

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Faculté de Technologie  
Département des Sciences de l'Eau et Environnement  
**MEMOIRE DE MASTER**  
Filière: Hydraulique  
Spécialité : Ressource hydraulique



***Diagnostic du réseau d'assainissement de la cimenterie  
de Meftah***

**Présenté par**

- SEHIRI Asmaa
- DAHMAN Ahlem

Encadré par

**Pr. BESSENASSE Mohamed**

Devant le jury composé de :

**Mr. Khouli**      Président

**Mr. Kara**      Examineur

**2020-2021**

# Remerciements

*Avant tout, nous remercions ALLAH qui nous a donné le courage et  
la patience pour  
élaborer ce modeste travail.*

*Nous adressons tous nos respects et remerciements à ceux qui nous  
ont aidés de près ou de  
loin pour l'élaboration de cette étude et particulièrement à :  
Notre promoteur Pr BESSENASSE Mohamed, pour son soutien et son  
orientation ;*

*Tous les enseignants du primaire à l'université qui ont contribué au  
succès de notre  
formation sans oublier tous nos collègues de la promotion ;*

*On présente tout notre respect aux membres de jury qui nous feront  
l'honneur d'évaluer  
notre travail ;*

*Tous les membres du la cimenterie de Meftah, la दौरا et l'APC de  
Meftah*

*Et spécialement Mr Hamoudi, pour son soutien et la disponibilité dont  
il a fait*

*preuve du début à la fin de ce travail, sans oublier Mr Garidi s*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à:*

*A ma très chère mère Zohra*

*Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père Abdellah*

*Tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager.*

*Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères Hamoudi, Saber, Amine, Akrem, et ma sœur Samia, ma tonte Kheira, ma cousine Fadila, mon fiancé Mohamed Amine et toute la famille Sehiri*

*Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussit*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à:*

*A ma très chère mère Fahima*

*Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père Rabeh*

*Tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager.*

*Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères Mohamed, Younes et ma sœur Imane, Meriem, mon mari Sidali*

*Et toute la famille Dahman, Boukajmar et Chorfa*

*Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite*

## Sommaire

Introduction générale :.....	2
Chapitre I : Généralités sur l'assainissement	
I. Introduction.....	4
I.1.1 Définition.....	4
I.2. L'assainissement des eaux usées : .....	4
I.2.1. Les catégories d'eaux usées :.....	4
I.2.1.1. Les eaux usées d'origine domestique :.....	4
I.2.1.2. Les eaux d'origine industrielle.....	5
I.2.1.3. Les eaux d'origine pluviale :.....	5
I.2.1.4. . Les eaux d'origine agricole :.....	5
I.2.2. L'assainissement non collectif (individuel ou autonome) :.....	6
I.2.3. L'assainissement collectif :.....	6
I.2.4. . Les réseaux unitaires :.....	7
I.2.5. Les réseaux séparatifs : eau pluviale et eau usée.....	7
I.2.6. Les avantages et les inconvénients des différents systèmes :.....	7
I.2.7. Choix du système d'assainissement :.....	9
I.3. Les ouvrages d'un réseau :.....	9
I.3.1 Séparateur d'hydrocarbures.....	9
I.3.2 Séparateur à graisse :.....	9
I.3.3 Pompe de relevage et pompe de refoulement :.....	9
I.3.4 Bassin de rétention ou d'infiltration :.....	9
I.3.5 Collecteur.....	10
I.3.6 Boîte de branchement ou tabouret.....	11
I.3.8 Regard de visite.....	11
I.3.8 Bouche d'égout.....	11
I.3.9 Déversoir d'orage.....	11
I.4. L'évaluation des flux polluants :.....	12
I.5. Les caractéristiques des effluents.....	12
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	
II. Introduction :.....	15
II.1. Présentation de la commune de Meftah :.....	15

II.1.1. Contexte géographique :	15
II.1.2. La géologie :	16
II.1.3. Hydrogéologie :	17
II.1.4. Ressources en eau :	17
II.1.5. La climatologie :	18
II.2. Présentation de la société :	18
II.2.1. Historique :	20
II.2.2. Localisation :	21
II.2.3. Infrastructures :	21
Conclusion.....	22

### Chapitre III : Etude hydrologique

III. Introduction :	24
III.1 Etude des précipitations :	24
III.2 Vérification de l'homogénéité de la série pluviométrique :	25
III.3 Estimation des paramètres de la série pluviométriques :	28
III.4 Ajustement de la série pluviométrique :	29
III.4.1 Ajustement par la loi de GUMBEL :	30
III.4.2 Ajustement par la loi de GALTON :	34
III.5 Vérification de l'ajustement de l'échantillon par le test de Khi-Deux :	37
III.6 Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15min et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :	38
Conclusion .....	39

### Chapitre IV : Evaluation des débits des eaux usées et pluviales

IV. Introduction .....	41
IV.1. Evaluation des eaux usées à évacuer :	41
IV.1.1. Nature des eaux usées à évacuer :	41

IV.1.2	Les eaux usées :.....	43
IV.1.2.1	Caractéristiques des eaux usées : .....	43
IV.2	les différentes sortes des eaux usées dans la cimenterie :.....	47
IV.2.1	Les eaux de vanne : .....	47
IV.2.2	Les eaux ménagères :.....	47
IV.2.3	Les eaux de ruissellement : .....	47
IV.2.4	Les eaux usées industrielles :.....	47
IV.3	débit des eaux usées :.....	47
IV.3.1	Évaluation de la quantité d'eau usée à évacuer :.....	47
IV.3.2	Estimation des débits d'eaux usées domestiques :.....	48
IV.3.3	. Evaluation des débits des eaux pluviales.....	51
IV.4	Evaluation des débits totaux :.....	53
IV.5	Aperçu général du réseau d'assainissement existant :.....	54
IV.5.1	Les rejets.....	56
IV.5.2	Etat des regards.....	56
IV.5.3	Etat des bouches d'égout.....	58
IV.5.4	Déversoir d'orage :.....	58
IV.5.5	Etat des tronçons :.....	58
IV.5.6	Amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement de la cimenterie :.....	62
Conclusion	.....	64
Chapitre V : Calcul hydraulique		
V.	Introduction :.....	66
V.1	Dimensionnement du réseau.....	66
Conclusion	.....	70
Chapitre VI : Estimation du coût de projet		
VI.	Introduction :.....	72
VI.1	Le devis estimatif des travaux de projet :.....	72
Conclusion	.....	74
Conclusion générale	.....	76

## Liste des tableau

Tableau I .1: Avantages et inconvénients des différents systèmes (Gomella & Guerrée, 1986) .....	8
Tableau II .1 : Variation de climat : [2].....	18
Tableau III. 1 : Pluies journalières maximales annuelles.....	25
Tableau III. 2 : Application du test de WILCOXON sur la série pluviométrique de la station de LARBAA.....	27
Tableau III. 3 : Caractéristiques de la série pluviométrique 1974-2018 .....	29
Tableau III.4 :Les paramètres de la loi de GUMBEL.....	31
Tableau III.5 :Table de GUMBEL (Hydrolab) .....	32
Tableau III. 6 : résultat de la loi de Gumbel.....	34
Tableau III 7 : table de GALTON.....	35
Tableau III.8 : Les résultats de La loi de GALTON.....	37
Tableau IV.1 : Présentation des résultats d'analyses au point 1(expédition) : [3].....	43
Tableau IV.2 : Présentation des résultats d'analyses au point 2(filial) : [3].....	44
Tableau IV.3 : Les données pour chaque types : .....	49
Tableau IV.4 : Calcul des paramètres pour l'usine .....	50
Tableau IV.5 : Calcul des paramètres pour l'agglomération .....	50
Tableau IV.6 : Les résultats obtenus par le méthode superficielle : .....	53
Tableau IV.7 : Etat des regards :.....	56
Tableau IV.8 : Caractéristiques et état des tronçons de bassin.....	59
Tableau IV.9 : Evaluation des débits cumulés.....	61
Tableau IV.10 : Amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement de la cimenterie .....	63



Tableau V.1 : Calcul hydraulique .....	68
Tableau VI.1 : Estimation du cout de projet.....	74

## Liste des photos

Photo I .1: Bassin de rétention .....	10
Photo I .2: Des bouches d'égout .....	11
Photo II .1 : La vue du SCMI .....	19
Photo IV.1: Canalisation enterré.....	41
Photo IV.2: Caniveau couvert.....	42
Photo IV.3:Canalisation à ciel ouvert.....	42
Photo IV .4 : L'eau usée de l'agglomération .....	49
Photo IV.5: La station d'épuration (non opérationnelle) .....	54
Photo IV 6 : Point de rejet 1 .....	55
Photo IV.7 : Point de rejet 3 (abandonnée).....	55
Photo IV.8 : Point de rejet 2.....	55
Photo IV.9: Type de regard existé .....	57
Figure IV.10 : Bouchage de regard.....	57
Figure IV.11: Conduites en mauvais.....	57
Figure IV.12: Conduites en mauvais état.....	57
Photo IV.13: Types des avaloirs existés .....	58

## Liste des figures

Figure I .1 : Différentes origines des eaux usées .....	4
Figure I .2: Assainissement collectif .....	6
Figure I .3: Réseaux unitaire/séparatif.....	7
Figure I .4: Egout et collecteur.....	10
Figure I .5: Déversoir d'orage .....	12
Figure II .1: Carte de situation de Meftah .....	16
Figure II . 2 Carte géologique (sur relief, données topographiques SRTM-3)	16
Figure II .3: Carte hydrogéologique .....	17
Figure II .4 : Plan de circulation de la cimenterie de Meftah [3] .....	20
Figure II .5 : Localisation de SCMI.....	21
Figure III.1 : Courbe d'ajustement des données pluviométriques à la loi de GUMBEL(Hydrolab).....	33
Figure III.2 : Courbe d'ajustement des données pluviométriques à la loi de GALTON Hydrolab) .....	36
Figure V .1 : Organigramme assainissement.....	67

## ملخص

شبكة الصرف الصحي لمصنع الأسمنت بمفتاح هي شبكة موحدة تجمع مياه الصرف الصحي المنزلية ومياه الأمطار. الهدف من هذا العمل هو إجراء دراسة تشخيصية لشبكة الصرف الصحي للمصنع حسب أساليب وحسابات تم اكتسابها خلال المسار الجامعي. بعد حل المشاكل ، قمنا بعمل تقدير اقتصادي لتكلفة للمشروع

**الكلمات المفتاحية:** مفتاح, الصرف الصحي, الطريقة الصحية, التنظيف الذاتي

## Résumé

Le réseau d'assainissement de la cimenterie de Meftah est un réseau unitaire qui collecte les eaux usées domestiques et pluviales. Le présent travail a pour objectif de faire une étude diagnostic du réseau d'assainissement de l'usine selon des méthodes et des calculs acquis au cours de notre cursus universitaire .Après la résolution des problèmes on a fait une estimation économique du cout de projet

**Mots clés :** Meftah, Assainissement, Méthode superficielle, Autocurage

## Abstract

The sewerage network of the Meftah cement plant is a unitary network that collects domestic and rainwater wastewater. The objective of this work is to carry out a diagnostic study of the plant's sanitation network according to methods and calculations acquired during our university course, after solving the problems; we made an economic estimate of the project cost.

**Keywords :** Meftah, Sanitation, Superficial method, Self-cleaning

# Introduction générale

## **INTRODUCTION GENERALE :**

L'assainissement des agglomérations a pour but de collecter, traiter et évacuer les déchets liquides. Ces objectifs nécessitent un entretien efficace des systèmes de collecte et de traitement pour améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement.

L'assainissement est l'ensemble des techniques qui permettent l'évacuation par voies hydraulique des eaux usées et pluviales. On distingue trois catégories d'eaux usées, les eaux de précipitation, les eaux usées d'origine domestique, les eaux usées industrielles.

L'objectif de notre travail est de faire un diagnostic du réseau d'assainissement de l'industrie du ciment de Meftah, et l'étude de la problématique qui se pose ainsi que l'impact de ce réseau sur l'environnement et comment améliorer son fonctionnement pour éviter les problèmes rencontrés dans un réseau d'assainissement.

Le présent travail est composé des chapitres suivants :

Chapitre I : Généralités sur l'assainissement.

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.

Chapitre III : Etude hydrologique.

Chapitre IV : Evaluation des débits des eaux usées et pluviales.

Chapitre V : Calcul hydraulique.

Chapitre VI : Estimation du cout de projet.

Conclusion

# **Chapitre I**

## **Généralités sur**

### **l'assainissement**

## I. Introduction :

Quel que soit l'origine des eaux usées, elles sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leurs quantités et leurs compositions, et pour cela dans ce chapitre, nous allons définir les eaux usées, leurs origines, les différents types de réseaux ainsi que les critères de choix de tel système d'évacuation, les ouvrages d'un réseau, les pathologies et les techniques de réhabilitation et en fin l'évaluation des flux polluants.

### I.1. Définition:

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines).[1]

### I.2. L'assainissement des eaux usées :

#### I.2.1. Les catégories d'eaux usées :

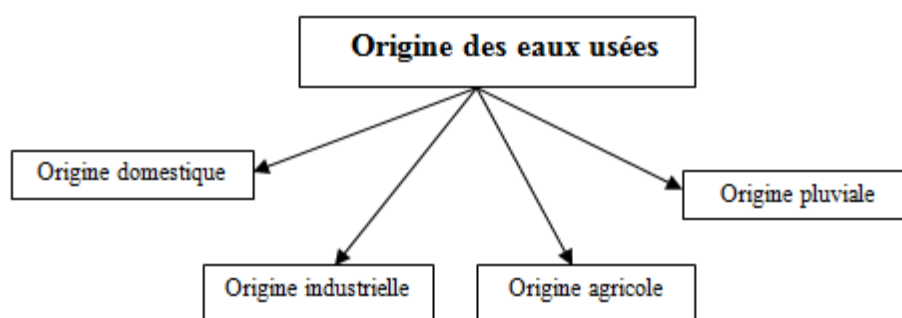


Figure I.1 : Différentes origines des eaux usées

#### I.2.1.1. Les eaux usées d'origine domestique :

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris



organiques, etc. et en eaux « vannes ». Il s'agit des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. [2]

#### **I.2.1.2. Les eaux d'origine industrielle**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles ne sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution. [2]

#### **I.2.1.3. Les eaux d'origine pluviale :**

Elles peuvent, elles aussi, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). [2]

#### **I.2.1.4. Les eaux d'origine agricole :**

Les eaux d'origine agricoles sont constituées essentiellement d'eaux de drainage des champs agricoles et de rejets de lavage des fermes d'élevage. Il s'agit d'un mélange de composés relativement biodégradable. Néanmoins, ces eaux sont parfois caractérisées par de fortes concentrations de pesticides et d'engrais artificiels. Les paramètres qui doivent être pris en considération sont l'azote nitrique, le phosphate et les substances organiques, matières hautement polluantes.[3]

### I.2.2. L'assainissement non collectif (individuel ou autonome) :

En zone d'habitat dispersé, des systèmes d'assainissement sont mis en place pour chaque habitation (assainissement individuel) ou pour un petit groupe d'habitations (assainissement autonome). Un zonage délimite les zones d'assainissement autonome. [2]

### I.2.3. L'assainissement collectif :

En zone urbaine ou d'habitats regroupés, les eaux usées, collectées dans un réseau d'assainissement sont traitées en station d'épuration.

Le réseau de collecte ou "égouts" a pour fonction de collecter les eaux usées et de les amener à la station d'épuration, via des collecteurs. Ce transport se fait le plus souvent par gravité, mais il peut aussi se faire par refoulement, mise sous pression ou sous dépression. [2]

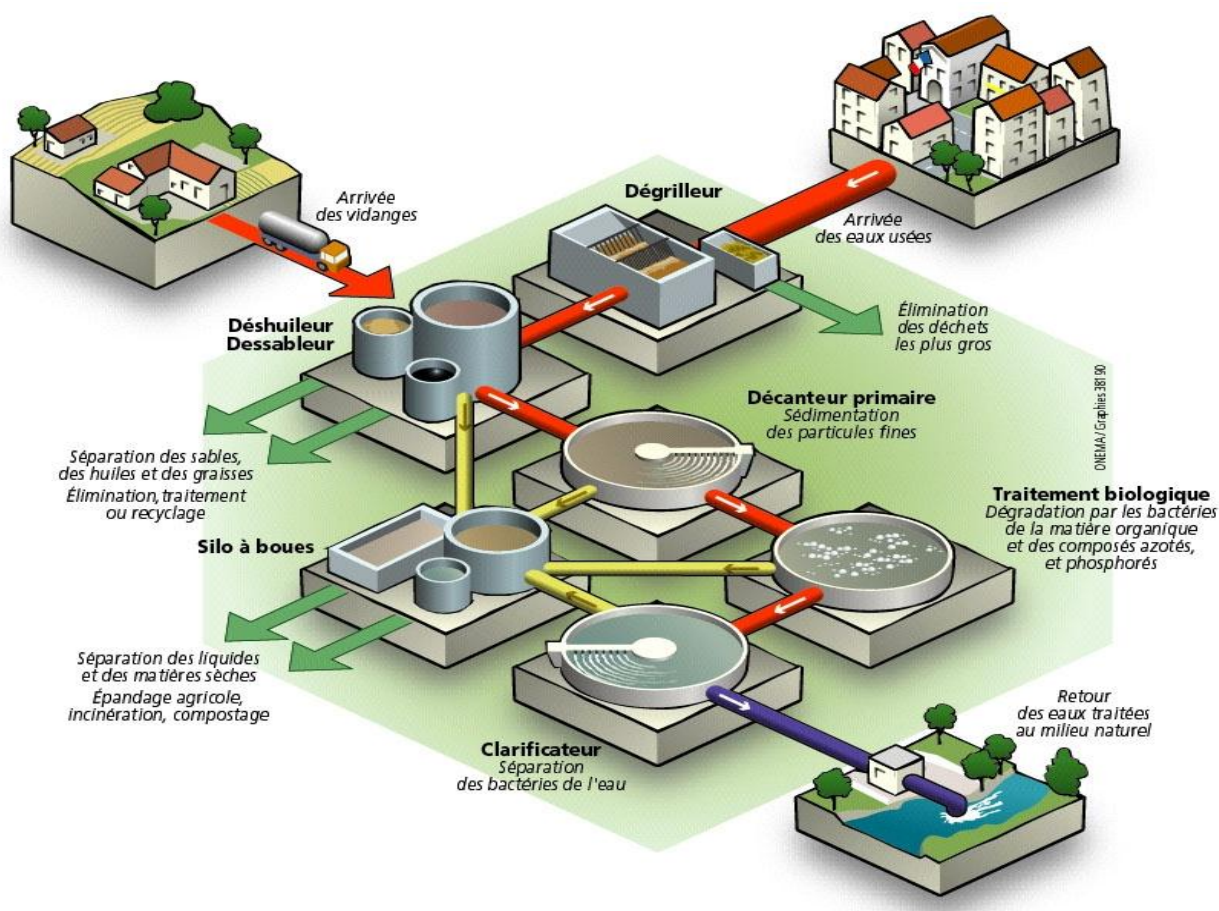


Figure I.2: Assainissement collectif

#### **I.2.4. Les réseaux unitaires :**

Dans les réseaux unitaires, eaux usées et eaux pluviales sont regroupées. Ce système est le plus ancien et il équipe la plupart des centres villes historiques. Il présente l'inconvénient de court-circuiter une partie de la charge polluante de la station d'épuration par temps de pluie. [2]

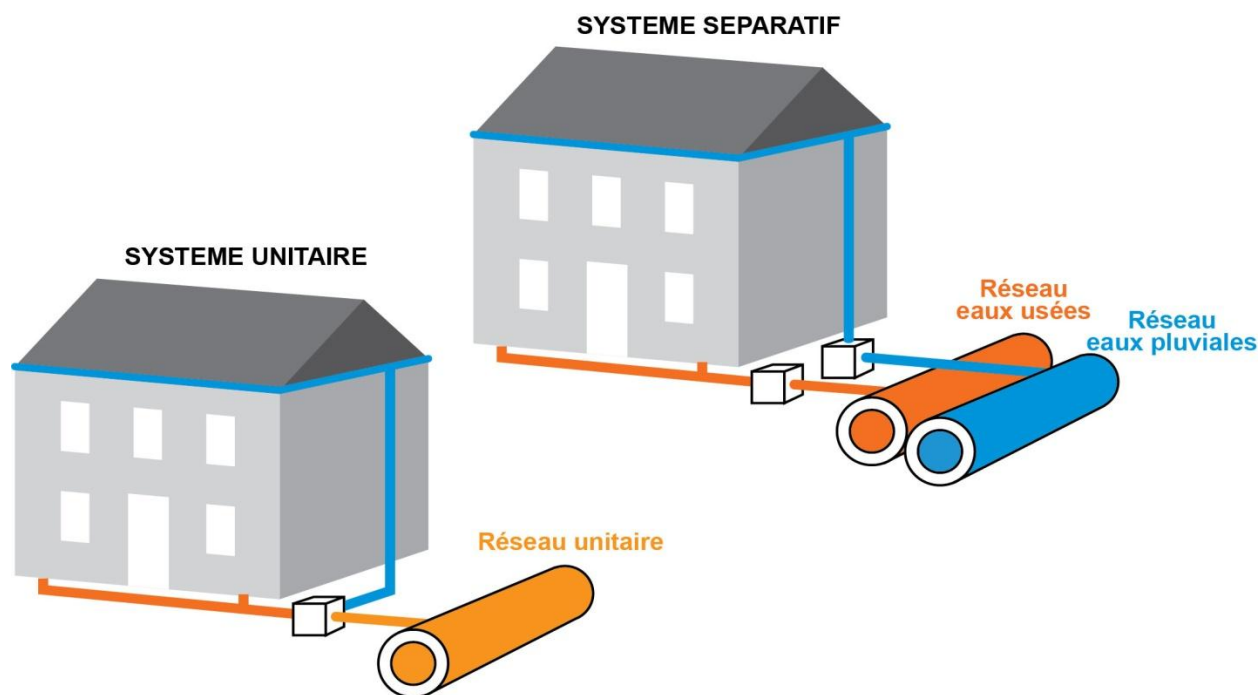


Figure I.3: Réseaux unitaire/séparatif

#### **I.2.5. Les réseaux séparatifs : eau pluvial et eau usée**

Le réseau séparatif permet de collecter séparément les eaux usées issues des utilisations domestiques de l'eau potable (WC, salle de bains, cuisine, buanderie, etc.), et les eaux pluviales (eaux de ruissellement et toitures, de surverse de mare, de drainage, etc.). La séparation des eaux est indispensable au bon fonctionnement du système car le réseau d'eaux usées est incapable de faire face aux débits pluviaux. [2]

#### **I.2.6. Les avantages et les inconvénients des différents systèmes :**

Chaque type de réseau représente des avantages et des inconvénients comme le présente le tableau ci-après :

Tableau I.1: Avantages et inconvénients des différents systèmes :[4]

<b>Système</b>	<b>Domaine d'utilisation</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Contraintes d'exploitation</b>
<b>Unitaire</b>	-milieu récepteur Eloigné des points de collecte - topographie à faible relief - débit d'étiage du cours d'eau récepteur important.	-conception simple -encombrement réduit du sous-sol -à priori économique - pas de risque d'inversion de branchement	- débit à la STEP très variable - la dilution des eaux usées est variable - apport de sable important à la station d'épuration ; - rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage.	- entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage - difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur
<b>Séparatif</b>	- petites et moyennes agglomérations ; - extension des villes - faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur.	- diminution des sections des collecteurs - exploitation plus facile de la STEP - meilleure nature préservé	- encombrement important du sous-sol - coût d'investissement élevé - risque important d'erreur de branchement.	- Surveillance accrue des branchements - entretien d'un Linéaire important de Collecteurs (eaux usées et pluviales)
<b>Pseudo séparatif</b>	-petits et moyennes agglomération. - présence d'un milieu récepteur proche.	- Le problème des faux branchements est éliminé. - Le plus gros des eaux pluviales étant acheminées en d'heure de la ville, ce qui nous donne des collecteurs traversant la ville de moindre dimension	le fonctionnement de la station d'épuration est perturbé, la charge polluante est variable en qualité et en quantité	- Entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage ; - Surveillance accrue des branchements.

**I.2.7. Choix du système d'assainissement :**

En général, le choix d'un système d'évacuation donné repose essentiellement sur les objectifs et les contraintes liés aux sites tels que : [5]

- ❖ Les données relatives au site: la topographie, la nature du sol... ;
- ❖ Les données pluviométriques;
- ❖ Les données relatives à la croissance démographique et au développement;
- ❖ Les données urbanistiques;
- ❖ Les données économiques et financières;

**I.3. Les ouvrages d'un réseau :****I.3.1. Séparateur d'hydrocarbures**

Système basé sur la séparation physique de liquides légers non solubles dans l'eau. Les eaux chargées d'hydrocarbures pénètrent dans l'appareil, où une paroi brise-jet les oblige à descendre, limitant les turbulences de surface. [2]

**I.3.2. Séparateur à graisse :**

Un séparateur à graisses est un appareil destiné à séparer et stocker les matières solides, les graisses et les huiles d'origine animale et végétale contenues dans les eaux ménagères. [2]

**I.3.3. Pompe de relevage et pompe de refoulement :**

La pompe de relevage des eaux usées est un dispositif qui sert à relever les eaux d'une certaine hauteur, dans le cas où celles-ci se situent à un niveau inférieur par rapport au réseau d'assainissement.

La pompe de refoulement des eaux sert à envoyer les eaux dans le réseau d'assainissement lorsque l'écoulement gravitaire est impossible d'un point à un autre. [2]

**I.3.4. Bassin de rétention ou d'infiltration :**

Un bassin de rétention des eaux pluviales est une zone de stockage des eaux pluviales, enterré ou à ciel ouvert.



En effet, il à pour but de limiter les apports conséquents d'eaux pluviales au réseau qui entrainerait la saturation des réseaux d'assainissement, le débordement des déversoirs d'orages et au final des chocs de pollutions vers le milieu naturel. [2]



Photo I.1: Bassin de rétention

### I.3.5. Collecteur

Tuyau servant à recueillir les eaux issues des propriétés ou de la voirie pour les véhiculer d'un point à un autre. [2]

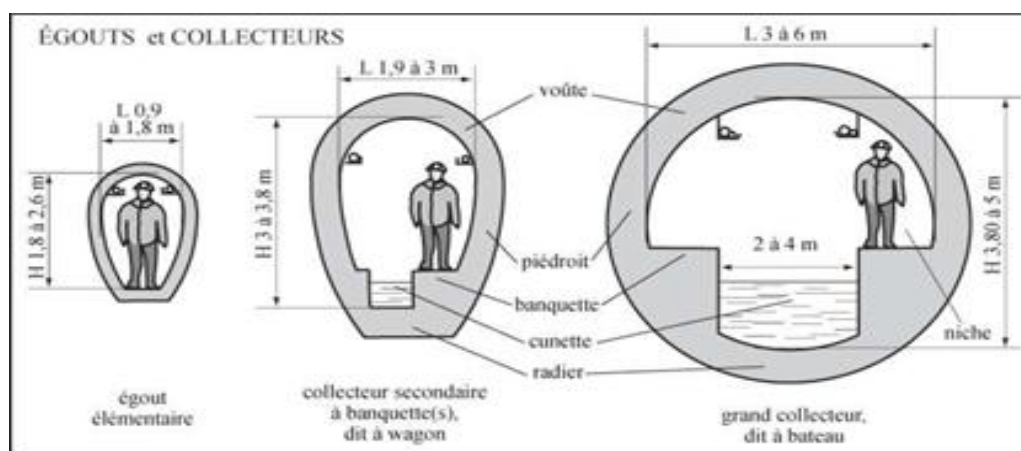


Figure I.4: Egout et collecteur

### **I.3.6. Boîte de branchement ou tabouret**

Il est constitué d'éléments préfabriqués en béton, ou tout autre matériau composite. Il fait la jonction entre la canalisation en provenance de l'habitation et l'antenne de branchement. C'est un point qui matérialise en limite de propriété le début du domaine public, et permet les interventions de contrôle et de débouchage. [2]

### **I.3.7. Regard de visite**

Ouvrage souvent en béton permettant le curage et la visite d'une canalisation. Il est placé à intervalles réguliers sur les sections droites ainsi qu'aux coudes et intersections. Sur les sections droites, les regards de visite seront placés tous les 50 m ou 70 m pour les réseaux EP et tous les 35 m pour les réseaux EU. [2]

### **I.3.8. Bouche d'égout**

Orifice ménagé à un point bas de la surface de la chaussée, pour recueillir et conduire les eaux vers un égout. [2]



Photo I.2: Des bouches d'égout

### **I.3.9. Déversoir d'orage**

Cet ouvrage interposé sur les réseaux de type unitaire est destiné évacuer, encas d'orage, le débit supplémentaire transitant dans le collecteur. Les eaux sont rejetées directement vers le milieu naturel, sans traitement, la dilution dans le milieu récepteur étant généralement importante. Le reste de l'effluent est dirigé vers la station d'épuration. [6]

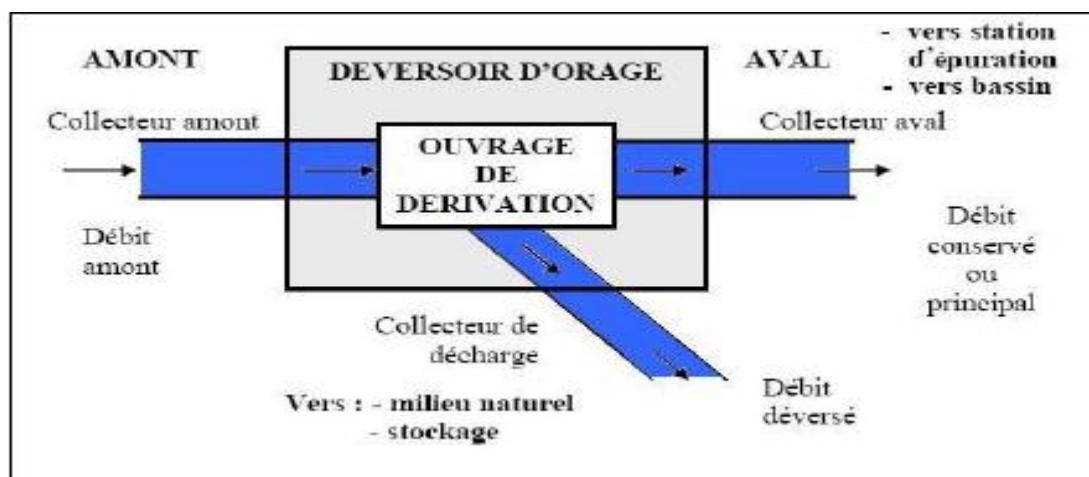


Figure I.5: Déversoir d'orage

#### **I.4. L'évaluation des flux polluants :**

Les calculs des flux d'eaux usées portent essentiellement sur l'estimation des quantités et de la qualité des rejets liquides provenant des habitations et lieux d'activités.

L'évolution de l'habitat et du mode de vie des usagers entraîne une quantité croissante des rejets, et surtout une variation des flux différente de celle que l'on connaissait.

En effet, l'augmentation du niveau de confort sanitaire, avec la généralisation des salles de bains, des machines à laver, lave-vaisselle,..., contribue à une plus grande consommation d'eau et par conséquent à des rejets toujours plus importants.

La variation des rejets dans le temps et dans l'espace est due d'une part au développement de la maison individuelle, de la résidence secondaire et estivale, auquel s'ajoutent d'autre part, les eaux résiduaires des établissements commerciaux et industriels diffus, dont les activités sont en croissante mutation. [7]

#### **I.5. Les caractéristiques des effluents :**

Les facteurs influant sur la nature des eaux sont nombreux. Les principaux sont : la topographie du site, l'occupation des sols, les activités, le climat, la fréquence des pluies, du nettoyage des rues, le trafic des véhicules,...



Les caractéristiques du réseau sont également déterminantes, qu'il s'agisse d'un réseau séparatif ou unitaire, avec bouches de décantation, panier sélectif,... interviennent aussi les conditions d'écoulements, d'autocurage, les modalités d'entretien,

- Les effluents sont caractérisés par les éléments constituants suivants :

- **Eau usées**

L'activité ménagère et les actions hygiéniques apportent les résidus suivants :

- Des sables provenant des lavages
- Des déchets végétaux et animaux (viande)
- Des graisses et des huiles, des détergents
- Des matières fécales
- Des produits hygiéniques (papier, cotons, plastiques...)
- Des produits chimiques
- Des objets de toute nature

L'activité industrielle apporte des résidus spécifiques à chaque reproduction, acceptables dans les réseaux, dans les conditions équivalentes à la nature des eaux domestiques.

- **Eau pluviales**

L'activité urbaine et le rinçage des sols apportent les résidus suivants :

- Des sables et graviers
- Des poussières, des feuilles mortes, des branches,...
- Du sel l'hiver
- Des huiles de vidanges, hydrocarbures, goudrons,...
- Des objets de toute nature et de taille variable [7]

# **Chapitre II**

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

## **II. Introduction :**

L'étude du milieu physique est nécessaire pour connaître toutes les caractéristiques de la zone d'étude et les facteurs qui influent sur la conception d'un projet d'assainissement. Parmi ces facteurs, nous citons : la connaissance de la géologie et la topographie du site qui nous permettrons de prendre les dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux.

Dans ce chapitre nous allons donner une présentation sur la commune de Meftah avec les principales spécificités de notre site d'étude

### **II.1. Présentation de la commune de Meftah :**

#### **II.1.1. Contexte géographique :**

La commune de Meftah se situe à l'extrême Est de la plaine de la Mitidja. Elle forme les limites orientales de la wilaya de Blida avec les wilayas de Boumerdès et Alger. Elle est érigée en chef-lieu de daïra lors du dernier découpage administratif de **1985**.

La commune de Meftah s'étend sur une superficie de **5212** ha. Elle compte une population de **64409** habitants (RGPH2008), répartis dans **08** centres urbains et quelques douars (hameau) de moindre importance.

Elle est limitée administrativement par :

- La wilaya d'Alger au Nord.
- Les communes de Djebabra et Souhane au Sud.
- La wilaya de Boumerdès à l'Est.
- La commune de l'Arbaa à l'Ouest. [9]



Figure II .1: Carte de situation de Meftah

**II.1.2. La géologie :**

Dans la région de Meftah, nous assistons à l’affleurement des terrains du quaternaire représenté par des alluvions récentes et les alluvions anciennes qui affleurent. [10]

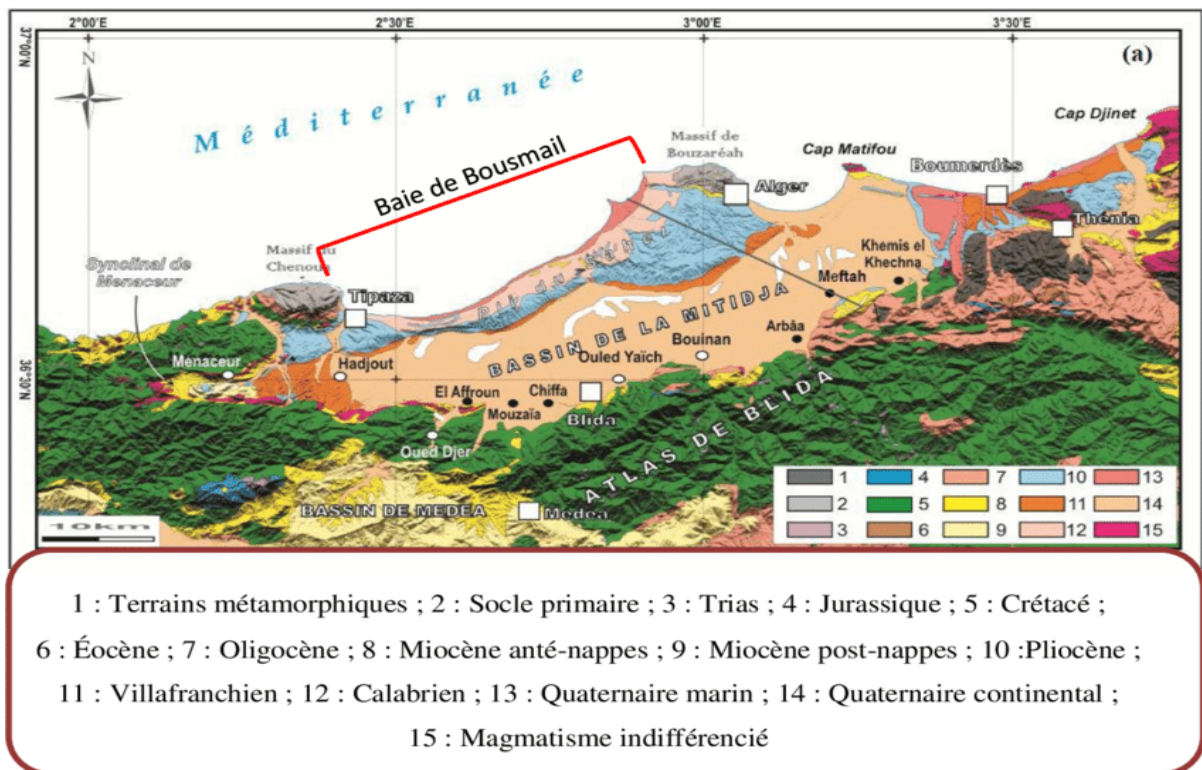


Figure II . 2 Carte géologique (sur relief, données topographiques SRTM-3)



### II.1.3. Hydrogéologie :

Le niveau hydrostatique se trouve en dessous de l'exploitation, par conséquent, il ne cause pas de problèmes d'inondations, et en plus les calcaires massifs formant la région sont toujours très fissurés en affleurement, donc ils sont perméables et constituent ainsi un terrain favorable à la circulation des eaux souterraines les formations souterraines situées à proximité du site de la cimenterie de Meftah, sont constituées principalement de calcaire impur et d'argile renfermant des lentilles de calcaire à haute teneur de carbonate de calcium et dont l'exploitation industrielle et les dépôts exploitables de calcaire et d'argile ont été déterminés et évalués par la firme WATTS GRIFFIS et Mc OUAT LIMITED, firme Canadienne spécialisée dans les recherches.[8]

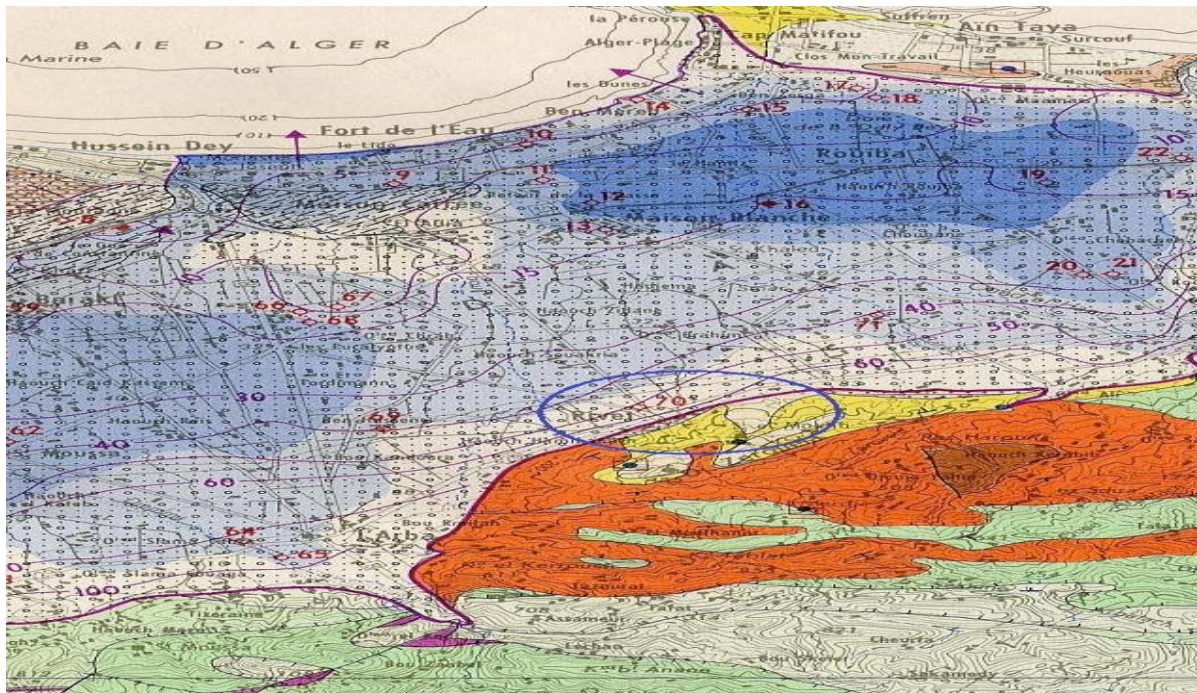


Figure II .3: Carte hydrogéologique [2]

### II.1.4. Ressources en eau :

Les eaux souterraines sont la seule ressource en eau de Meftah. L'approvisionnement en eau potable de la commune de Meftah est assuré à partir de douze forages situés au centre de la commune fournissant un débit de **162 l/s**. [9]

### **II.1.5. La climatologie :**

La Mitidja subit une double influence de la mer et de la montagne, donc le climat a des particularités continentales, caractérisé par une irrégularité pluviométrique annuelle et interannuelle.

La commune de **MEFTAH**, par sa situation géographique, jouit d'un climat méditerranéen. Avec quelques nuances continentales, le caractère principal de ce climat est l'alternance d'une saison chaude sèche s'étalant du mois d'avril au mois de septembre, suivi d'une saison froide et humide d'octobre en mars [10].

- **Pluviométrie :**

- Le régime pluviométrique est représenté par une double irrégularité annuelle et interannuelle, les précipitations les plus importantes s'étalent sur trois mois (Décembre, Janvier, Février).

D'après les données de l'ANRH, la valeur des pluies précipitées sur la région varie entre **500 à 1000mm**. [10]

- **La température :**

Le climat de Meftah est assez frais quoiqu'il présente des températures assez élevées pendant la saison estivale, la moyenne des températures du mois d'Août, le plus chaud est de **37°C** tandis que le mois de janvier est le plus froid, la température est de **11°C**. [10]

- **Tableau II.1 : Variation de climat : [10]**

Années	Paramètres	La moyenne
2000-2010	Pluviométrie	60.25 (mm)
	Evaporation	113.11 (mm)
	Température	18.14 (°C)

### **II.2. Présentation de la société :**

La SCMI (Société des Ciments de la Mitidja) est une entreprise algérienne filiale du groupe GICA, spécialisée dans la fabrication de ciment. Le réseau national de la SCMI lui permet de fournir ses produits sur tout le territoire. Son procédé de fabrication spécifique procure à son ciment une

excellente qualité respectant les normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement.

- **Principaux constructeurs:**
  - KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD (KHI).
  - FIVES CAIL BABCOCK (F.C.B). [11]



Photo II.1 : La vue du SCMI

- **Raison Sociale** : Société des Ciments de la Mitidja par Abréviation S.C.M.I.
- **Activités** : production et commercialisation des ciments ordinaires, spéciaux et tous autres matériaux de construction.
- **Forme Juridique** : Société Par Actions (S.P.A.)
- **Capital Social** : 1 400 000 000DA, détenu à 65% par le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (G.I.C.A.) et à 35% par le Groupe LAFARGE Financière.
- **Effectif au 2020** : 490 employés.
- **Superficie de l'usine** : 429601 m<sup>2</sup> =43 hect. , dont :
  - Chaîne de fabrication : 40327 m<sup>2</sup>
  - Bâtiment administratif : 620 m<sup>2</sup>



- Magasin : **1450 m<sup>2</sup>**
- Bâtiments sociaux : **1400 m<sup>2</sup>**

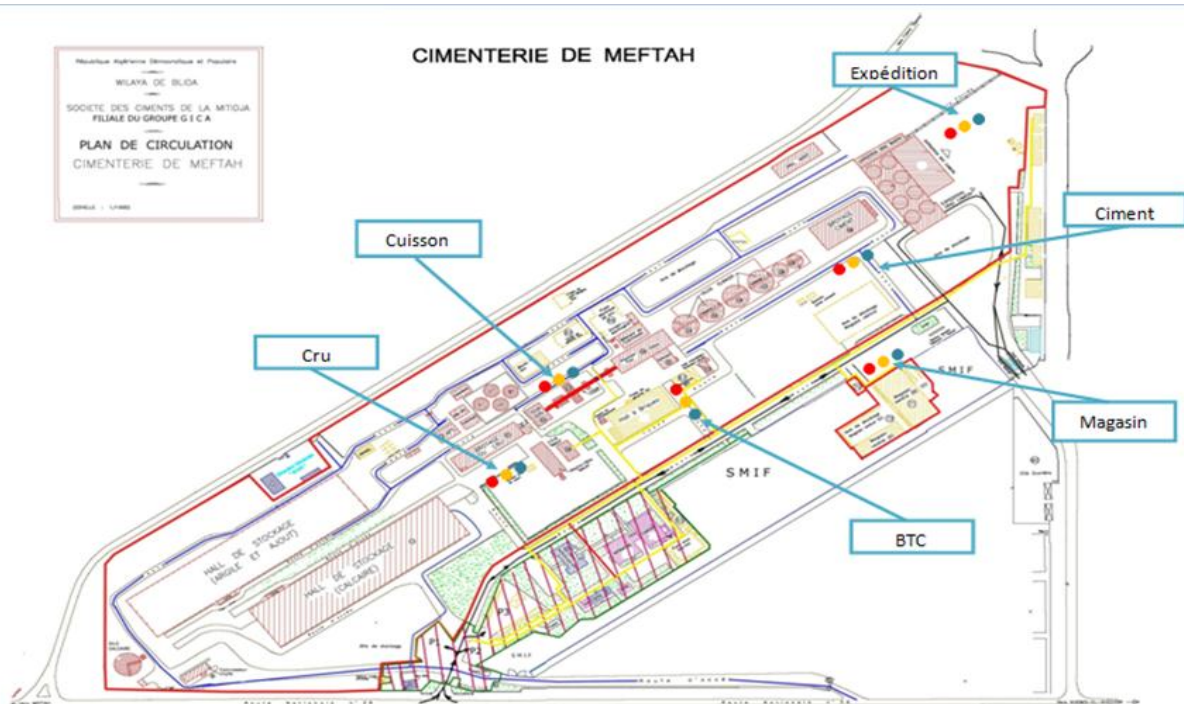


Figure II.4 : Plan de circulation de la cimenterie de Meftah [11]

- **Date d'entrée en partenariat avec le Groupe LafargeHolcim : Septembre 2008.** [11]

### **II.2.1. Historique :**

La cimenterie est implantée dans la commune de Meftah, daïra de Meftah, Wilaya de Blida. L'usine est située à **60 m** au-dessous du niveau de la mer, la carrière à **150 m**. Le projet s'est inscrit dans le cadre du plan quadriennal **1970-1973**, il a été individualisé par décision n° **71-20 DI** du **10 mars 1971**, la formule de réalisation retenue est celle du lot par lot, par l'ingénieur conseil canadien Surveyer Nenninger et Chenevert (S.N.C). Date de mise en service:

- **31 janvier 1975** : démarrage de l'atelier cru.
- **06 mai 1975**: allumage du four.
- **01 septembre 1975** : production de ciment.
- Commercialisation du ciment : **06 novembre 1975.** [11]



## II.2.2. Localisation :



Figure II .5 : Localisation de SCMI

La Cimenterie de Meftah est localisée à proximité de la route nationale n°29, Reliant la commune de Meftah à celle de Khemis-El-Khechna.

Elle est implantée dans la commune de Meftah, Daïra de Meftah, Wilaya de Blida.

Elle est située à 27km au sud d'Alger. Elle est à une **dizaine** de kilomètres de la gare d'Oued Smar et à une **quinzaine** de kilomètres de l'aéroport international d'Alger. [11]

## II.2.3. Infrastructures :

- **Eau :**

D'un débit de 16 à 20 l/s

L'alimentation assurée par quatre forages d'un débit de 16 à 20 l/s chacun.

- Deux à l'intérieur de l'usine.
- Deux à Hnaichia (à environ 3Km).

La consommation journalière pour le processus est d'environ **25m<sup>3</sup>/H** soit **600m<sup>3</sup>/Jour**. [11]

➤ **La consommation d'eau se fait pour :**

\* Lavage des matériaux.

\* Abattement des poussières (l'arrosage des pistes ne se fait pas régulièrement, elle est faite en cas de nécessité avec une citerne de 9000 litres de capacité, elle fait en générale **02 à 03** rotations/jour ce qui fait une quantité de **18000 (l)** à **24000 (l)** par jours.

\* Lavage des engins et des installations. [11]

• **Energie :**

➤ Electricité :

L'alimentation en énergie électrique est assurée par deux lignes de **60KV** et de puissance de **25 000KVA**, l'une venant de l'Arbaa et l'autre d'Alger est.

La tension de sortie est de **5.5 KV**.

➤ Gaz :

- Alimentée par station SONELGAZ.
- Pression d'arrivée gaz de **5 bars**. [11]

**Conclusion :**

Ce chapitre nous a permis de faire une étude sur la zone de Meftah en point de vue, géographique, démographique, climatique, ainsi qu'une étude sur la société des ciments de la Mitidja (SCMI).

# Chapitre III

## Etude hydrologique

**III. Introduction :**

Le réseau d'assainissement doit pouvoir évacuer aussi bien les eaux usées domestiques que pluviales, il est important de connaître les quantités d'une manière assez rigoureuse. Si les eaux usées découlent directement de la quantité consommée, les eaux pluviales ne sont connues qu'après avoir fait une étude hydrologique appropriée qui permettra d'estimer les débits de ruissellement.

**III.1 Etude des précipitations :**

L'étude des précipitations en assainissement a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour une période

Pour notre travail, on dispose d'une série pluviométrique de la station de LARBAA, c'est la station la plus proche de notre site, donc c'est avec elle qu'on fera notre étude hydrologique.

La station de LARBAA a le code **021403** et les coordonnées Lambert suivantes :

**X : 541.15 Km**

**Y : 362.95 Km**

**Z : 100 Km**

La série pluviométrique est la suivante :

**Tableau III. 1 : Pluies journalières maximales annuelles**

Années	Pj max (mm)	Années	Pj max (mm)	Années	Pj max (mm)
1974	35,6	1989	25	2004	62
1975	59,5	1990	30	2005	39
1976	22,5	1991	80	2006	76,8
1977	70	1992	73	2007	47,6
1978	48,5	1993	128	2008	40
1979	68	1994	80	2009	56
1980	76,1	1995	72	2010	62
1981	40,5	1996	44	2011	38,5
1982	37,5	1997	53	2012	86,3
1983	55,5	1998	55	2013	60,3
1984	84	1999	42,8	2014	43,7
1985	91	2000	37	2015	51,4
1986	101,5	2001	29,6	2016	52,9
1987	42	2002	70,5	2017	49,1
1988	55,5	2003	43,8	2018	66,3

Ce tableau représente la série de données qui comporte les précipitations mensuelles et maximales journalières pour **45** années d'observation (**1974-2018**). Ces données ont été fournies par l'A.N.R.H

### **III.2 Vérification de l'homogénéité de la série pluviométrique :**

Pour vérifier l'homogénéité des données observées on a utilisé le teste de **WILCOXON**

- **Test de WILCOXON :**

-Test non paramétrique.

- Consiste à comparer deux moyennes.

- On testera les hypothèses :  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

- La statistique du test de Wilcoxon ( $W$ ) est la somme des rangs ( $R_i$ ) du premier sous-échantillon:

$$W = \sum_{i=1}^{n_1} R_i$$

Étapes de mise en application du test de Wilcoxon:

1. On classe les valeurs des  $n$  observations ( $n_1+n_2$ ) des deux sous-échantillons par ordre croissant,
2. On attribue un numéro d'ordre (**rang r**) pour chaque valeur classée (si deux observations présentent la même valeur, on ajoute **0,5** au rang de chacune),
3. on calcule la somme des rangs des valeurs du premier échantillon.
4. La table des seuils de la loi de Wilcoxon, fournit, pour  $n_1$  et  $n_2$  la valeur critique minimale ( $W_{min}$ ).
5. On calcule  $W_{max} = n_1 (n_1+n_2 + 1) - W_{min}$
6. L'hypothèse  $H_0$  est acceptée pour un seuil  $\alpha$  si:  $W_{min} \leq W \leq W_{max}$

Dans le tableau ci-dessous on a appliqué la loi de **WILCOXON** sur la série pluviométrique pour vérifier l'homogénéité des données observées.

Avec :

$$n_1 = 20$$

$$n_2 = 25$$

## hydrologique

Tableau III. 2 : Application du test de **WILCOXON** sur la série pluviométrique de la station de **LARBAA**

Années	Pj max (mm)	En	Années	Pjmax (mm) par ordre croissant	Rang	Origine
1974	35,6	<b>E1</b>	1976	22,5	<b>1</b>	E1
1975	59,5	<b>E1</b>	1989	25	<b>2</b>	
1976	22,5	<b>E1</b>	2001	29,6	<b>3</b>	
1977	70	<b>E1</b>	1990	30	<b>4</b>	E1
1978	48,5	<b>E1</b>	1974	35,6	<b>5</b>	E1
1979	68	<b>E1</b>	2000	37	<b>6</b>	
1980	76,1	<b>E1</b>	1982	37,5	<b>7</b>	E1
1981	40,5	<b>E1</b>	2011	38,5	<b>8</b>	
1982	37,5	<b>E1</b>	2005	39	<b>9</b>	
1983	55,5	<b>E1</b>	2008	40	<b>10</b>	
1984	84	<b>E1</b>	1981	40,5	<b>11</b>	E1
1985	91	<b>E1</b>	1987	42	<b>12</b>	E1
1986	101,5	<b>E1</b>	1999	42,8	<b>13</b>	
1987	42	<b>E1</b>	2014	43,7	<b>14</b>	
1988	55,5	<b>E1</b>	2003	43,8	<b>15</b>	
1989	25	<b>E1</b>	1996	44	<b>16</b>	
1990	30	<b>E1</b>	2007	47,6	<b>17</b>	
1991	80	<b>E1</b>	1978	48,5	<b>18</b>	E1
1992	73	<b>E1</b>	2017	49,1	<b>19</b>	
1993	128	<b>E2</b>	2015	51,4	<b>20</b>	
1994	80	<b>E2</b>	2016	52,9	<b>21</b>	
1995	72	<b>E2</b>	1997	53	<b>22</b>	
1996	44	<b>E2</b>	1998	55	<b>23</b>	
1997	53	<b>E2</b>	1983	<b>55,5</b>	<b>24,5</b>	E1
1998	55	<b>E2</b>	1988	<b>55,5</b>	<b>25,5</b>	E1
1999	42,8	<b>E2</b>	2009	56	<b>26</b>	
2000	37	<b>E2</b>	1975	59,5	<b>27</b>	E1
2001	29,6	<b>E2</b>	2013	60,3	<b>28</b>	
2002	70,5	<b>E2</b>	2004	<b>62</b>	<b>29,5</b>	
2003	43,8	<b>E2</b>	2010	<b>62</b>	<b>30,5</b>	
2004	62	<b>E2</b>	2018	66,3	<b>31</b>	
2005	39	<b>E2</b>	1979	68	<b>32</b>	E1
2006	76,8	<b>E2</b>	1977	70	<b>33</b>	E1
2007	47,6	<b>E2</b>	2002	70,5	<b>34</b>	

## hydrologique

2008	40	<b>E2</b>	1995	72	<b>35</b>	
2009	56	<b>E2</b>	1992	73	<b>36</b>	E1
2010	62	<b>E2</b>	1980	76,1	<b>37</b>	E1
2011	38,5	<b>E2</b>	2006	76,8	<b>38</b>	
2012	86,3	<b>E2</b>	1991	<b>80</b>	<b>39,5</b>	E1
2013	60,3	<b>E2</b>	1994	<b>80</b>	<b>40,5</b>	E1
2014	43,7	<b>E2</b>	1984	84	<b>41</b>	E1
2015	51,4	<b>E2</b>	2012	86,3	<b>42</b>	
2016	52,9	<b>E2</b>	1985	91	<b>43</b>	E1
2017	49,1	<b>E2</b>	1986	101,5	<b>44</b>	E1
2018	66,3	<b>E2</b>	1993	128	<b>45</b>	E1

$$W_{obs} = \sum_{i=1}^{n_1=20} rang(E1) = 598.6$$

- D'après le tableau III.2 :  $W_{obs} = 598.6$
- Et d'après la table des seuils de la loi de WILCOXON on a :  $W_{min} = 488,9$
- $W_{max} = 661.1$

Donc on a :  $W_{min} \leq W_{obs} < W_{max}$

### Conclusion :

D'après le test de WILCOXON la série pluviométrique de la station de LARBAA est homogène.

### III.3 Estimation des paramètres de la série pluviométriques :

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à calculer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations mensuelles et maximales journalières, de **45ans**.

Son objectif est de condenser l'information disponible sous une forme simple et claire afin d'interpréter le comportement du phénomène observé.

Ces caractéristiques sont définies comme suit :

- **La somme** : des précipitations maximales journalières durant **45** ans d'observations :



$$\sum_{i=1}^{N=45} P_{j \max} = 2583 \text{ mm}$$

- **La moyenne** : des précipitations maximales journalières :

$$\overline{P_{j \max}} = \frac{\sum_{i=1}^{N=45} P_{j \max}}{n} = 57,4 \text{ mm}$$

- **L'écart type**  $\sigma_{P_{j \max}}$  :

$$\sigma_{P_{j \max}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N=45} (P_{j \max} - \overline{P_{j \max}})^2}{N-1}} = 21,37 \text{ mm}$$

- **Le coefficient de variation**  $C_v$  :

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{j \max}}}{\overline{P_{j \max}}} = 0,37$$

Tableau III. 3 : Caractéristiques de la série pluviométrique 1974-2018

Désignation	Valeur
$\overline{P_{j \max}}$	57.4 mm
$\sigma_{P_{j \max}}$	21.37 mm
$C_v$	0.37

#### III.4 Ajustement de la série pluviométrique :

En Algérie les régimes pluviométriques sont irréguliers d'où les deux lois les plus utilisées sont celle de **Gumbel** et de **Galton**, car elles donnent des résultats corrects et fiables.[13]

**III.4.1 Ajustement par la loi de GUMBEL :**

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est :

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

Tel que :

$$y = \alpha(X - X_0)$$

$$F(x) = f(y)$$

$F(x)$  : Fréquence au dépassement de la valeur de X

Avec :

$y$  : Variable réduite de GUMBEL

$X$  : Précipitation maximale journalière (mm)

$X_0$  : Paramètre de position (mode).

$\alpha$  : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif

**a) Procédé d'ajustement**

Les étapes d'ajustement à la loi de GUMBEL sont :

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

$$F(x) = \frac{m - 0,5}{n}$$

Avec :

$m$  : Rang de précipitation (1.2.3.4.....45) à par t i r de la série pluviométrique

$n$  : Nombre d'observations  $n=45$

- Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon.
- Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y_i = -\ln(\ln(F(x)))$$

- Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.
- Calculer le coefficient de corrélation.
- Entre les valeurs observées et la variable de GUMBEL.

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

La droite de GUMBEL est donnée par la formule

$$X = \frac{1}{\alpha} Y + X_0$$

Avec :

$$\frac{1}{\alpha} = 0,78\sigma$$

$$X_0 = \bar{X} - 0,577\sigma$$

Le tableau suivant représente les paramètres de la loi de GUMBEL :

Tableau III. 4 :Les paramètres de la loi de GUMBEL

$\bar{X}$	$\frac{1}{\alpha}$	$\sigma$	$X_0$
57,4	16.48	21.37	47,90

Pour effectuer l'ajustement par la loi de GUMBEL on va utiliser **HYDROLAB** pour obtenir un résultat fiable et précis. Les résultats obtenus sont dans le tableau suivant :

## hydrologique

Tableau III. 5 :Table de GUMBEL (Hydrolab)

Observations classées	Mode=47.90 Gradex=16.48		Fréquence expérimentale	Variable réduite	Taille n=45 Nb au départ(7)		I.C. à (en%)=95 U Gauss=1.960	
	Valeurs classées	Ordre de classement			Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
1976	22.50	1	0.0111	-1.504	22.50	23.11	10.89	30.49
1989	25	2	0.0333	-1.224	25.00	27.73	17.20	34.36
2001	29.6	3	0.0556	-1.061	29.60	30.41	20.81	36.67
1990	30	4	0.0778	-0.938	30.00	32.45	23.52	38.46
1974	35.6	5	0.1000	-0.834	35.60	34.16	25.76	39.99
2000	37	6	0.1222	-0.743	37.00	35.66	27.71	41.36
1982	37.5	7	0.1444	-0.660	37.50	37.02	29.45	42.63
2011	38.5	8	0.1667	-0.583	38.50	38.29	31.05	43.83
2005	39	9	0.1889	-0.511	39.00	39.48	32.53	44.98
2008	40	10	0.2111	-0.442	40.00	40.62	33.93	46.10
1981	40.5	11	0.2333	-0.375	40.50	41.72	35.25	47.19
1987	42	12	0.2556	-0.311	42.00	42.78	36.52	48.28
1999	42.8	13	0.2778	-0.248	42.80	43.82	37.73	49.36
2014	43.7	14	0.3000	-0.186	43.70	44.84	38.90	50.44
2003	43.8	15	0.3222	-0.124	43.80	45.85	40.04	51.53
1996	44	16	0.3444	-0.064	44.00	46.85	41.15	52.63
2007	47.6	17	0.3667	-0.003	47.60	47.85	42.23	53.74
1978	48.5	18	0.3889	0.057	48.50	48.84	43.30	54.88
2017	49.1	19	0.4111	0.118	49.10	49.84	44.34	56.03
2015	51.4	20	0.4333	0.179	51.40	50.85	45.38	57.22
2016	52.9	21	0.4556	0.240	52.90	51.86	46.41	58.43
1997	53	22	0.4778	0.303	53.00	52.89	47.43	59.68
1998	55	23	0.5000	0.367	55.00	53.94	48.46	60.97
1983	55.5	24	0.5222	0.431	55.50	55.01	49.48	62.30
1988	55.5	25	0.5444	0.498	55.50	56.10	50.51	63.68
2009	56	26	0.5667	0.566	56.00	57.22	51.56	65.11
1975	59.5	27	0.5889	0.636	59.50	58.38	52.62	66.61
2013	60.3	28	0.6111	0.708	60.30	59.57	53.70	68.16
2004	62	29	0.6333	0.784	62.00	60.81	54.80	69.80
2010	62	30	0.6556	0.862	62.00	62.11	55.94	71.51

hydrologique

2018	66.3	31	0.6778	0.944	66.30	63.46	57.12	73.33
1979	68	32	0.7000	1.031	68.00	64.89	58.35	75.25
1977	70	33	0.7222	1.123	70.00	66.40	59.63	77.30
2002	70.5	34	0.7444	1.220	70.50	68.01	60.99	79.50
1995	72	35	0.7667	1.325	72.00	69.74	62.43	81.88
1992	73	36	0.7889	1.439	73.00	71.62	63.99	84.47
1980	76.1	37	0.8111	1.564	76.10	73.67	65.67	87.31
2006	76.8	38	0.8333	1.702	76.80	75.95	67.52	90.49
1991	80	39	0.8556	1.858	80.00	78.52	69.60	94.09
1994	80	40	0.8778	2.037	80.00	81.48	71.97	98.25
1984	84	41	0.9000	2.250	84.00	84.99	74.76	103.20
2012	86.3	42	0.9222	2.514	86.30	89.33	78.20	109.34
1985	91	43	0.9444	2.862	91.00	95.06	82.71	117.50
1986	101.5	44	0.9667	3.384	101.50	103.67	89.44	129.78
1993	128	45	0.9889	4.494	128.00	121.96	103.63	155.96

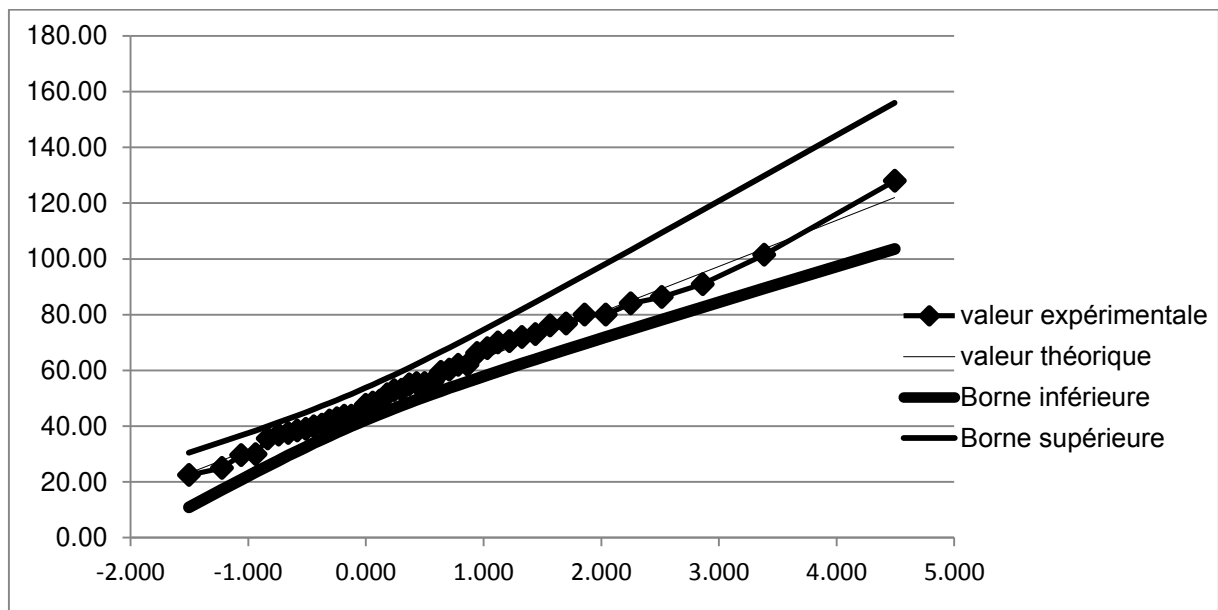


Figure III.1 : Courbe d'ajustement des données pluviométriques à la loi de GUMBEL(Hydrolab)

Pour une période de retour T (an) :

-On a :  $FND = 1 - \frac{1}{T}$

;-On fait entrer la fréquence dans le tableau suivant pour avoir la pluie journalière max de la période de retour adéquate. (On prend exemple T = 10 ans et FND = 0.9). On obtient :

**PJmax = 84.99 mm**

Tableau III. 6 : résultat de la loi de Gumbel

période de retour	Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
10	0.9	2.250	84.99	74.76	103.20

### III.4.2 Ajustement par la loi de GALTON :

Le tableau suivant représente les paramètres de la loi de GALTON :

$\bar{X}$	$\delta$
3.98	0.37

Pour effectuer l'ajustement par la loi de GALTON on va utiliser HYDROLAB pour obtenir un résultat fiable et précis. Les résultats obtenus sont dans le tableau suivant:

Tableau III 7 : table de GALTON

Moyenne de $\ln(x-x_0) = 3.98$		Seuil $x_0=0$		Taille $n=45$			I.C. à (en%)=95	
Ecart-type de $\ln(x-x_0)=0.37$		Nb au départ (4)		Variable	Valeur	Valeur	Borne	Borne
Observations classées	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	réduite	expérimentale	théorique	inférieure	supérieure
1976	3.11	1	0.0111	-2.287	3.11	23.02	17.88	27.49
1989	3.22	2	0.0333	-1.834	3.22	27.23	21.95	31.79
2001	3.39	3	0.0556	-1.593	3.39	29.77	24.45	34.38
1990	3.40	4	0.0778	-1.420	3.40	31.74	26.41	36.40
1974	3.57	5	0.1000	-1.282	3.57	33.41	28.08	38.11
2000	3.61	6	0.1222	-1.164	3.61	34.90	29.57	39.64
1982	3.62	7	0.1444	-1.061	3.62	36.27	30.94	41.05
2011	3.65	8	0.1667	-0.967	3.65	37.54	32.21	42.37
2005	3.66	9	0.1889	-0.882	3.66	38.75	33.42	43.64
2008	3.69	10	0.2111	-0.803	3.69	39.91	34.58	44.85
1981	3.70	11	0.2333	-0.728	3.70	41.03	35.69	46.04
1987	3.74	12	0.2556	-0.657	3.74	42.12	36.78	47.20
1999	3.76	13	0.2778	-0.589	3.76	43.19	37.84	48.35
2014	3.78	14	0.3000	-0.524	3.78	44.24	38.87	49.49
2003	3.78	15	0.3222	-0.461	3.78	45.29	39.90	50.62
1996	3.78	16	0.3444	-0.400	3.78	46.32	40.91	51.76
2007	3.86	17	0.3667	-0.341	3.86	47.36	41.92	52.91
1978	3.88	18	0.3889	-0.282	3.88	48.40	42.92	54.06
2017	3.89	19	0.4111	-0.225	3.89	49.44	43.93	55.24
2015	3.94	20	0.4333	-0.168	3.94	50.49	44.93	56.43
2016	3.97	21	0.4556	-0.112	3.97	51.56	45.94	57.65
1997	3.97	22	0.4778	-0.056	3.97	52.64	46.96	58.89
1998	4.01	23	0.5000	0.000	4.01	53.74	47.99	60.17
1983	4.02	24	0.5222	0.056	4.02	54.86	49.03	61.49
1988	4.02	25	0.5444	0.112	4.02	56.01	50.09	62.85
2009	4.03	26	0.5667	0.168	4.03	57.19	51.17	64.27
1975	4.09	27	0.5889	0.225	4.09	58.40	52.28	65.74
2013	4.10	28	0.6111	0.282	4.10	59.66	53.41	67.27
2004	4.13	29	0.6333	0.341	4.13	60.97	54.58	68.88
2010	4.13	30	0.6556	0.400	4.13	62.33	55.79	70.58
2018	4.19	31	0.6778	0.461	4.19	63.76	57.04	72.37
1979	4.22	32	0.7000	0.524	4.22	65.27	58.35	74.28
1977	4.25	33	0.7222	0.589	4.25	66.86	59.73	76.32
2002	4.26	34	0.7444	0.657	4.26	68.56	61.18	78.52

hydrologique

1995	4.28	35	0.7667	0.728	4.28	70.38	62.72	80.90
1992	4.29	36	0.7889	0.803	4.29	72.36	64.38	83.51
1980	4.33	37	0.8111	0.882	4.33	74.52	66.17	86.40
2006	4.34	38	0.8333	0.967	4.34	76.92	68.15	89.64
1991	4.38	39	0.8556	1.061	4.38	79.62	70.34	93.34
1994	4.38	40	0.8778	1.164	4.38	82.73	72.84	97.65
1984	4.43	41	0.9000	1.282	4.43	86.42	75.77	102.83
2012	4.46	42	0.9222	1.420	4.46	90.97	79.34	109.33
1985	4.51	43	0.9444	1.593	4.51	97.00	83.98	118.10
1986	4.62	44	0.9667	1.834	4.62	106.05	90.83	131.57
1993	4.85	45	0.9889	2.287	4.85	125.43	105.05	161.52

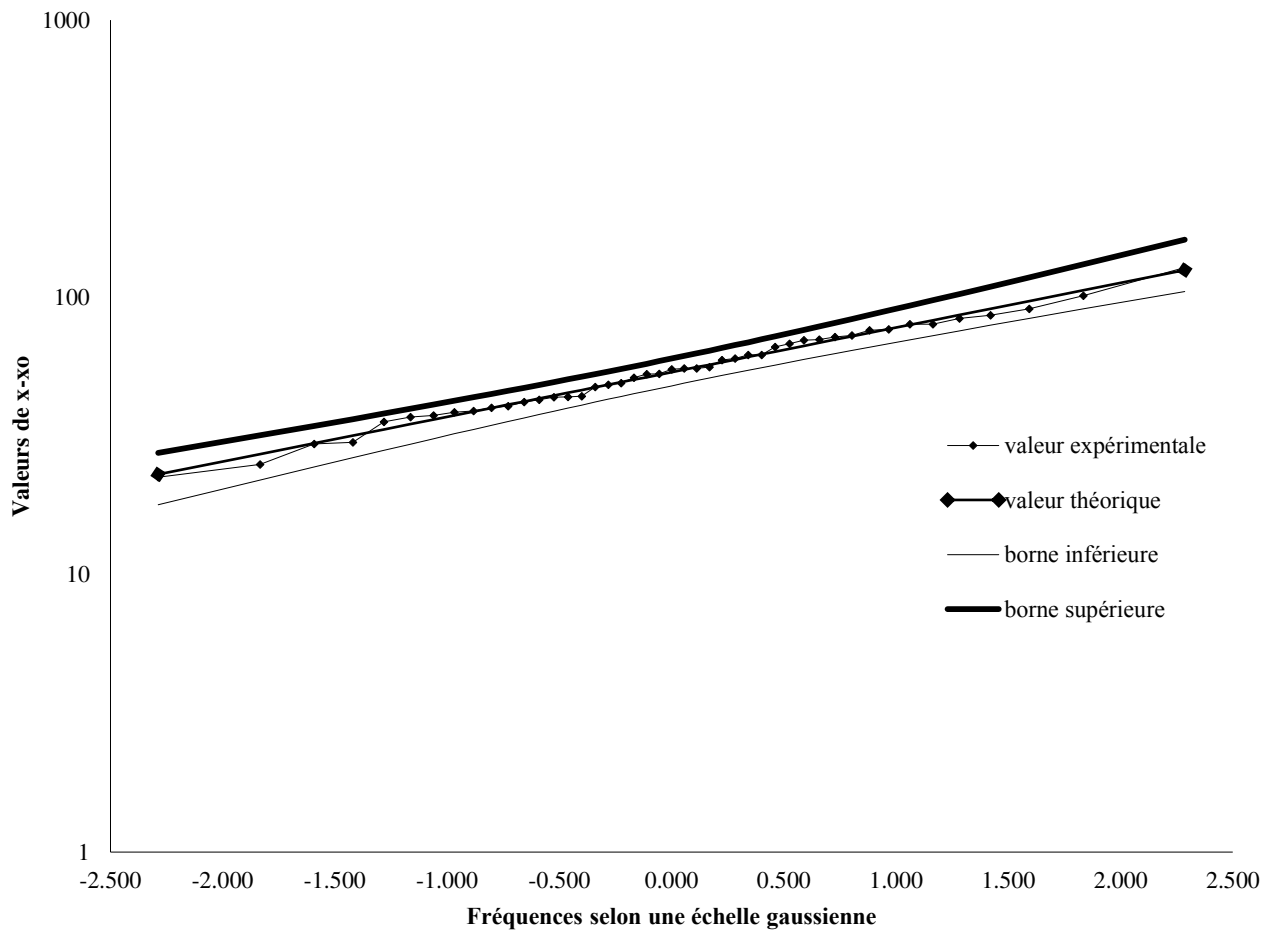


Figure III.2 : Courbe d'ajustement des données pluviométriques à la loi de GALTON Hydrolab)



Pour une période de retour T (an) :

-On a :  $FND = 1 - \frac{1}{T}$

;-On fait entrer la fréquence dans le tableau suivant pour avoir la pluie journalière max de la période de retour adéquate. (On prend exemple T = 10 ans et FND = 0.9). On obtient :

Tableau III.8 : Les résultats de La loi de GALTON

Période de retour	Fréquence	Variable réduite	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
10	0.9	1.282	86.42	75.77	102.83

### III.5 Vérification de l'ajustement de l'échantillon par le test de Khi-Deux :

#### ➤ **Khi-Deux $\chi^2$ théorique :**

A partir de la table de KHI-DEUX en fonction de **u** et de  **$\alpha$**  :

**u** : nombre de degrés de liberté :  **$u = k - p - 1$** .

Avec :

**k** : nombre de classe ; **k = 5 classes**.

**p** : nombre de paramètres de la loi d'ajustement (la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation) ; **p = 2**

**$\alpha$**  : Degré de risque et est égal à 1-seuil de confiance donc  **$\alpha = 5\%$** .

Sur la table de KHI-DEUX (pour **u=2** et  **$\alpha = 5\%$**  le  $\chi^2$  théorique égale à :

**$X^2$  théorique=7.81**

#### **Calcul de Khi-Deux expérimental de la loi de GUMBEL :**

D'après le tableau de calcul on obtient une valeur:  **$X^2$ expérimentale = 1.00**

**Donc :**

$$\mathbf{X^2_{expérimentale} < X^2_{théorique}}$$

**Conclusion :**

On conclut que le  $\chi^2$  calculé (=1) est situé dans la zone favorable et qu'il ya 95% de chance que la loi de GUMBEL s'ajuste à notre échantillon.

➤ **Calcul de Khi-Deux expérimental de la loi de GALTON :**

D'après le tableau de calcul on obtient une valeur de **X<sup>2</sup>expérimentale** égale à 1

Donc :

$$\mathbf{X^2_{expérimentale} < X^2_{théorique}}$$

Conclusion :

On conclut que le  $\chi^2$  calculé est situé dans la zone favorable et qu'il ya 95% de chance que la loi de GALTON s'ajuste à notre échantillon.

**III.6 Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15min et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI :**

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

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

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

Avec :

$I_t(15\text{min})p_{(\%)}$ : Intensité moyenne de précipitation pour une averse de fréquence 10%.

$I_{24(10\%)}$ : Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (10%) donnée.

t : durée de l'averse en heures,  $t = 0.25\text{h} = 15 \text{ min.}$  pour une période de retour de 10ans.

b: exposant climatique de la région ( $b = 0.37$ ). [10]

Pour l'estimation de notre intensité, nous aurons donc:

➤ **En utilisant la loi de GUMBEL :**

$$I_t(15\text{min})p_{(10\%)} = \frac{84.99}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.37-1} = 62.80\text{mm/h}$$

➤ **En utilisant la loi de GALTON**

$$I_t(15\text{min})p_{(10\%)} = \frac{86.42}{24} \left(\frac{0.25}{24}\right)^{0.37-1} = 63.86 \text{ mm/h}$$

**Conclusion**

L'intensité de pluie pour une durée de 15 minutes et fréquence 10% est :

- En utilisant la loi de Gumbel :  $I_{15} (10\%) = 62.80\text{mm/h.}$
- En utilisant la loi de Galton :  $I_{15} (10\%) = 63.86\text{mm/h}$

En ce référent aux deux graphes, celui de la loi de Gumbel et celui de la loi de Galton, on remarque que l'ajustement issu de la loi Galton est mieux que l'ajustement par la loi Gumbel par ce que dans la loi de Galton les données sont plus proches par les deux courbes de l'intervalle de confiance et loin de la droite théorique.

$$I_{15} (10\%) = 63.86\text{mm/h} = 177.39 \text{ l/s/ha}$$

# **Chapitre IV**

## **Evaluation des débits des eaux usées et pluviales**

#### IV. Introduction :

Le réseau d'assainissement est appelé pour assurer l'évacuation des eaux (eau usées et eau pluviale). Une fois que la totalité des débits fut déterminée, on passe au dimensionnement. Du point de vue sanitaire les réseaux d'assainissement devront assurer :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors d'habitation ;
- Le transport des eaux usées dans les conditions d'hygiène satisfaisantes ;

#### IV.1. Evaluation des eaux usées à évacuer :

##### IV.1.1. Nature des eaux usées à évacuer :

Les eaux usées à évacuer sont de deux types :

- Eaux usées (domestique) : l'évacuation de ces eaux se faire avec des canalisations enterrée.



Photo IV.1: Canalisation enterrée (SEHIRI.A, DAHMAN.A)



- Eau pluviale : l'évacuation se faire avec deux types de caniveaux :
  - Caniveau couverte.



Photo IV.2: Caniveau couvert (SEHIRI.A, DAHMAN.A)

- Caniveau à ciel ouvert :



Photo IV.3: Canalisation à ciel ouvert (SEHIRI.A, DAHMAN.A)

➤ **Remarque :**

Aujourd'hui et à cause de changement dû au réseau, les eaux pluviales et ménagères sont évacuées dans la même canalisation (figure IV. 4) qui est normalement une canalisation pour l'évacuation des eaux pluviales, c'est pour cette raison on remarque que ces canalisation ne sont pas sec pendant la période sèche.

#### IV.1.2 Les eaux usées :

##### IV.1.2.1 Caractéristiques des eaux usées :

Les analyses ont été effectuées au niveau de deux points différents, point 1 s'appel expédition, point 2 s'appel filial.

- Tableau IV.1 : Présentation des résultats d'analyses au point 1 (expédition) : [11]

paramètres	unités	résultats au point 1 (07-2019)	résultats au point 1 (02-2021)	valeurs limites(*)
température	°C	32.3	14.8	30
PH	/	8.38	8.31	5.5-8.5
MES	Mg/l	12	<b>63</b>	35
DBO5		8.8	<b>110</b>	35
DCO		67	<b>160</b>	80
Cadmium		<0.03	<0.03	0.07
cuivre		<0.1	<0.1	0.1
plomb		<0.2	<0.2	0.5
chrome		<0.2	<0.2	0.1
Nickel		<0.2	<0.2	0.1
Zinc		<b>5.8</b>	0.2	2
cobalt		<0.2	<0.2	0.1

- Tableau IV.2 :Présentation des résultats d'analyses au point 2(filial) : [11]

paramètres	unités	résultats au point 2 (07-2019)	résultats au point 2 (02-2021)	valeurs limites(*)
température	°C	28.3	17.8	30
PH	/	8.04	8.21	5.5-8.5
MES	Mg/l	14	<b>99</b>	35
DBO5		9	<b>150</b>	35
DCO		<b>160</b>	<b>240</b>	80
Cadmium		<0.03	<0.03	0.07
cuivre		<0.1	<0.1	0.1
plomb		<0.2	<0.2	0.5
chrome		<0.2	<0.2	0.1
Nickel		<0.2	<0.2	0.1
Zinc		<0.03	2	2
cobalt		<0.2	<0.2	0.1

(\*) : Décret N°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limite des rejets d'effluents liquides industriels)

### Résultats et discussion :

#### ✓ Température de l'eau :

Les variations saisonnières de la température des eaux usées d'usine sont remarquables : les plus basses (14.8°C, au niveau du point 1) sont enregistrées pendant la saison humide (mois de février), les plus élevées avec 32.3°C (au niveau du point 1) sont observées pendant la saison sèche (mois de juillet). Cette différence de température montre bien que la température de l'eau est intimement liée à la température de l'air, elles sont plus élevées pendant la saison sèche et elles diminuent pendant la saison humide.

#### ✓ Potentiel hydrogène (PH) :

L'analyse de l'évolution saisonnière du **PH** au niveau des eaux usées des deux points étudiés (1 et 2), montre que les valeurs moyennes du **PH** sont presque identiques pour les deux saisons étudiées sèche et humide. Ceci montre



que la variation du pH des eaux usées des deux points étudiés (1 et 2) est indépendante des saisons.

D'une manière générale la gamme de valeurs de **PH** obtenues (8.04-8.38) au niveau des eaux usées des deux points étudiés (1 et 2) ne montrent aucun effet défavorable sur la qualité des eaux de surface des deux points, dont le **PH** est dans la gamme de 5.5 à 8.5(\*).

✓ **Matières en suspension (MES) :**

L'étude comparative des teneurs en MES entre les saisons sèche et humide montre que les eaux usées des deux points présentent des teneurs élevées en MES en période humide par rapport à la saison sèche, avec respectivement **99mg/l**, **14mg/l** au niveau du point 2 qui est réceptrice des eaux usées du village d'Ouled Saïd et des eaux pluviales de la route. Et **63mg/l**, **12mg/l** au niveau du point 1. Ceci montre que les eaux usées des deux points s'enrichissent en MES pendant la période pluvieuse.

✓ **Demande biochimique en oxygène (DBO5) :**

L'analyse des résultats illustrés par les deux tableaux (Tableau IV.1, Tableau IV.2) montre que la valeur de la DBO5 pendant la période humide au niveau des points 1 et 2 (sont respectivement : 110mg/l, 150mg/l) dépassent les teneurs en matière organique autorisées dans les cours d'eau qui est de 35mg d'O<sub>2</sub>/l (le décret N°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limite des rejets d'effluents liquides industriels), cette situation pourrait, en général, avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau (chute de la teneur en oxygène) en générale et sur l'écosystème aquatique en particulier. Ce résultat montre que les eaux usées sont fortement polluées par la matière organique. Les origines de l'élévation de la matière organique au niveau de ces 2 points seraient l'excédent des eaux usées brutes du petit village non traitées déversées directement dans l'usine.

**✓ Demande chimique en oxygène (DCO) :**

L'analyse des résultats obtenus montre que la DCO dans les eaux usées des 2 points varie de 67 mg d'O<sub>2</sub>/l comme valeur minimale (au niveau du point 1) à 240 mg d'O<sub>2</sub>/l comme valeur maximale (au niveau du point 2).

Ce résultat montre que les eaux du deuxième point sont fortement chargées en matière organique biodégradable et non biodégradable (DCO) dépassant la valeur moyenne admissible fixée de 80 mg d'O<sub>2</sub>/L en matière organique autorisée dans les cours d'eau (le décret N°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limite des rejets d'effluents liquides industriels). Cette situation pourrait avoir des effets néfastes sur la qualité de l'eau (sur l'écosystème aquatique).

Les origines de cette élévation de la DCO au niveau des eaux usées de deuxième point sont dues à des apports de matières organiques issues des eaux usées domestiques provenant du petit village et évacuées par le réseau d'assainissement jusqu'au niveau du point 2.

**✓ Pour les autres paramètres :**

L'analyse des résultats obtenus pour les paramètres restants (Cadmium, Cuivre, Plomb, Chrome, Nickel, Cobalt) dans les deux points et pendant les deux saisons (humide et sèche) montre que les valeurs de ces paramètres ne dépassant pas les valeurs limitent autorisées dans les cours d'eau. Et ce qui concerne le Zinc, on remarque une élévation au niveau du premier point en 07-2019 qui est 5.8mg/l.

**Conclusion des analyses :**

L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux usées de deux points montre que la qualité de ces eaux se trouve fortement influencée par les activités anthropiques (l'agglomération). Celles-ci contribuent à la dégradation de la qualité de ces eaux par les rejets domestiques bruts.

**IV.2 les différentes sortes des eaux usées dans la cimenterie :****IV.2.1 Les eaux de vanne :**

Sont, quant à elles, issues des toilettes et sont chargées de matières fécales.

**IV.2.2 Les eaux ménagères :**

Sont les eaux rejetés par les installations domestiques (cuisine, salle de bain), elles contiennent des produits chimiques (détergents) et des déchets organiques (déchets des légumes, fruits...)

**IV.2.3 Les eaux de ruissellement :**

Sont les eaux pluviales, les eaux de lavage des cours et des engins (en raison de l'existence d'un accord entre le ministère de l'Environnement et l'usine on ne remarque pas les traces d'huile des engins dans le réseau)

**IV.2.4 Les eaux usées industrielles :**

Sont les eaux utilisées dans le refroidissement des équipements mais on ne peut pas les prendre comme des eaux usées car ce que le refroidissement se fait dans un circuit fermé donc ces eaux n'entrent pas dans le réseau d'assainissement de la cimenterie.

**IV.3 débit des eaux usées :****IV.3.1 Évaluation de la quantité d'eau usée à évacuer :**

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

### IV.3.2 Estimation des débits d'eaux usées domestiques :

Le calcul des débits d'eaux usées domestiques nécessite la détermination de la consommation moyenne journalière qui est égale au produit de la dotation (norme) moyenne journalière par le nombre de consommateurs

$$Q_{moy j} = P_f * d$$

Avec :

$Q_{moy j}$  : Débit moyen futur de la population

$P_f$  : Nombre d'habitants (employés) future qui est égale à :  $P_f = P_p * (1 + \tau)^n$

$P_p$  : Nombre d'habitants (employés) initial à l'année de référence.

$\tau$  : Taux d'accroissement en (%).,

$n$  : Nombre d'année séparant l'année de référence de l'année de l'horizon d'étude.

$d$  : Dotation maximale journalière.

Pour notre réseau on a deux débits d'eaux usées domestiques :

Les eaux usées domestiques de l'usine et les eaux usées domestiques de l'agglomération (son réseau d'assainissement est collecté avec le réseau d'assainissement de l'usine).



Photo IV. 4 : L'eau usée de l'agglomération (SEHIRI.A, DAHMAN.A)

Tableau IV.3 :Les données pour chaque types :

Paramètres	Usine [11]	Agglomération [9]
Population	490	300
Le taux d'accroissement (%)	3.5	0.51
Nombre d'années	40	40
La dotation (l/j/hab)	160	150

➤ **Pour les eaux usées domestiques de l'usine :**

$$P_{40} = 490 * (1 + 0.035)^{40}$$

$$P_{40} = 1940 \text{ employés}$$

Tableau IV.4 : Calcul des paramètres pour l'usine

Employés (emp)		Dotation (l/j/hab)	Débit moy de consommation (l/j)		Coefficient de rejet	Débit de rejet (l/j)		Débit de rejet (l/s)	
2020	2060		2020	2060		2020	2060	2020	2060
490	1940	160	78400	310400	0.8	62720	248320	0.73	2.87

➤ Pour les eaux usées de l'agglomération :

$$P_{40} = 300 * (1 + 0.0051)^{40}$$

$$P_{40} = 368 \text{ employés}$$

Tableau IV.5 : Calcul des paramètres pour l'agglomération

Habitants (hab)		Dotation (l/j/hab)	Débit moy de consommation (l/j)		Coefficient de rejet	Débit de rejet (l/j)		Débit de rejet (l/s)	
2020	2060		2020	2060		2020	2060	2020	2060
300	368	150	45000	55200	0.8	36000	44160	0.41	0.51

$$Q_{moy j total} = Q_{moy j usine} + Q_{moy j agglomération}$$

Année	2020	2060
Débit de rejet total (l/s) ( $Q_{moy j total}$ )	1.14	3.38

➤ Evaluation du débit de pointe

Le débit de pointe peut être déterminé par la formule suivante :

$$Q_{pte} = K_p * Q_{moy j}$$

$K_p$  : représente le coefficient de pointe et Calculé à partir du débit moyen journalier :

$$\bullet K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy j}}} \quad \text{si} \quad Q_{moy j} \geq 2.8 \text{ l/s}$$

$$\bullet K_p = 3 \quad \text{si} \quad Q_{\text{moy } j} < 2.8 \text{ l/s}$$

$$\text{Donc :} \quad Q_{\text{moy } j} = 3.38 \text{ (l/s)} \geq 2.8 \text{ l/s} \quad \text{d'où} \quad K_p = 2.85$$

Les résultats de calcul pour l'évaluation des débits d'eaux usées domestiques, sont illustrés respectivement dans le tableau :

➤ **Signification des colonnes du tableau**

$Q_{\text{moy } j}$  : Débit de rejet total moyen journalier (l/s) ;

$Q_{e.u}^{pt}$  : Débit de rejet total de pointe (l/s) ;

$Q_{\text{moy } j} \text{ (l/s)}$	$K_p$	$Q_{e.u}^{pt} \text{ (l/s)}$
3.38	2.85	9.66

### IV.3.3 . Evaluation des débits des eaux pluviales

Toute étude d'un réseau d'assainissement nécessite une détermination des débits des eaux pluviales. Ces débits seront estimés pour une précipitation de fréquence décennale et d'une durée de 15 mn. Car ces eaux doivent être collectées dans les canalisations d'évacuation pour éviter les inondations. Deux méthodes essentielles se présentent pour l'estimation des eaux pluviales :

➤ **La méthode superficielle.**

La formule de Caquot est la formule la plus utilisée pour l'estimation des apports pluviaux des bassins urbanisés :

$$Q = m \cdot K^{1/u} \cdot C^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot A^{w/u}$$

Q : débit de période de retour T en m<sup>3</sup>/s,

I : pente moyenne du bassin en m/m,

C : coefficient de ruissellement,

A : superficie du bassin versant en hectares,

m : coefficient correcteur  $m = \left(\frac{M}{2}\right)^{\frac{0.84b}{u}}$

M : allongement du bassin versant,

Les coefficients k ; u, v et w sont en fonction des paramètres d'ajustement a et b :



$$K = \hat{a} * (0.5^b / 6.6) \quad \text{avec } \hat{a} = a/60$$

$$U = 1 + (0.287 * b)$$

$$V = -(0.41 * b)$$

$$W = 0.95 + (0.507 * b)$$

- **Validité de la méthode superficielle**

- a- La limite supérieure de la surface du bassin est fixée à 200 ha.
- b- La valeur de la pente du collecteur est comprise entre 0,2% et 5%.
- c- Le coefficient de ruissellement  $0,2 \leq Cr \leq 1$ .
- d- Le coefficient d'allongement  $M = 4 \sqrt{A} \leq 0,8$ .

- **La méthode rationnelle**

Cette méthode est basée sur une formule qui est fonction de trois paramètres importants et

Couramment cités dans la littérature :

- Superficie du bassin versant.
- Coefficient de ruissellement.
- Intensité maximale de l'averse.

Ce dernier paramètre qui présente une grande importance pour l'estimation des crues a été estimé à partir des pluies journalières maximales représentatives des bassins de la zone d'étude. De plus ces paramètres sont faciles à obtenir, leur estimation est assez fiable, connaissant l'intensité maximale au site étudié à une fréquence donnée, nous pouvons calculer le débit maximum par l'utilisation de la formule rationnelle la plus ancienne et la plus utilisée.

$$Q = C.I.A$$

Avec :

**Q** : Débit de crue ( $m^3/s$ ) ou ( $l/s$ ).

**I** : intensité maximale ( $mm/h$ ) ou ( $l/s/ha$ ).

**C** : Coefficient de ruissellement

**A** : superficie du bassin versant ( $ha$ ).

- **Validité de la méthode rationnelle**

- Le choix d'un diamètre de collecteur et d'une pente de projet devra tenir compte des normes qu'on se fixe.
- La vitesse  $V$  doit s'inscrire à l'intérieur d'une fourchette de valeurs limites

$$V_{min} \leq V \leq V_{max}$$



Avec :

$V_{min}$  : vitesse au dessous de laquelle l'auto-curage ne serait pas réalisé.

$V_{max}$  : vitesse au dessus de laquelle il y'a risque évident d'érosion des matériaux mis en œuvre.

- Le diamètre  $\geq 300$  mm.
- Période de retour choisie 10 ans.
- Le coefficient de ruissellement  $0,05 < Cr < 1$

➤ **Choix de la méthode de calcul**

Pour l'évaluation des débits pluviaux, on a choisi la méthode superficielle et parce que les conditions recommandées pour l'application de cette méthode sont respectées dans notre cas.

D'après l'annexe II.2

Tableau IV. 6 : Les résultats obtenus par le méthode superficielle :

Sous bassin	Superficie (ha)	La pente	Coef de ruis	Débit (l/s)
Sb 02	0.12	0.05	0.2	18
Sb 03	0.2	0.016	0.75	100
Sb 04	0.33	0.02	0.2	30
Sb 05	0.25	0.018	0.75	140
				$Q_{tot\ e.p} = 288$

**IV.4 Evaluation des débits totaux :**

$$Q_{tot} = Q_{e.u}^{pt} + Q_{tot\ e.p}$$

$$Q_{tot} = 9.66 + 288 = 297.66\ l/s$$

**IV.5 Aperçu général du réseau d'assainissement existant :**

Le réseau d'assainissement projeté doit être convenable pour l'évacuation de toutes les eaux quel que soit leur origine pluviale ou usée.

Au début, l'usine a été disposée d'un réseau d'assainissement séparatif avec une station d'épuration (elle fonctionnait puis s'est arrêtée après quelques années), mais aujourd'hui ce réseau devient unitaire et collecte les eaux usées (industrielles, domestique) et les eaux pluviales qui déversent gravitairement vers le milieu naturel (Oued El-Harrach) sans traitement.



Photo IV. 5 : La station d'épuration (non opérationnelle) (SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Photo IV. 6 : Point de rejet 1 (SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Photo IV.7 : Point de rejet 3 (abandonnée) (SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Photo IV.8 : Point de rejet 2 (SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Le système d'assainissement de cette usine ne comporte pas des ouvrages comme déversoir d'orage ou station de relevage, ou station d'épuration. Il se compose de 03 collecteurs principaux.

#### IV.5.1 Les rejets

Le réseau d'assainissement de la cimenterie comprend trois (03) points de rejets sur l'oued d'El-Harrach. Le troisième point est abandonné parce que la sortie de ce point est complètement envasée.

##### ➤ **Etat des rejets**

Le déversement des eaux usées et pluviales se fait directement dans le cours d'eau sans prétraitement. Cette situation pose beaucoup de problèmes et il y a même des risques d'apparition des maladies à transmission hydrique.

#### IV.5.2 Etat des regards

Le réseau d'assainissement de la zone étudié renferme dans sa totalité 69 regards (tout les regards de la cimenterie sont en amiante-ciment) de forme carrée et la profondeur est de 2m. La distance entre les regards varie de 3 à 64 m. la pente varie de -0.5m à 1.34m

Tableau IV.7 : Etat des regards :

nature des regards	nombres	état	
		bon	mauvais
R.E.S	24	23	1
R.E.P	6	5	1
R.E.F	39	39	0

Signification des abréviations pour le tableau :

R.E.S : Regard Egout Sanitaire (R1-R24)

R.E.P : Regard Egout Pluvial (R201-R206)

R.E.F : Regard Egout de Fondation (R101-R139)

La majorité des regards sont dans un bon état



Photo IV. 9 : Type de regard existé  
(SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Figure IV. 10 : Bouchage de regard  
(SEHIRI.A, DAHMAN.A)



FigureIV.11: Conduites en mauvais état  
(SEHIRI.A, DAHMAN.A)



Figure IV. 12: Conduites en mauvais état  
(SEHIRI.A, DAHMAN.A)

### IV.5.3 Etat des bouches d'égout

Le type des bouches d'égout est circulaire, généralement, elles sont en bon état. Et pour les avaloires on a remarqué qu'il y a des grilles avaloires et des avaloires sous forme : soit des tuyaux, soit des trous des trottoirs (figure 13).



Photo IV.13: Types des avaloirs existés(SEHIRI.A, DAHMAN.A)

### IV.5.4 **Déversoir d'orage :**

Le réseau d'assainissement de la cimenterie ne contient pas déversoir d'orage (le rôle prévu de déversoir d'orage est de décharger la partie aval des collecteurs)

### IV.5.5 Etat des tronçons :

**Abréviation : Pour les tableaux de Caractéristiques et état des tronçons**

A.C: Amiante-ciment

P1 : Profondeur amont (m)

P2 : Profondeur aval (m)

L : longueur (m)

CTR : Cote de terrain naturel (m)

Tableau IV. 8 : Caractéristiques et état des tronçons de bassin

Sous bassin	tronçons	L (m)	matériaux	D (mm)	CTR (m)		P1 (m)	P2 (m)	pente (%)	observation
					AM	AV				
Sb 01	R19-R20	37	A.C	150	62.63	62.92	2	2	-0.29	bon état
	R20-R21	38	A.C	150	62.92	63.42	2	2	-0.5	bon état
	R21-R23	14	A.C	150	63.42	63	2	2	0.42	bon état
	R24-R23	3	A.C	150	63.1	63	2	2	0.1	bon état
	R23-R22	53	A.C	150	63	61.84	2	2	1.16	bon état
	R22-R6	53	A.C	150	61.84	60.77	2	2	1.07	bon état
	R10-R9	42	A.C	150	60.93	60.92	2	2	0.01	bon état
	R9-R8	47	A.C	150	60.92	61.05	2	2	-0.13	bon état
	R8-R7	55	A.C	150	61.05	61	2	2	0.05	bon état
	R7-R6	52	A.C	150	61	60.77	2	2	0.23	bon état
	R6-R5	52	A.C	150	60.77	60.44	2	2	0.33	bon état
	R5-R4	52	A.C	150	60.44	60.23	2	2	0.21	bon état
	R4-R3	45	A.C	150	60.23	60.34	2	2	-0.11	bon état
	R3-R2	60	A.C	150	60.34	60.27	2	2	0.07	bon état
	R2-R1	54	A.C	150	60.27	59.71	2	2	0.56	bon état
	R1-point 1	155	A.C	600	59.71	58	2	2	0.71	bon état
	R16-R15	8	A.C	100	63.5	63.28	2	2	0.22	bon état
	R15-R14	47	A.C	150	63.28	63.29	2	2	-0.01	bon état
	R14-R13	25	A.C	150	63.29	63.28	2	2	0.01	mauvais état
	R13-R12	60	A.C	150	63.28	62.2	2	2	1.08	bon état
R12-R11	64	A.C	150	62.2	60.95	2	2	1.25	bon état	
R11-R17	64	A.C	150	60.95	60.71	2	2	0.24	bon état	
R17-R18	64	A.C	150	60.71	60.34	2	2	0.37	bon état	
R18-point 2	214	A.C	800	60.34	59	2	2	1.34	bon état	
Sb 02	R101-R102	17	A.C	250	63.23	63.62	2	2	-0.39	bon état
	R102-R103	6	A.C	250	63.62	63.79	2	2	-0.17	bon état
	R103-R104	21	A.C	250	63.79	63.62	2	2	0.17	bon état
	R104-R105	6	A.C	250	63.62	63.48	2	2	0.14	bon état
	R105-R107	17	A.C	250	63.48	63.08	2	2	0.4	bon état
	R107-R106	6	A.C	250	63.08	62.93	2	2	0.15	bon état
	R106-R201	21	A.C	250	62.93	63	2	2	-0.07	bon état
	R201-fossé	80	A.C	250	63	60.38	2	2	1.66	bon état
Sb 03	R109-R110	17	A.C	250	60.38	60.7	2	2	-0.32	mauvais état
	R110-R111	13	A.C	250	60.7	60.88	2	2	-0.18	bon état
	R111-R112	52	A.C	250	60.88	60.86	2	2	0.02	bon état
	R112-R113	52	A.C	250	60.86	60.65	2	2	0.21	bon état
	R113-R114	13	A.C	250	60.65	60.62	2	2	0.03	bon état
	R114-R115	27	A.C	250	60.62	60.35	2	2	0.27	bon état
	R115-R124	6	A.C	250	60.35	60.28	2	2	0.07	bon état



	R124-R123	4	A.C	250	60.28	60.18	2	2	0.1	bon état
	R123-R122	11	A.C	250	60.18	60.05	2	2	0.13	bon état
	R122-R121	7	A.C	250	60.05	59.95	2	2	0.1	bon état
	R121-R120	11	A.C	250	59.95	60.06	2	2	-0.11	bon état
	R120-R119	11	A.C	250	60.06	60	2	2	0.06	bon état
	R119-R118	27	A.C	250	60	60.17	2	2	-0.17	bon état
	R118-R117	13	A.C	250	60.17	60.16	2	2	0.01	bon état
	R117-R116	52	A.C	250	60.16	60.23	2	2	0.07	bon état
	R116-R108	52	A.C	250	60.23	60.24	2	2	-0.01	bon état
	R108-R202	34	A.C	250	60.24	59.63	2	2	0.61	bon état
	R202-R203	45	A.C	250	59.63	58.81	2	2	0.82	bon état
R203-OUED	10	A.C	250	58.81	64.6	2	2	0.24	bon état	
Sb 04	R125-R126	14	A.C	250	64.6	64.56	2	2	0.04	bon état
	R126-R128	20	A.C	250	64.56	65.06	2	2	-0.5	bon état
	R128-R127	14	A.C	250	65.06	65.14	2	2	-0.08	bon état
	R127-R204	11	A.C	250	65.14	64.89	2	2	0.25	bon état
	R204-FOSSE	10	A.C	250	64.89	65.28	2	2	0.28	bon état
	R205-R206	31	A.C	250	65.28	65.4	2	2	-0.12	bon état
	R206-FOSSE	14	A.C	250	65.4	63.16	2	2	0.79	bon état
Sb 05	R129-R130	7	A.C	250	63.16	63.18	2	2	-0.02	bon état
	R130-R131	5	A.C	250	63.18	63.12	2	2	0.06	bon état
	R131-R132	13	A.C	250	63.12	63.66	2	2	-0.54	bon état
	R132-R133	13	A.C	250	63.66	64	2	2	-0.34	bon état
	R133-R134	14	A.C	250	64	64.72	2	2	-0.72	bon état
	R134-R135	15	A.C	250	64.72	65.52	2	2	-0.8	bon état
	R135-R136	16	A.C	250	65.52	65.25	2	2	0.27	bon état
	R136-R137	16	A.C	250	65.25	64.38	2	2	0.87	bon état
	R137-R138	15	A.C	250	64.38	63.55	2	2	0.88	bon état
	R138-FOSSE	15	A.C	250	63.55	64	2	2	-0.5	bon état

➤ **Evaluation du débit cumulé de chaque tronçon**

On calcule le débit spécifique de bassin par la relation suivante :

$$Q_{sp} = Q_{tb}/L_b$$

Avec :  $Q_{sp}$  : débit spécifique (l/s/ml).

$Q_t$  : débit totale (l/s).

$L_b$  : longueur totale des collecteurs (m)



Tableau IV. 9 : Evaluation des débits cumulés

Sous bassin	tronçon	L (m)	Qsp (l/s)	débit (l/s)		Q cumulé (l/s)	Q cumulé (m3/s)	CTN (m)		pente
				Q tronçon	Q arrivé			AM	AV	
Sb 01	R19-R20	37	0.0071	0.2627	0	0.2627	0.0002627	62.63	62.92	-0.29
	R20-R21	38	0.0071	0.2698	109.15	109.4198	0.1094198	62.92	63.42	-0.5
	R21-R23	14	0.0071	0.0994	109.4198	109.5192	0.1095192	63.42	63.1	0.42
	R24-R23	3	0.0071	0.0213	109.5192	109.5405	0.1095405	63.1	63	0.1
	R23-R22	53	0.0071	0.3763	109.5405	109.9168	0.1099168	63	61.84	1.16
	R22-R6	53	0.0071	0.3763	109.9168	110.2931	0.1102931	61.84	60.77	1.07
	R10-R9	42	0.0071	0.2982	110.2931	110.5913	0.1105913	60.93	60.92	0.01
	R9-R8	47	0.0071	0.3337	110.5913	110.925	0.110925	60.92	61.05	-0.12
	R8-R7	55	0.0071	0.3905	110.925	111.3155	0.1113155	61.05	61	0.05
	R7-R6	52	0.0071	0.3692	111.3155	111.6847	0.1116847	61	60.77	0.23
	R6-R5	52	0.0071	0.3692	111.6847	112.0539	0.1120539	60.77	60.44	0.33
	R5-R4	52	0.0071	0.3692	112.0539	112.4231	0.1124231	60.44	60.23	0.21
	R4-R3	45	0.0071	0.3195	112.4231	112.7426	0.1127426	60.23	60.34	-0.11
	R3-R2	60	0.0071	0.426	112.7426	113.1686	0.1131686	60.34	60.27	0.07
	R2-R1	54	0.0071	0.3834	113.1686	113.552	0.113552	60.27	59.71	0.56
	R1-point 1	155	0.0071	1.1005	113.552	114.6525	0.1146525	59.71	58	0.71
	R16-R15	8	0.0071	0.0568	0	0.0568	0.0000568	63.5	63.28	0.22
	R15-R14	47	0.0071	0.3337	0.0568	0.3905	0.0003905	63.28	63.29	-0.01
	R14-R13	25	0.0071	0.1775	0.3905	0.568	0.000568	63.29	63.28	0.01
	R13-R12	60	0.0071	0.426	0.568	0.994	0.000994	63.28	62.2	1.08
R12-R11	64	0.0071	0.4544	0.994	1.4484	0.0014484	62.2	60.95	1.25	
R11-R17	64	0.0071	0.4544	1.4484	1.9028	0.0019028	60.95	60.71	0.24	
R17-R18	64	0.0071	0.4544	1.9028	2.3572	0.0023572	60.71	60.34	0.37	
R18-point 2	214	0.0071	1.5194	2.3572	3.8766	0.0038766	60.34	59	1.34	
Sb 02	R101-R102	17	0.57	9.69	0	9.69	0.00969	63.23	63.62	-0.39
	R102-R103	6	0.57	3.42	9.69	13.11	0.01311	63.62	63.79	-0.17
	R103-R104	21	0.57	11.97	13.11	25.08	0.02508	63.79	63.62	0.17
	R104-R105	6	0.57	3.42	25.08	28.5	0.0285	63.62	63.48	0.14
	R105-R107	17	0.57	9.69	28.5	38.19	0.03819	63.48	63.08	0.4
	R107-R106	6	0.57	3.42	38.19	41.61	0.04161	63.08	62.93	0.15
	R106-R201	21	0.57	11.97	41.61	53.58	0.05358	62.93	63	-0.07
	R201-fossé	80	0.57	45.6	53.58	99.18	0.09918	63	60.38	1.66
sb 03	R109-R110	17	0.31	5.27	99.18	104.45	0.10445	60.38	60.7	-0.32
	R110-R111	13	0.31	4.03	104.45	108.48	0.10848	60.7	60.88	-0.18
	R111-R112	52	0.31	16.12	108.48	124.6	0.1246	60.88	60.86	0.02
	R112-R113	52	0.31	16.12	124.6	140.72	0.14072	60.86	60.65	0.21
	R113-R114	13	0.31	4.03	140.72	144.75	0.14475	60.65	60.62	0.03
	R114-R115	27	0.31	8.37	144.75	153.12	0.15312	60.62	60.35	0.27
	R115-R124	6	0.31	1.86	153.12	154.98	0.15498	60.35	60.28	0.07

	R124-R123	4	0.31	1.24	154.98	156.22	0.15622	60.28	60.18	0.1
	R123-R122	11	0.31	3.41	156.22	159.63	0.15963	60.18	60.05	0.13
	R122-R121	7	0.31	2.17	159.63	161.8	0.1618	60.05	59.95	0.1
	R121-R120	11	0.31	3.41	161.8	165.21	0.16521	59.95	60.06	-0.11
	R120-R119	11	0.31	3.41	165.21	168.62	0.16862	60.06	60	0.06
	R119-R118	27	0.31	8.37	168.62	176.99	0.17699	60	60.17	-0.17
	R118-R117	13	0.31	4.03	176.99	181.02	0.18102	60.17	60.16	0.01
	R117-R116	52	0.31	16.12	181.02	197.14	0.19714	60.16	60.23	0.07
	R116-R108	52	0.31	16.12	197.14	213.26	0.21326	60.23	60.24	-0.01
	R108-R202	34	0.31	10.54	213.26	223.8	0.2238	60.24	59.63	0.61
	R202-R203	45	0.31	13.95	223.8	237.75	0.23775	59.63	58.81	0.82
R203-OUED	10	0.31	3.1	237.75	240.85	0.24085	58.81	64.6	0.24	
Sb 04	R125-R126	14	0.26	3.64	240.85	244.49	0.24449	64.6	64.56	0.04
	R126-R128	20	0.26	5.2	244.49	249.69	0.24969	64.56	65.06	-0.5
	R128-R127	14	0.26	3.64	249.69	253.33	0.25333	65.06	65.14	-0.08
	R127-R204	11	0.26	2.86	253.33	256.19	0.25619	65.14	64.89	0.25
	R204-FOSSE	10	0.26	2.6	256.19	258.79	0.25879	64.89	65.28	0.28
	R205-R206	31	0.26	8.06	258.79	266.85	0.26685	65.28	65.4	-12
R206-FOSSE	14	0.26	3.64	266.85	270.49	0.27049	65.4	63.16	0.79	
Sb 05	R129-R130	7	0.14	0.98	270.49	271.47	0.27147	63.16	63.18	-0.02
	R130-R131	5	0.14	0.7	271.47	272.17	0.27217	63.18	63.12	0.06
	R131-R132	13	0.14	1.82	272.17	273.99	0.27399	63.12	63.66	-0.54
	R132-R133	13	0.14	1.82	273.99	275.81	0.27581	63.66	64	-0.34
	R133-R134	14	0.14	1.96	275.81	277.77	0.27777	64	64.72	-0.72
	R134-R135	15	0.14	2.1	277.77	279.87	0.27987	64.72	65.52	-0.8
	R135-R136	16	0.14	2.24	279.87	282.11	0.28211	65.52	65.25	0.27
	R136-R137	16	0.14	2.24	282.11	284.35	0.28435	65.25	64.38	0.87
	R137-R138	15	0.14	2.1	284.35	286.45	0.28645	64.38	63.55	0.88
R138-FOSSE	15	0.14	2.1	286.45	288.55	0.28855	63.55	64	-0.5	

#### **IV.5.6 Amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement de la cimenterie :**

Dans cette phase de projet nous allons entamer la résolution des problèmes surtout concernant les contre-pentes le cas des tronçons et ainsi la modification de diamètre de tronçon de 150 à 400mm.

Dans ce cas nous allons faire un nouveau calcul d'un réseau projeté.

Tableau IV. 10 : Amélioration du fonctionnement du réseau d'assainissement de la cimenterie

Sous bassin	tronçons	D normalisé (mm)	D existant (m)	la cause de rénovation
Sb 01	R19-R20	150	150	Contre pente
	R20-R21	150	150	Contre pente
	R21-R23	200	150	Incapacité de tronçon
	R24-R23	300	150	Incapacité de tronçon
	R10-R9	400	150	Incapacité de tronçon
	R9-R8	150	150	Contre pente
	R8-R7	300	150	Incapacité de tronçon
	R7-R6	200	150	Incapacité de tronçon
	R6-R5	200	150	Incapacité de tronçon
	R5-R4	200	150	Incapacité de tronçon
	R4-R3	150	150	Contre pente
	R3-R2	300	150	Incapacité de tronçon
	R2-R1	200	150	Incapacité de tronçon
	R1-point 1	200	150	Incapacité de tronçon
	R16-R15	150	100	Incapacité de tronçon
	R15-R14	150	150	Contre pente
Sb 02	R101-R102	250	250	Contre pente
	R102-R103	250	250	Contre pente
	R105-R107	300	250	Incapacité de tronçon
	R106-R201	250	250	Contre pente
sb 03	R109-R110	250	250	Contre pente
	R110-R111	250	250	Contre pente
	R121-R120	250	250	Contre pente
	R119-R118	250	250	Contre pente
	R118-R117	300	250	Incapacité de tronçon
	R116-R108	250	250	Contre pente
sb 04	R125-R126	300	200	Incapacité de tronçon
	R126-R128	200	200	Contre pente
	R128-R127	200	200	Contre pente
	R205-R206	200	200	Contre pente
Sb 05	R129-R130	250	250	Contre pente
	R130-R131	300	250	Incapacité de tronçon
	R131-R132	250	250	Contre pente
	R132-R133	250	250	Contre pente
	R133-R134	250	250	Contre pente
	R134-R135	250	250	Contre pente
	R138-FOSSE	250	250	Contre pente

**Conclusion**

Dans ce chapitre, on a calculé les débits de rejet de cette usine de différentes natures : domestiques et pluviales, on a trouvé que le débit de rejet total de pointe ( $Q_{e.u}^{pt} = 9.66 \text{ l/s}$ ), et le débit total des eaux pluviales est  $Q_{e.p} = 288 \text{ l/s}$

# Chapitre V

## Calcul hydraulique

**V. Introduction :**

Une fois que la totalité des débits fut déterminée, on passe au dimensionnement proprement dit des ouvrages tout en respectant certaines normes d'écoulement.

Du point de vue sanitaire les réseaux d'assainissement devront assurer :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors d'habitation ;
- Le transport des eaux usées dans les conditions d'hygiène satisfaisantes ;

**V.1 Dimensionnement du réseau.**

**Q:** débit (l/s);

**CTN(m):** cote de terrain naturel ;

**L :** longueur de conduite entre deux regards (m) ;

**I:** pente (m/m);

**e:** rugosité(m) égale à 0.011

**D :** diamètre calculé (mm) ;

**Dc :** diamètre commercial/ d existant

**rQ :** rapport des débits ;

**rhc :** taux de remplissage

**h :** hauteur de remplissage (mm) ;

**Doc :** rapport de diamètre

**$\theta c$  :** demi angle au centre (rad) ;

**rv :** rapport des vitesses ;

**V :** vitesse réelle (m/s) ;

**Vps :** vitesse à pleine section (m/s) ;

**Vaut1 :** vitesse d'auto-curage pour (1/10) du débit à pleine section (m/s) ;

**Vaut2 :** vitesse d'auto-curage pour (1/100) du débit à pleine section (m/s).

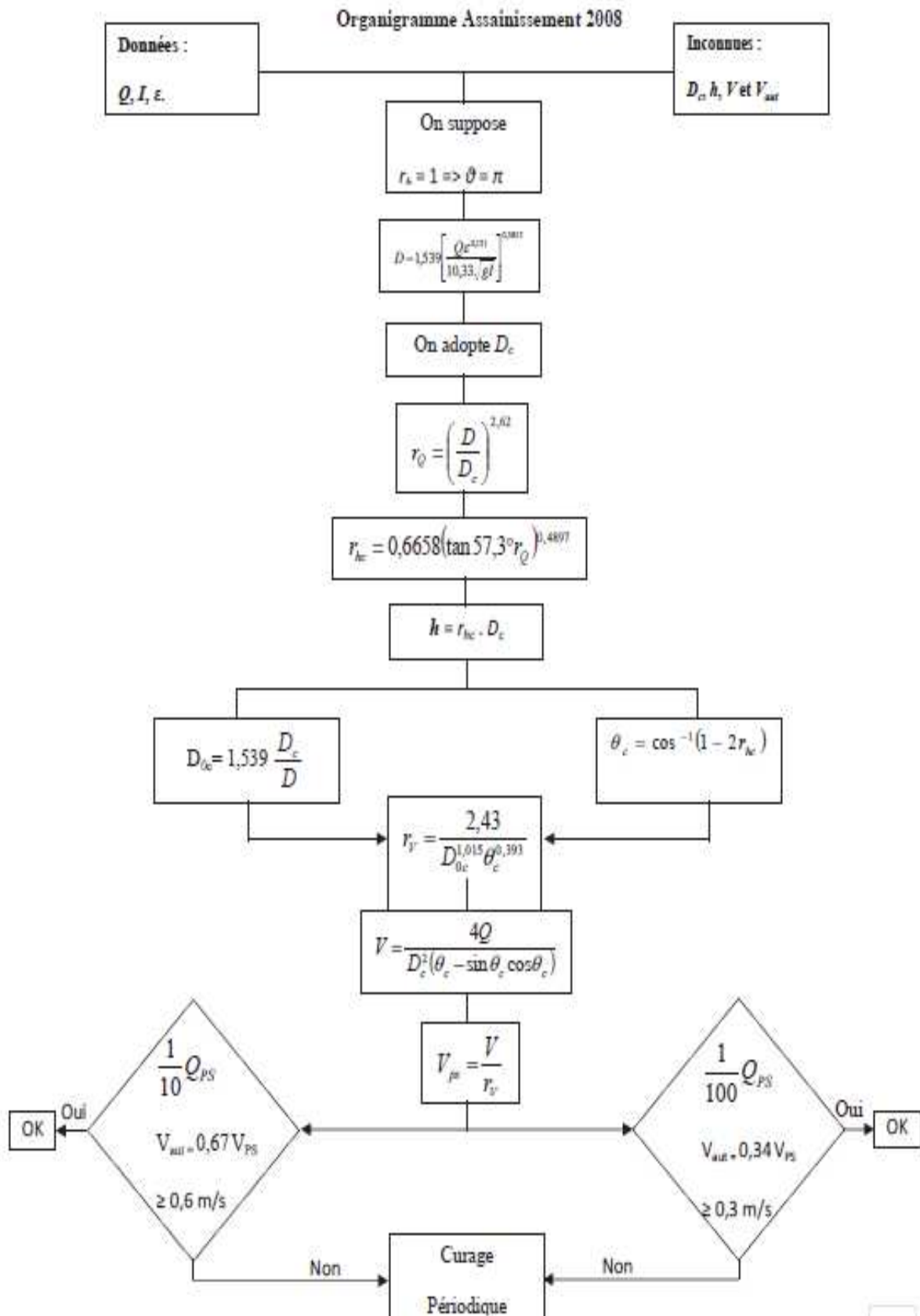


Figure V.1 : Organigramme assainissement [12]

Tableau V.1 : Calcul hydraulique

Sous bassin	tronçons	Q (l/s)	Q (m3/s)	I (m/m)	D cal (m)	D nor (mm)	D exis (m)	rq	rh	h	Doc	O	RV	v	vps	V auto 1 m/s	V auto 2 m/s	
Sb 01	R19-R20	0.259	0.000259	-0.29	NV	NV	150	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NVs	NV	NV	
	R20-R21	109.416	0.109416	-0.5	NV	NV	150	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	
	R21-R23	109.514	0.109514	0.42	168	200	150	0.6333	0.37	0.074	1.8321	1.31	1.1820	10.32	8.7310	5.8498	2.9685	
	R24-R23	109.535	0.109535	0.1	221	300	150	0.4490	0.68	0.204	2.0891	1.94	0.8866	2.14	2.4137	1.6172	0.8207	
	R23-R22	109.906	0.109906	1.16	139	150	150	0.8191	0.64	0.096	1.6608	1.85	1.1402	9.24	8.1037	5.4295	2.7553	
	R22-R6	110.277	0.110277	1.07	141	150	150	0.8503	0.65	0.0975	1.6372	1.86	1.1544	9.19	7.9607	5.3337	2.7066	
	R10-R9	110.571	0.110571	0.01	345	400	150	0.6787	0.56	0.224	1.7843	1.69	1.0985	1.53	1.3928	0.9332	0.4736	
	R9-R8	110.9	0.1109	-0.12	NV	NV	150	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R8-R7	111.285	0.111285	0.05	254	300	150	0.6466	0.54	0.162	1.8177	1.65	1.0882	2.86	2.6281	1.7609	0.8936	
	R7-R6	111.649	0.111649	0.23	190	200	150	0.8743	0.67	0.134	1.62	1.92	1.1524	4.98	4.3213	2.8953	1.4693	
	R6-R5	112.013	0.112013	0.33	178	200	150	0.7369	0.59	0.118	1.7292	1.75	1.11860	6.34	5.6678	3.7974	1.9270	
	R5-R4	112.377	0.112377	0.21	194	200	150	0.9233	0.7	0.14	1.5866	1.98	1.1629	4.79	4.1190	2.7597	1.4005	
	R4-R3	112.692	0.112692	-0.11	NV	NV	150	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R3-R2	113.112	0.113112	0.07	240	300	150	0.5573	0.5	0.15	1.92375	1.57	1.0476	3.2	3.0545	2.0465	1.0385	
	R2-R1	113.49	0.11349	0.56	160	200	150	0.5573	0.5	0.1	1.92375	1.57	1.0476	7.23	6.9013	4.6239	2.3464	
	R1-point 1	114.575	0.114575	0.71	155	200	150	0.5128	0.47	0.094	1.9858	1.51	1.0301	3.51	3.4076	2.2831	1.1586	
	R16-R15	0.056	0.000056	0.22	10	150	100	0.0008	0.02	0.003	23.085	0.28	0.1656	0.69	4.16635	2.7915	1.4166	
	R15-R14	0.385	0.000385	-0.01	NV	NV	150	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R14-R13	0.56	0.00056	0.01	45	150	150	0.0427	0.13	0.0195	5.13	0.74	0.5203	0.41	0.7881	0.5280	0.2679	
	R13-R12	0.98	0.00098	1.08	23	150	150	0.0074	0.06	0.009	10.0370	0.49	0.3096	2.33	7.5270	5.0431	2.5592	
R12-R11	1.428	0.001428	1.25	26	150	150	0.0101	0.07	0.0105	8.8788	0.54	0.3374	2.56	7.5866	5.0830	2.5794		
R11-R17	1.876	0.001876	0.24	42	150	150	0.0356	0.13	0.0195	5.4964	0.74	0.4851	1.34	2.7624	1.8508	0.9392		
R17-R18	2.324	0.002324	0.37	39	150	150	0.0293	0.12	0.018	5.9192	0.71	0.4573	1.92	4.1984	2.8130	1.4275		
R18-point 2	3.822	0.003822	1.34	37	150	150	0.0255	0.11	0.0165	6.2392	0.68	0.4409	3.56	8.0737	5.4094	2.7451		



Sb 02	R101-R102	9.69	0.00969	-0.39	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R102-R103	13.11	0.01311	-0.17	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R103-R104	25.08	0.02508	0.17	70	150	250	0.1358	0.24	0.036	3.2979	1.02	0.7182	7.77	10.8193	7.2489	3.6786
	R104-R105	28.5	0.0285	0.14	80	150	250	0.1926	0.28	0.042	2.885625	1.11	0.7955	7.11	8.9376	5.9882	3.0388
	R105-R107	38.19	0.03819	0.4	230	300	250	0.4985	0.49	0.147	2.0074	1.55	1.0084	1.12	1.1107	0.7441	0.3776
	R107-R106	41.61	0.04161	0.15	100	150	250	0.3457	0.4	0.06	2.3085	1.37	0.9185	6.98	7.5991	5.0914	2.5837
	R106-R201	53.58	0.05358	-0.07	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R201-fossé	99.18	0.09918	1.66	80	150	200	0.1926	0.3	0.045	2.885625	1.16	0.7819	22.21	28.4065	19.0324	9.6582
Sb 03	R109-R110		0	-0.32	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R110-R111	104.45	0.10445	-0.18	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R111-R112	108.48	0.10848	0.02	190	200	250	0.8743	0.73	0.146	1.62	2.05	1.1231	4.41	3.9265	2.6308	1.3350
	R112-R113	124.6	0.1246	0.21	130	150	250	0.6873	0.6	0.09	1.7758	1.77	1.0840	11.27	10.3968	6.9658	3.5349
	R113-R114	140.72	0.14072	0.03	190	200	250	0.8743	0.73	0.146	1.62	2.05	1.1231	5.72	5.0929	3.4123	1.7316
	R114-R115	144.75	0.14475	0.27	130	150	250	0.6873	0.6	0.09	1.7758	1.77	1.0840	13.1	12.0850	8.0969	4.1089
	R115-R124	153.12	0.15312	0.07	170	200	250	0.6532	0.58	0.116	1.8106	1.73	1.0724	8.12	7.5716	5.0730	2.5744
	R124-R123	154.98	0.15498	0.1	160	200	250	0.5573	0.53	0.106	1.92375	1.63	1.0323	9.46	9.1640	6.1399	3.1158
	R123-R122	156.22	0.15622	0.13	160	200	250	0.5573	0.53	0.106	1.92375	1.63	1.0323	9.25	8.9606	6.0036	3.0466
	R122-R121	159.63	0.15963	0.1	160	200	250	0.5573	0.53	0.106	1.92375	1.63	1.0323	9.45	9.1543	6.1334	3.1125
	R121-R120	161.8	0.1618	-0.11	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R120-R119	165.21	0.16521	0.06	180	200	250	0.7588	0.65	0.13	1.71	1.88	1.0999	7.61	6.9185	4.6354	2.3523
	R119-R118	168.62	0.16862	-0.17	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R118-R117	176.99	0.17699	0.01	270	300	250	0.7588	0.65	0.195	1.71	1.88	1.0999	3.62	3.2911	2.2050	1.1190
	R117-R116	181.02	0.18102	0.07	190	200	250	0.8743	0.73	0.146	1.62	2.05	1.1231	7.36	6.5531	4.3906	2.2281
	R116-R108	197.14	0.19714	-0.01	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R108-R202	213.26	0.21326	0.61	130	150	250	0.6873	0.6	0.09	1.7758	1.77	1.0840	19.3	17.8046	11.9291	6.0536
R202-R203	223.8	0.2238	0.82	130	150	250	0.6873	0.6	0.09	1.7758	1.77	1.0840	20.26	18.6902	12.5224	6.3547	
R203-OUED	237.75	0.23775	0.24	160	200	250	0.5573	0.53	0.106	1.9238	1.63	1.0323	14.07	13.6298	9.1319	4.6341	
Sb 04	R125-R126	240.85	0.24085	0.04	230	300	200	0.4985	0.49	0.147	2.0074	1.55	1.0084	6.99	6.9317	4.6443	2.3568
	R126-R128		0	-0.5	NV	NV	200	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV

	R128-R127	244.49	0.24449	-0.08	NV	NV	200	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R127-R204	249.69	0.24969	0.25	170	200	200	0.6532	0.58	0.116	1.8106	1.73	1.0724	13.23	12.3365	8.2655	4.1944
	R204-FOSSE	253.33	0.25333	0.28	160	200	200	0.5573	0.53	0.106	1.9238	1.63	1.0323	14.99	14.5210	9.7291	4.9371
	R205-R206	256.19	0.25619	-0.12	NV	NV	200	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R206-FOSSE	258.79	0.25879	0.79	130	150	200	0.6873	0.6	0.09	1.7758	1.77	1.0840	23.42	21.6054	14.4756	7.3458
Sb 05	R129-R130	266.85	0.26685	-0.02	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R130-R131	270.49	0.27049	0.06	220	300	250	0.4437	0.46	0.138	2.0986	1.49	0.9790	8.53	8.7131	5.8378	2.9624
	R131-R132		0	-0.54	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R132-R133	271.47	0.27147	-0.34	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R133-R134	272.17	0.27217	-0.72	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R134-R135	273.99	0.27399	-0.8	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV
	R135-R136	275.81	0.27581	0.27	170	200	250	0.6532	0.58	0.116	1.8106	1.73	1.0724	14.62	13.6326	9.1339	4.6351
	R136-R137	277.77	0.27777	0.87	140	150	250	0.8346	0.7	0.105	1.6489	1.98	1.1183	21.06	18.8322	12.6176	6.4030
	R137-R138	279.87	0.27987	0.88	140	150	250	0.8346	0.7	0.105	1.6489	1.98	1.1183	21.22	18.9753	12.7134	6.4516
	R138-FOSSE	282.11	0.28211	-0.5	NV	NV	250	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé le calcul hydraulique du réseau existant de la cimenterie afin de vérifier certains paramètres hydrauliques de chaque tronçon et de proposer en conséquence les recommandations et les solutions appropriées pour améliorer le fonctionnement du réseau.

En résumé le réseau d'assainissement de l'usine est globalement en bon état à part le cas de quelques tronçons qui nécessitent d'être rénovés faute de leur Incapacité d'évacuer tous les débits apportés par les eaux usées et les eaux pluviales, ainsi que l'auto curage est vérifiée.

# Chapitre VI

## Estimation du cout de projet

**VI. Introduction :**

Chaque étude de réalisation d'un projet a pour objectif d'être efficace en terme de fiabilité de sécurité et le plus économiquement possible. C'est pour cela qu'une étude économique est établie.

Dans notre présente étude, un devis estimatif des travaux a été fait pour connaitre le coût des ces travaux. Le cout c'est l'unité des travaux multiplié par le prix unitaire.

**VI.1 Le devis estimatif des travaux de projet :**

Estimation du coût de rénovation des conduites pour le réseau d'assainissement unitaire des eaux usées et pluviales :

Les résultats représentés dans le tableau suivant :

pour notre réseau on a :

$$L = 2232m \quad \quad \quad \varnothing = 400 \text{ mm}$$

1 m : la hauteur de recouvrement

10 cm : la quantité de sable nécessaire pour stabiliser la conduite

➤ **Volume de sable :**

$$V = 10 \text{ cm} \times l \times L$$

$$V = 223.2m^3$$

➤ **Volume de déblaiement :**

$$V = L \times S$$

$$V = 4.98 * 10^6 m^3$$

➤ **Volume des conduites :**

$$V = L \times S$$

$$V = 280.48 m^3$$

- **Volume de remblaiement :**

$$V_{rem} = V_{déblai} - V_{cond} - V_{sable}$$

$$V_{rem} = 4.97 * 10^6 m^3$$

- **Volume de mise en dépôt :**

$$V_{m-d} = V_{déb} - V_{rem}$$

$$V_{m-d} = 0.01 m^3$$

Tableau VI.1 : Estimation du cout de projet

N°	Désignation des travaux	U	Quantité	prix DA	montant
<b>1-TERRASSEMENT</b>					
1.1	Déblais en fouille et en tranchée en toute nature de sol exécuté mécaniquement.	M <sup>3</sup>	4.98 *10 <sup>6</sup>	300.00	1494000000
1.2	Fourniture et pose de lit de sable de 10cm d'épaisseur.	M <sup>3</sup>	223.2	1200.00	267840
1.3	Remblais en terrain normal y compris le compactage.	M <sup>3</sup>	4.97*10 <sup>6</sup>	250.00	1242500000
1.4	Transport des terres excédentaires vers la décharge publique	M <sup>3</sup>	0.01	400.00	4
<b>2-CANALISATION</b>					
2.1	Fourniture; transport et pose de canalisation en CAO 135A y compris tout sujétion de bonne exécution				
	Ø 400	ML	2232	2516.56	5616961.92
<b>3-PLAN DE RECOLEMENT</b>					
3.1	Fourniture d'un plan de récolement comprenant un vue en plans des canalisations et les profils en long				
				THT	2742143746
				TVA19%	521007311.7
				TTC	3263151058

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons estimé le coût total des travaux de réalisation de notre projet. Le prix estimatif total est de 3263151058 DA.

# Conclusion générale



## CONCLUSION GENERALE

Pour réaliser notre travail, nous avons fait une étude préliminaire pour la caractérisation du site étudié, on a remarqué que l'arrêt de la station d'épuration, pousse les responsables de l'usine à implanter deux autres forages pour répondre à leurs besoins, d'où la surexploitation de la nappe de Mitidja.

L'objectif de cette étude est de faire un diagnostic du réseau d'assainissement existant, afin de déterminer les anomalies de fonctionnement et aussi de projeter des nouvelles conduites qui permettent d'évacuer tous les débits des eaux usées et des eaux pluviales dans des conditions favorables.

L'étude Hydrologique, nous a permis de déterminer les débits des eaux pluviales par la méthode superficielle, pour une période de retour de dix ans sur une série pluviométrique de la station pluviométrique de LARBAA (entre 1974 et 2018).

Dans l'évaluation des débits des eaux usées et pluviales nous avons trouvé : le débit de pointe total des eaux usées est de l'ordre 9.66 l/s, le débit total des eaux pluviales est de 288 l/s.

Grace aux analyses physico-chimiques faites au niveau des deux points de rejet, nous avons constaté que l'usine n'affecte pas l'environnement et ne pollue pas.

En revanche, les résultats des analyses faites sur le rejet de l'agglomération montre quelque paramètres (DBO5, DCO, MES et le Zinc) dépassent les normes fixées, d'où ces rejets sont une source de pollution sur l'environnement naturel et non pas l'usine.

Après un calcul hydraulique, nous avons déterminé les points, qui besoin d'une rénovation qui concerne le changement des conduites en amiante ciment par des conduites en béton armé de 400 mm de diamètre et, nous avons établi un devis quantitatif et estimatif de :

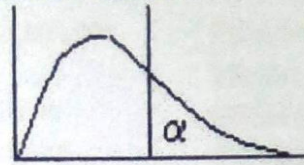
3263151058 DA

## Références bibliographiques

- [1] : Baumont, S., Camard, J. P., Lefranc, A., & Franconie, A. (2004). Réutilisation des eaux usées risques sanitaires et faisabilité en ILE-de - France. ORS. P 220
- [2] : <https://www.wikiterritorial.cnfpt.fr/xwiki/bin/view/vitrine/Les%20r%C3%A9sultats%20d%27assainissement/>
- [3] : RESJECK, F. (2002). analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques. p 166-198.
- [4] : Gomella, C., & Guerrée, H. (1986). Guide technique de l'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales. Paris.
- [5] : Brière, F. G. (1997). distribution et collecte des eaux. Montréal, ALGERIE: Ecole polytechnique.
- [6] : C.I.E.H; (1984). Conception générale des systèmes d'assainissement urbain dans le contexte africain.
- [7]: Régits Bourrier, 1991, les réseaux d'assainissement, calculs, applications, perspectives, 3eme édition revue et augmentée, p 151
- [8] : R. BOUGDAL, Analyse du rapport d'avant projet de MEFTAH, Avril 2015, SCMI
- [9] : PDAU 2012 : le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme, phase n : 3, 05/2012.
- [10] : ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique
- [11] : SCMI : Société des Ciments de la Mitidja.
- [12] (FELLAH TEWFIK, BEGHOU SAMI, 2013) «étude de diagnostic de réseau d'assainissement de la ville AIN FAKROUN willaya d'OUM EL BOUAGHI» Master.
- [13] : (DJEDDAOUI.M, 2018) «dimensionnement d'un réseau d'assainissement au niveau de la zone industrielle de la ville d'El Kseur (wilaya de Bejaia) ». Master

## Annexe I

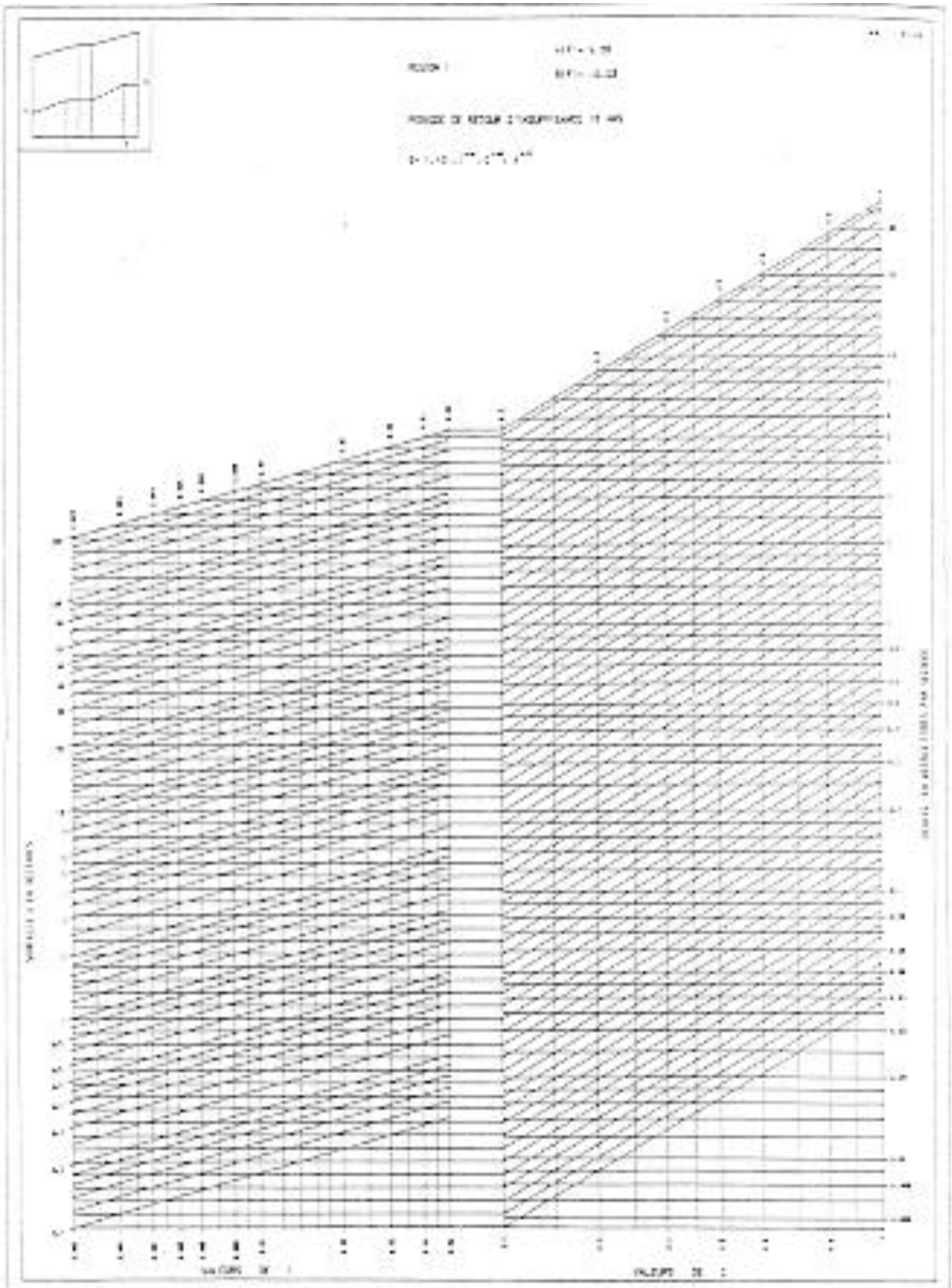
### Table du Khi-Deux



↓v, α→	0,995	0,99	0,975	0,95	0,75	0,5	0,25	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	4E-05	2E-04	1E-03	0,004	0,102	0,455	1,323	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,02	0,051	0,103	0,575	1,386	2,773	4,605	5,991	7,378	9,21	10,6
3	0,072	0,115	0,216	0,352	1,213	2,366	4,108	6,251	7,815	9,348	11,34	12,84
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,923	3,357	5,385	7,779	9,488	11,14	13,28	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	2,675	4,351	6,626	9,236	11,07	12,83	15,09	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	3,455	5,348	7,841	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	0,989	1,239	1,69	2,167	4,255	6,346	9,037	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	1,344	1,647	2,18	2,733	5,071	7,344	10,22	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	1,735	2,088	2,7	3,325	5,899	8,343	11,39	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	2,156	2,558	3,247	3,94	6,737	9,342	12,55	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19
11	2,603	3,053	3,816	4,575	7,584	10,34	13,7	17,28	19,68	21,92	24,73	26,76
12	3,074	3,571	4,404	5,226	8,438	11,34	14,85	18,55	21,03	23,34	26,22	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	9,299	12,34	15,98	19,81	22,36	24,74	27,69	29,82
14	4,075	4,66	5,629	6,571	10,17	13,34	17,12	21,06	23,68	26,12	29,14	31,32
15	4,601	5,229	6,262	7,261	11,04	14,34	18,25	22,31	25	27,49	30,58	32,8
16	5,142	5,812	6,908	7,962	11,91	15,34	19,37	23,54	26,3	28,85	32	34,27
17	5,697	6,408	7,564	8,672	12,79	16,34	20,49	24,77	27,59	30,19	33,41	35,72
18	6,265	7,015	8,231	9,39	13,68	17,34	21,6	25,99	28,87	31,53	34,81	37,16
19	6,844	7,633	8,907	10,12	14,56	18,34	22,72	27,2	30,14	32,85	36,19	38,58
20	7,434	8,26	9,591	10,85	15,45	19,34	23,83	28,41	31,41	34,17	37,57	40
30	13,79	14,95	16,79	18,49	24,48	29,34	34,8	40,26	43,77	46,98	50,89	53,67
40	20,71	22,16	24,43	26,51	33,66	39,34	45,62	51,81	55,76	59,34	63,69	66,77
50	27,99	29,71	32,36	34,76	42,94	49,33	56,33	63,17	67,5	71,42	76,15	79,49
60	35,53	37,48	40,48	43,19	52,29	59,33	66,98	74,4	79,08	83,3	88,38	91,95
70	43,28	45,44	48,76	51,74	61,7	69,33	77,58	85,53	90,53	95,02	100,4	104,2
80	51,17	53,54	57,15	60,39	71,14	79,33	88,13	96,58	101,9	106,6	112,3	116,3
100	67,33	70,06	74,22	77,93	90,13	99,33	109,1	118,5	124,3	129,6	135,8	140,2



# Annexe II



### Annexe III

## LOI DE WILCOXON

Valeurs de  $w_1$  pour lesquelles la fonction de répartition est égale à 0,025.  
Intervalle bilatéral d'acceptation à 5% :  $[w_1 : n_1(n_1 + n_2 + 1) - w_1]$

$n_1 \searrow n_2 \rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
2	2.1	3.2	3.3	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.4	3.7	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.4	5.6	5.9
3	5.1	5.3	5.5	5.9	6.4	7.1	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.1	10.6	11.1	11.6	12.2	12.7	13.2	13.8	14.3
4	9.1	9.4	9.9	10.8	11.6	12.4	13.3	14.1	15.0	15.8	16.6	17.5	18.4	19.2	20.1	21.0	21.8	22.7	23.6	24.5
5	14.2	14.5	15.4	16.6	17.8	18.9	20.1	21.2	22.4	23.7	24.9	26.1	27.3	28.5	29.8	31.0	32.2	33.4	34.7	35.9
6	20.2	20.7	22.1	23.4	24.9	26.4	27.9	29.4	31.0	32.6	34.2	35.7	37.3	38.9	40.5	42.1	43.7	45.3	46.9	48.5
7	27.2	27.9	29.5	31.3	33.1	34.9	36.8	38.7	40.6	42.6	44.5	46.5	48.4	50.4	52.4	54.4	56.3	58.3	60.3	62.3
8	35.2	36.1	38.0	40.1	42.2	44.4	46.7	49.0	51.3	53.6	55.9	58.3	60.6	63.0	65.3	67.7	70.1	72.4	74.8	77.2
9	44.3	45.4	47.5	50.0	52.4	55.0	57.6	60.3	63.0	65.7	68.4	71.1	73.8	76.6	79.3	82.1	84.8	87.6	90.4	93.2
10	54.3	55.7	58.0	60.8	63.7	66.6	69.6	72.6	75.7	78.7	81.8	85.0	88.1	91.2	94.4	97.5	100.7	103.8	107.0	110.2
11	65.3	67.0	69.5	72.6	75.9	79.2	82.5	85.9	89.4	92.8	96.3	99.8	103.3	106.9	110.4	114.0	117.5	121.1	124.7	128.2
12	77.3	79.1	81.1	85.5	89.1	92.7	96.5	100.3	104.1	108.0	111.8	115.7	119.6	123.6	127.5	131.5	135.4	139.4	143.4	147.4
13	90.4	92.3	95.6	99.4	103.3	107.3	111.4	115.6	119.8	124.1	128.3	132.6	137.0	141.3	145.6	150.0	154.4	158.7	163.1	167.5
14	104.4	106.5	110.1	114.2	118.5	122.9	127.4	132.0	136.6	141.2	145.9	150.6	155.3	160.0	164.8	169.6	174.3	179.1	183.9	188.7
15	119.4	121.7	125.6	130.1	134.8	139.5	144.4	149.3	154.3	159.4	164.4	169.5	174.6	179.8	185.0	190.1	195.3	200.5	205.7	210.9
16	135.4	137.9	142.2	147.0	152.0	157.1	162.4	167.7	173.1	178.5	184.0	189.5	195.0	200.6	206.1	211.7	217.3	222.9	228.5	234.2
17	152.5	155.1	159.7	164.8	170.2	175.7	181.3	187.1	192.8	198.7	204.5	210.4	216.4	222.3	228.3	234.3	240.3	246.3	252.4	258.4
18	170.5	173.4	178.2	183.7	189.4	195.3	201.3	207.4	213.6	219.8	226.1	232.4	238.7	245.1	251.5	257.9	264.3	270.8	277.2	283.7
19	189.5	192.6	197.8	203.6	209.7	215.9	222.3	228.8	235.4	242.0	248.7	255.4	262.1	268.9	275.7	282.5	289.4	296.2	303.1	310.0
20	209.5	212.9	218.3	224.5	230.9	237.5	244.3	251.2	258.2	265.2	272.2	279.4	286.5	293.7	300.9	308.2	315.4	322.7	330.0	337.3
21	230.6	234.1	239.8	246.3	253.2	260.2	267.3	274.6	281.9	289.3	296.8	304.4	311.9	319.5	327.1	334.8	342.5	350.2	357.9	365.6
22	252.6	256.3	262.3	269.2	276.4	283.8	291.3	299.0	306.7	314.5	322.4	330.3	338.3	346.3	354.4	362.4	370.5	378.6	386.8	394.9
23	275.6	279.5	285.9	293.1	300.6	308.4	316.3	324.3	332.5	340.7	349.0	357.3	365.7	374.2	382.6	391.1	399.6	408.1	416.7	425.2
24	299.6	303.7	310.4	318.0	325.9	334.0	342.3	350.7	359.3	367.9	376.6	385.3	394.1	403.0	411.8	420.7	429.7	438.6	447.6	456.6
25	324.7	328.9	335.9	343.8	352.1	360.6	369.3	378.1	387.1	396.1	405.2	414.3	423.5	432.8	442.1	451.4	460.8	470.1	479.5	488.9
26	350.7	355.2	362.4	370.7	379.3	388.2	397.3	406.5	415.8	425.3	434.8	444.3	454.0	463.6	473.3	483.1	492.8	502.6	512.5	522.3
27	377.7	382.4	390.0	398.6	407.6	416.8	426.3	435.9	445.6	455.5	465.4	475.3	485.4	495.5	505.6	515.7	525.9	536.2	546.4	556.7
28	405.7	410.6	418.5	427.5	436.8	446.4	456.3	466.3	476.4	486.7	497.0	507.4	517.8	528.3	538.8	549.4	560.0	570.7	581.3	592.0
29	434.8	439.9	448.0	457.3	467.1	477.1	487.3	497.7	508.2	518.8	529.6	540.4	551.2	562.1	573.1	584.1	595.1	606.2	617.3	628.4
30	464.8	470.1	478.6	488.2	498.3	508.7	519.3	530.1	541.0	552.0	563.2	574.4	585.7	597.0	608.4	619.8	631.2	642.7	654.3	665.8
31	495.8	501.3	510.1	520.1	530.5	541.3	552.3	563.5	574.8	586.2	597.8	609.4	621.1	632.8	644.6	656.5	668.4	680.3	692.2	704.2
32	527.8	533.5	542.6	553.0	563.8	574.9	586.3	597.9	609.6	621.4	633.4	645.4	657.5	669.7	681.9	694.2	706.5	718.8	731.2	743.6
33	560.8	566.7	576.2	586.8	598.0	609.5	621.3	633.3	645.4	657.6	670.0	682.4	695.0	707.5	720.1	732.9	745.6	758.3	771.1	784.0
34	594.8	600.9	610.7	621.7	633.3	645.1	657.3	669.7	682.3	694.8	707.6	720.5	733.4	746.4	759.4	772.5	785.7	798.9	812.1	825.4
35	629.8	636.2	646.2	657.0	669.5	681.8	694.3	707.1	720.0	733.0	746.2	759.5	772.8	786.2	799.7	813.2	826.8	840.4	854.1	867.8
36	665.8	672.4	682.7	694.5	706.7	719.4	732.3	745.4	758.8	772.2	785.8	799.5	813.3	827.1	841.0	854.9	868.9	883.0	897.1	911.2
37	701.8	708.6	720.3	732.4	745.0	758.0	771.3	784.9	798.6	812.4	826.4	840.5	854.7	869.0	883.3	897.6	912.1	926.5	941.0	955.4
38	741.8	748.9	761.8	775.2	789.2	797.6	811.3	825.2	839.4	853.6	868.0	882.5	897.1	911.8	926.5	941.3	956.2	971.1	986.0	1001.0
39	786.6	794.1	808.3	823.1	838.2	853.3	868.6	884.2	899.9	915.7	931.6	947.6	963.7	979.8	996.1	1012.3	1028.6	1044.9	1061.2	1077.4
40	836.8	845.3	860.9	877.0	893.5	910.4	927.6	945.1	962.8	980.7	998.8	1017.0	1035.4	1053.9	1072.5	1091.1	1109.8	1128.5	1147.2	1166.0

## Annexe IV