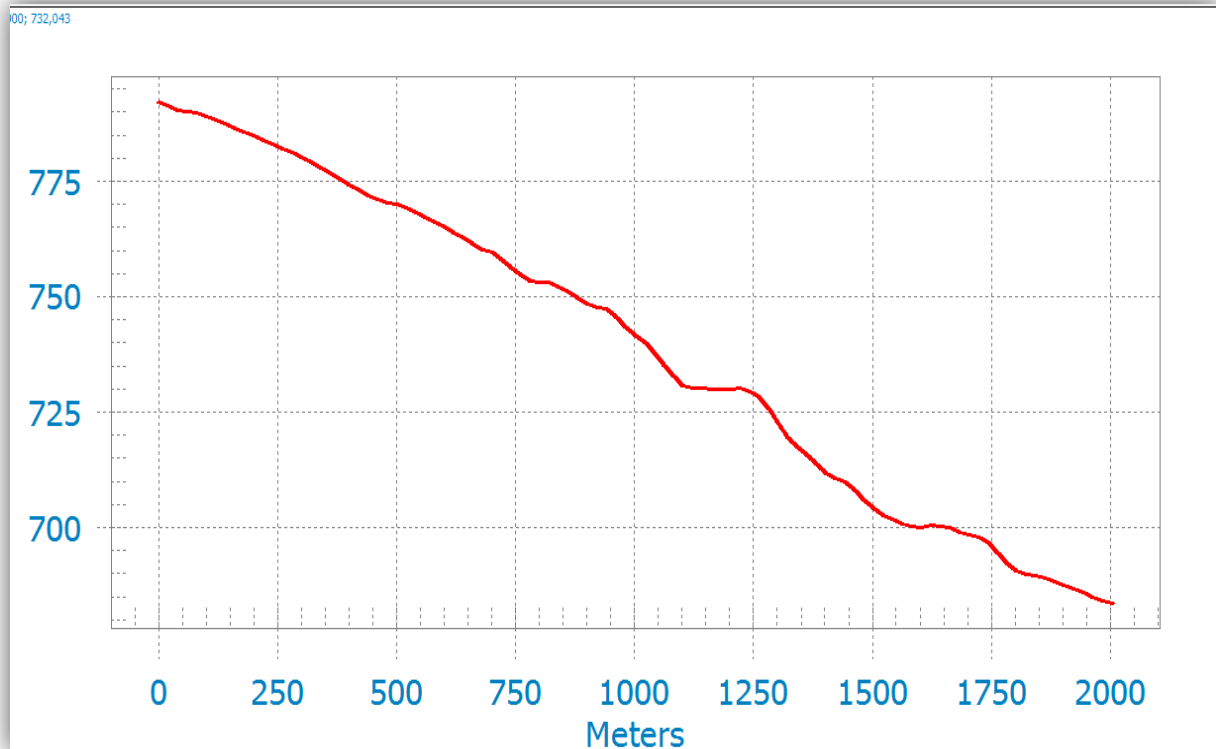


Figure III.10 : Profil en long de collecteur principale de Chaabate El Horra

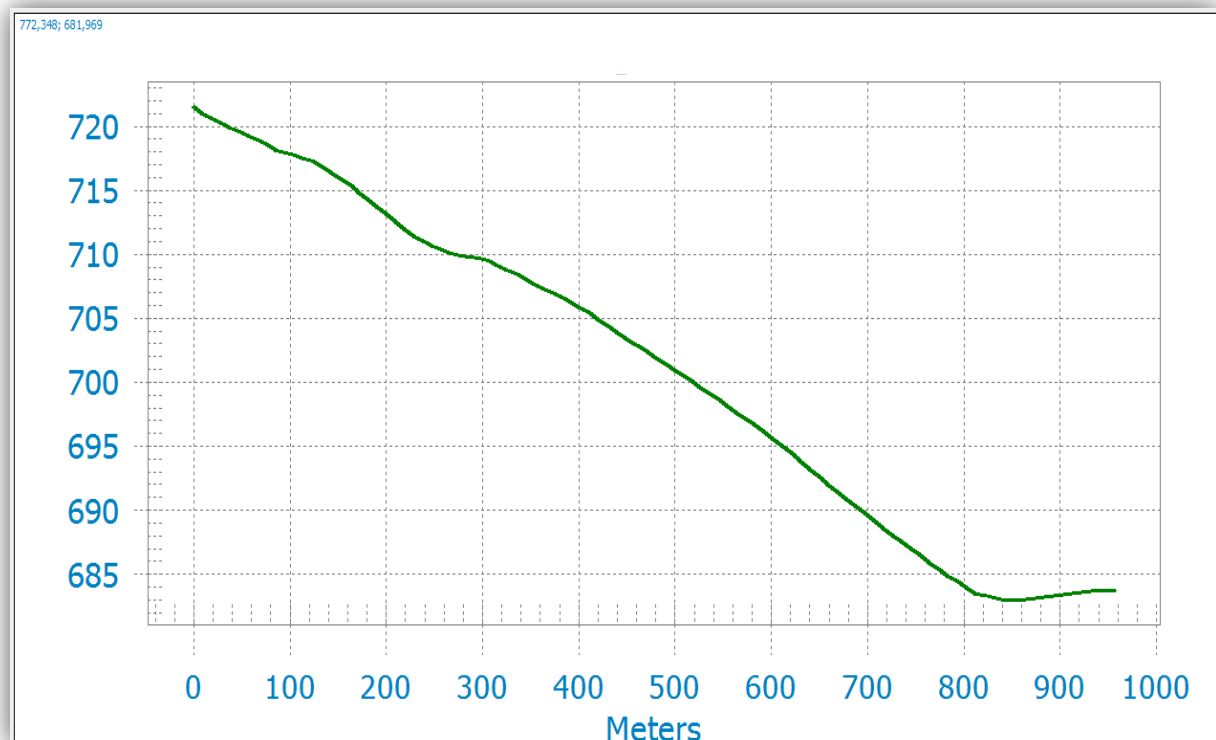


Figure III.11 : Profil en long de collecteur principale de la ville ancien

Les figures (III.9 ; III.10 ; III.11) montre que les collecteurs principaux de la localité de Tlemcen aux un terrain accidenté et l'écoulement des eaux usée se fait gravitairement avec des

CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ

altitudes variant de 800 à 600 m hormis la région sélectionner en rouge dans le collecteurs de Mechkana qui se trouve à la zone nord de Faddane sbaa où on a trouvé des contres pente.

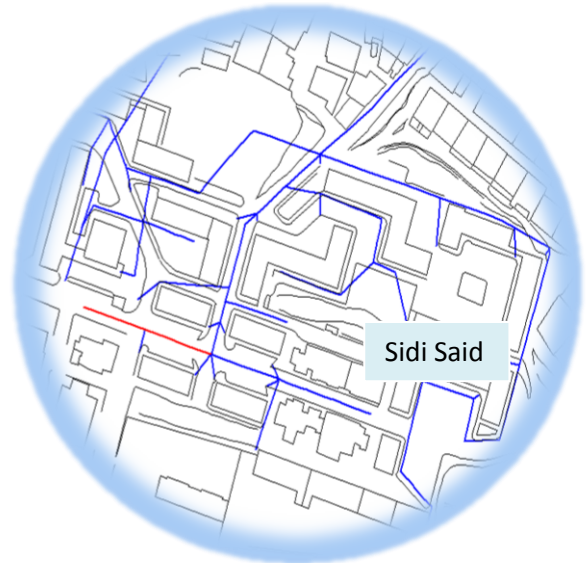
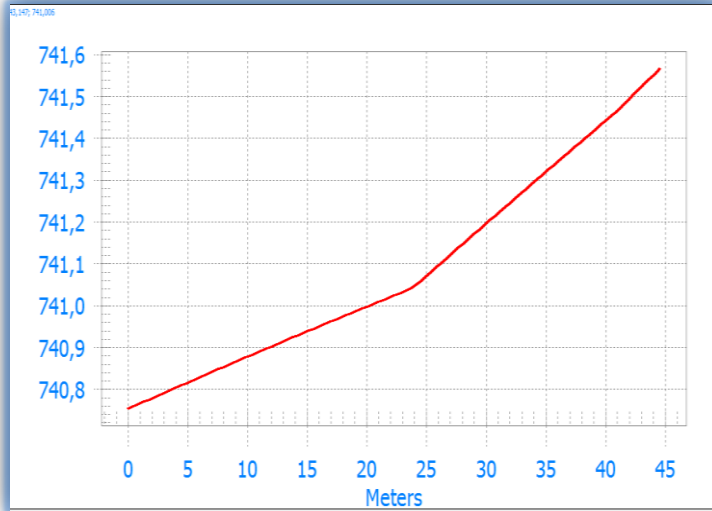


Figure III.12 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de Mechkana

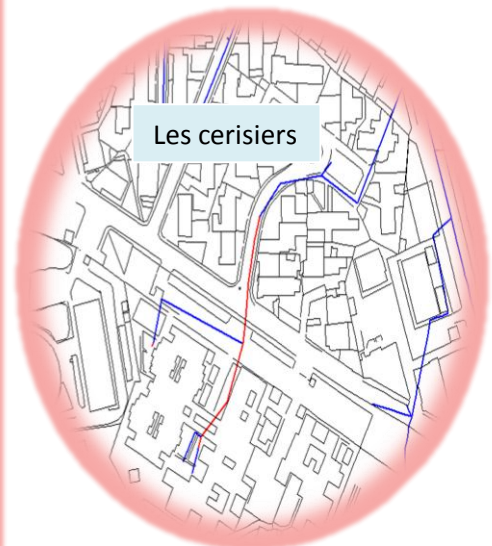
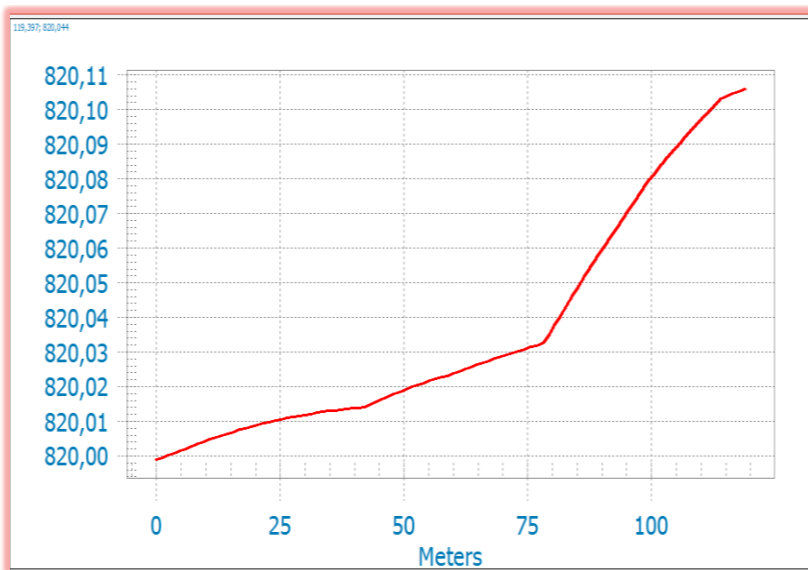


Figure III.13 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de Chaabate El Horra

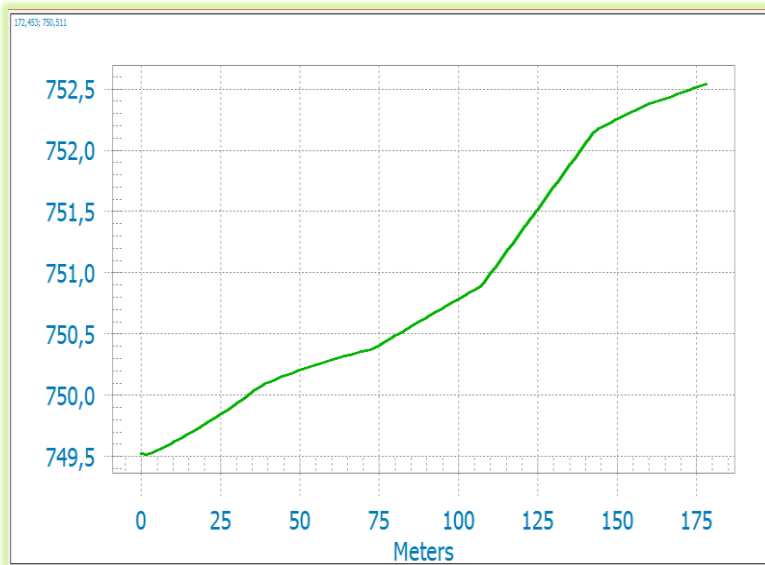


Figure III.14 : profil en long d'un cas défavorable qui dirige vers collecteur de la ville ancien

Les figures (III.12 ; III.13 ; III.14) c'est des cas défavorable où l'eau usée ne circule pas convenablement donc il y aura une cumule des eaux dans les conduites et la décantation de matière en suspension qui peut provoquer des fissurations puis le dégagement des odeurs et même des gaz toxique à cause de ce dernier on a le risque d'avoir des maladies hydrique. D'autre part si on a des contres pentes vraiment important le retour d'eau ca sera important qui peut bloquer la conduite totalement et l'écoulement devient en charge puis la conduite se colmatara a cause des dépôts, pour résoudre ce problème il faut rénover les parties ou on a enregistré des contres pentes.

III.8 Conclusion

L'étude de performance de réseau est très important dans la gestion des eaux usées, l'étude de réseau d'assainissement de la localité de Tlemccen qui dirige vers la STEP d'Ain El Houtz est fait par Mapinfo dont l'objectif de développer les technique d'aide à la gestion des réseaux d'assainissement au moyen des systèmes d'information géographique.

Le fonctionnement de réseau est de 82% par contre nous avons enregistré 18% des cas défavorables aux normes qui pouvant nuire le bon fonctionnement du réseau ces problèmes causé par :

- des défauts de conception du réseau.
- Un Mauvais positionnement des collecteurs.
- Des contraintes topographiques.
- Age des collecteurs.
- Nature et stabilité du terrain.

CHAPITRE III : ETUDE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TLEMCEN DESSERVANT LA STEP D'AIN EL HOUTZ

Il faut juste rappeler que l'ONA est en cours de rénovation du réseau d'assainissement de Tlemcen

Conclusion générale

Ce travail nous a permis de faire une analyse du réseau d'assainissement du GUT et son fonctionnement ainsi que ses ouvrages constitutifs.

Des visites sur le terrain nous ont aidées à établir l'état des lieux et de collecter les données auprès des différentes institutions telles que la Direction des ressources en eau et l'office national de l'assainissement.

Une étude portant sur la performance du réseau a été menée où nous avons fait appel à un ensemble d'indicateurs qui permettent de donner une idée sur le fonctionnement du réseau en question.

Aussi, à partir de l'analyse des données SIG mis en place, des problèmes sont identifiés au niveau des parties étudiées (Géométrie du réseau, paramètres de fonctionnement...) du réseau du GUT, ce qui confirme les résultats de l'étude des performances. Cette phase a pour but de vérifier l'efficacité du réseau. On peut mentionner les problèmes techniques tels que le retour d'eau et les odeurs qui peuvent favoriser des maladies.

Les résultats obtenus ont montré que le réseau d'assainissement du GUT présente beaucoup d'anomalies, des mesures correctives doivent être prises pour améliorer son fonctionnement.

Une étude portant sur l'état de fonctionnement du système épuratoire a fait l'objet de la suite de l'étude, elle a été développée pour s'assurer des résultats de sortie et de mieux comprendre les performances épuratoires de la STEP, ceci permettra de proposer des solutions correctives ou préventives aux problèmes rencontrés.

Ce travail nous a permis de mettre le point sur le fonctionnement du système d'assainissement du GUT (réseau d'assainissement et station d'épuration), nous avons fait appel à un ensemble de paramètres comme indicateurs qui permettent de vérifier le fonctionnement du système. Ce travail s'inscrit dans un processus global de développement de nouvelles approches pour une bonne gestion des systèmes d'assainissement, plusieurs axes peuvent être développés à savoir:

- Faire des campagnes de mesures pour valider les résultats trouvés concernant la partie SIG du réseau.
- Développer un modèle d'assainissement pour le GUT.
- Mettre à jour et compléter la base de données SIG.

Référence bibliographique

- [1] Bourrier R & Satin.M & Selmi.B., 2010, Guide technique de l'assainissement, Edition, Le Moniteur.
- [2] Bourrier R., 2008, Les réseaux d'assainissement, Edition Lavoisier.
- [3] H.Guerree & C.Gomella., Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, La Collecte 1.
- [4] BOUMEDIENE Mohamed El Amine, 2013, Mémoire de Licence en Technologies de traitement des eaux , Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées : cas de la STEP d'Ain El Houtz 39p.
- [5] BOUMEDIENE Maamer, module hydraulique appliquée aux réseaux d'assainissement
- [6] <https://www.toutsurmoneau.fr/fiche/3001/l-assainissement-non-collectif>. Consulté le 31/05/2018
- [7] MADANI YOUSFI Kamel & NEHARI Sidi Mohammed, 2017, Mémoire de Master en Hydro-informatique , Mise en place d'un outil de gestion des réseaux d'assainissement , 93p.
- [8] B.E.T.E.C, 1993, Assainissement de la zone éparsée de Store.
- [9] ABDELBAKI C, ZEROUALI M , Article Octobre 2012 , Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution a sa gestion a l'aide d'un système d'information géographique - cas du chef lieu de commune de Chetouane-wilaya de Tlemcen
- [10] KHERBOUCHE Zakarya & SOUFI Mohammed Walid, 2016, Mémoire de Master en Eau Sol et Aménagement , Etude des indicateurs de performance des services des réseaux d'AEP, Cas du groupement urbain de Tlemcen , 89p.
- [11] DHIEB Mohsen & SALHI Bilel, Étude du réseau d'assainissement des eaux usées/pluviales dans la ville de Gafsa à l'aide d'un outil SIG.
- [12] ABDELBAKI C, 2014, Mémoire de Doctorat en Hydraulique , Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Cas du Groupement Urbain de Tlemcen 197p.
- [13] BOUKLI HACENE Chérifa & RABAH FISSA Amina, systèmes d'information géographique cours et travaux pratiques
- [14] Valiron 1994 , Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement , Tome 1, 2, 3, Edition Lavoisier, 1262 p
- [15] <http://www.hygiene-publique.gov.pf> , Consulté le 16/05/2018
- [16] Benelmouaz ali, 2015, Mémoire de Master en Hydraulique , performance épuratoire d'une station d'épuration de Maghnia ,

- [17] www.eaufrance.fr , Consulté le 25/03/2018
- [18] Lætitia Guérin-Schneider, 2001, Thèse de Doctorat en Gestion - Science de l'eau , Introduire la mesure de performance dans la régulation des services d'eau et d'assainissement en France Instrumentation et organisation 576p.
- [19] Loi N 83-17 du 16 juillet 1983 modifié par l'ordonnance N 96-13 du 15 juin 1996
- [20] Boukli Hacene Cherifa, 2014, Approche systémique appliquée aux réseaux d'alimentation en eau potable : cas du groupement urbain de Tlemcen – Algérie.
- [21] Abdelbaki chérifa,2018
- [22] <http://fr.db-city.com/--Mansourah> , Consulté le 27/06/2018
- [23] <http://dateandtime.info/fr/citycoordinates.php?id=2493918> , Consulté le 27/06/2018
- [24] DRE 2018.
- [25] ONA 2018
- [26] Smail Fouzia, Mémoire de magister en hydraulique, ressources en eau et urbanisation : cas du groupement urbain tlemcen, 119p.
- [27] BENLADGHEM Zeyneb, 2017, Memoire de Master en Eau, Sol et Aménagement L'urbanisation et les ressources en eau dans le groupement urbain de tlemcen 145p.
- [28] HAMZA CHERIF Mohammed Soufyane & Ramdani Choukri, 2016 , Memoire de Master en Eau, Sol et Aménagement , Efficacité du traitement de l'azote dans les stations d'épuration à boues activées: cas de la STEP de Ain El Houtz 59p.
- [29] BOUKLI HACENE Abdelmalek, Mémoire de DEUA, université de Tlemcen
- [30] STEP d'Ain El Houtz
- [31] www.tlemcen-dz.com . Consulté le 05/06/2018
- [32] www.viamichelin.fr. Consulté le 05/06/2018
- [33] Zerouali M, 2005, Création d'une base de données du réseau d'assainissement de Chetouane et réalisation de cartes numérisées à l'aide d'un SIG.
- [34] GHODBANE R, 2016, Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Étude de la ville de Boutaleb.

