

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان-

Université ABOU BEKR BELKAID



Faculté de Technologie

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme Master en **Hydraulique**

Option : **Technologies de Traitement des Eaux**

Thème

Proposition et dimensionnement d'une STEP pour la localité de Marsat Ben M'Hidi et réutilisation de ses eaux en irrigation

Soutenue publiquement le : 30/09/2014

Présenté par :

M^r BERRIAH Abderrezzaq & M^r BOUYACOUB Feth Allah

Devant le jury :

M ^r ADJIM Mohammed.....	Président
M ^r BOUANANI Abderrazak.....	Examinateur
M ^{me} BOUKLI HACENE Chérifa.....	Examinatrice
M ^r BOUCHELKIA Hamid.....	Encadreur
M ^{me} BOUCHELKIA Fadila	Encadreur

Promotion 2013/2014

remerciements

Avant tout, Nous commençons par remercier **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et l'amour du savoir pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier aussi Tout ceux qui a contribués de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.

Nos plus vifs remerciements vont à **Mr Bouchelkia Hamid et Mme F. Bouchelkia** pour avoir accepté d'encadrer ce sujet, ainsi pour leurs orientations, leurs judicieux conseils et leur disponibilité tout au long de l'évaluation de notre projet.

Nous tenons à remercier également les membres de jury :

Mr AJIM Mohammed, Mme BOUKLI HASSEN Cherifa, Mr BOUANANI Abderrazzak pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements aux responsables et personnel de la subdivision de ressource en eaux de la commune de marsa Ben M'Hidi surtout à **Mme NICHANE, et Mr Mohammed.**

Un remerciement spécial pour **Mr. Hadj Slimane** qui travaille au **CTH** et qui n'a pas hésité un moment pour me donner les informations dont on a eu besoin.

A tous les enseignants du département d'hydraulique qui ont contribue à notre formation.

B. Fethallah

B. Abderrazzak

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Au grand cœur rempli d'amour de tendresse et de patience

Toi ma mère bien aimée

A mon maître, mon guide, mon soutien ;

*Mon livre dans la grande école de vie, toi mon adorable
père.*

Mes frères et Ma sœurs

Mes camarades de la promo d'hydraulique option

Technologie de Traitement des Eaux

De 2012/2014

Mes très chers amis

Je dédie ce modeste travail.

B. Abdelrezzak

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère qui m'a toujours apportée

Son amour et son affection

Mon cher père, qui m'a toujours encouragé, conseillé et

Soutenu dans mon travail

Ma très chère sœurs, qui ma aidée énormément dans ce

Travail

Mes frères et mes sœurs

Mes camarades de la promo d'hydraulique option

Technologie de Traitement des Eaux

De 2012/2014

Mes très chers amis

Je dédie ce modeste travail.

S. Fethallah

Résumé :

La réalisation d'une station d'épuration au niveau de la commune de Marsa Ben m'hidi (Tlemcen) est nécessaire afin de protéger la santé publique, de préserver le caractère touristique de région et le milieu naturel suite aux rejets directs des eaux usées.

Actuellement, les rejets des eaux usées de la commune de Marsa Ben M'Hidi se déversent directement dans l'oued de Kiss sans aucun traitement préalable, se qui d'accentuer le problème de pollution. Pour y remédier; une station d'épuration type boue activée à été proposée et dimensionnée ladite localité.

Puisque les eaux épurées de la future STEP peuvent constituées une ressource non négligeable, une étude de possibilité de réutilisation des eaux de la STEP projetée en irrigation est entreprise. A terme de l'étude une centaine d'hectare de terres agricoles avoisinantes peuvent mise en valeurs grâce la réutilisation des eaux de la STEP projetée. Ce qui pourra améliorer les rendements agricoles et l'introduction de cultures nouvelles

Mot clé :

Eau usée, STEP, Dimensionnement, Boue activé, Irrigation, Epuration, Réutilisation, Assainissement, Marsat Ben M'hidi.

Abstract:

The completion of a sewage treatment plant at the town of Marsa Ben hidi me (Tlemcen) is necessary to protect public health, preserve the character of tourist area and the natural environment following the direct discharges of wastewater.

Currently, discharges of wastewater from the town of Marsa Ben M'hidi flow directly into the river Kiss without any treatment, which will accentuate the problem of pollution. To address them; a type of activated sludge treatment plant was proposed and dimensioned that locality.

Since the treated water for future STEP may comprise a valuable resource, a study of the possibility of reuse of the WWTP is projected irrigation company. At the end of the study a hundred hectares of surrounding farmland can set values through the reuse of the proposed WWTP. What could improve crop yields and the introduction of new crops

Keyword:

Wastewater, STEP, Sizing, activated sludge, Irrigation, Treatment, Reuse, Sanitation, Marsat Ben M'hidi.

الملخص :

من أجل حماية الصحة العامة للمجتمع القاطن بمنطقة "مرسى بن مهدي" لولاية تلمسان، وللمحافظة أيضاً على طابع المنطقة السياحية و محافظة البيئة الطبيعية التي تتميز بها المنطقة، لابد من التفكير بإنشاء محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي.

كما نعلم أنّ أن تصريف مياه الصرف الصحي لمدينة مرسى بن مهدي حالياً تتدقّق مباشرةً قبالة النهر دون أيّ علاج لها، وهذا ما يؤدي إلى الزيادة في حدّة التلوّث، وللتصدّي لها نقترح حلاًّ عليها تكون شافية لتنشيط المحطّة وهذا بمعالجتها لتلك المياه القذرة، وهذا تطابقاً مع سلامة أهل المنطقة.

أمّا فيما يخصّ المياه المعالجة لتلك المنطقة مستقبلاً لابدّ أن تشتمل على موارد قيّمة، إذ يجب أولاً دراسة إمكانية إعادة استخدام محطات أخرى لمعالجة صرف المياه، وهذا ما نأمله من شركة الريّ والتي لها كلّ الحقّ لتنفيذ هذه المهمّة، وهذا سلامة على المجتمعات و الشعوب من الأمراض و سلامة الطبيعة من التلوّث.

الكلمات المفتاحية :

مياه الصرف الصحي، محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، تحجيم، تنشيط الحمأة والري ومعالجتها وإعادة استخدامها والصرف الصحي، مرسى بن مهدي

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : Présentation de la ville Marsa Ben M'Hidi

I.1. Situation géographique	1
I.2. Le contexte physique	2
I.3. Hydrographie	2
I.4. Géologie et Hydrogéologie	2
I.5. Climatologie de la région	3
➤ Température.....	3
➤ Pluviométrie	4
➤ Vents	5
I.6. Sismicité	5
I.7. Situation démographique	5
I.7.1. Situation démographique à l'horizon 2040	6
I.7.2. Situation Socio-économique	7
I.8. Réseau AEP	8
I.9. Réseau Assainissement.....	9
I.9.1. Aperçu général du réseau d'assainissement existant de Marsa Ben M'Hidi	9
I.9.2. Estimation du débit des équipements d'eau usée	13
I.9.3. Evaluation du débit moyen journalier (habitats).....	15

Chapitre II : Généralités sur les eaux usées et leurs traitements

II.1. Types de pollution dans les eaux usées	16
II.1.1. Introduction	16
II.1.2. Origine des eaux usées	16
a. Les eaux de ruissellement	16
b. Les eaux usées d'origine domestique	16
c. Les eaux usées d'origine industrielles	16
II.1.3. Pollution des eaux usées	16
a. Pollution organique	17
b. Pollution microbiologique	17
c. Pollution minérale	17

d. Pollution toxique.....	18
II.1.4.Paramètres de pollution des eaux	18
II.1.4.1.Paramètres physiques chimiques	18
II.1.4.2. Les paramètres bactériologiques	22
II.1.5. L'équivalent habitant (EH)	23
II.1.6. Les normes algériennes de rejet d'effluents.....	23
II.2.Procèdes d'épurations des eaux usées	25
II.2.1.Introduction	25
II.2.2.Traitement primaire.....	26
II.2.2.1.Prétraitement	26
a. Le dégrillage	28
b. Délacération	28
c. Dessablage	28
d. Déshuilage et dégraissage	29
II.2.2.2.décantation primaire.....	29
II.2.3.Traitement secondaire	30
II.2.3.1.Traitement physico–chimique.....	30
II.2.3.2.Traitement biologique	31
II.2.3.2.1.Les procédés extensifs	31
a. L'épandage	31
b. Le lagunage	31
II.2.3.2.2. Les procédés intensifs	32
a. Le lit bactérien	32
b. Le disque biologique	32
c. Epuration biologique par les boues activées	33
II.2.4. Traitement tertiaire.....	34
II.2.5.Traitement des boues	34
II.2.5.1.Epaississement	35
II.2.5.2.Stabilisation	35
II.2.5.3.Déshydratation	35
II.3. Analyse des eaux usées et estimation de la pollution.....	35
II.3.1.Introduction	35
II.3.2.Prélèvement et échantillonnage	36
II.3.3.Interprétation des résultats	36
II.3.4. Matériel et méthodes.....	37
a. Température.....	37
b. PH.....	37

c. Turbidité.....	38
d. Oxygène dissous.....	39
e. Mesure de la conductivité	39
f. Matières en suspensions (MES) Turbidité	40
g. Demande chimique en oxygène DCO Turbidité	42
h. Demande biochimique en oxygène DBO5 Turbidité	44

Chapitre III : Dimensionnement de la station d'épuration

III.1. Caractéristiques générales de la ville	47
III.2. Données de bases	47
III.2.1. Calcul des débits et des charges polluantes	47
A- Calcul des débits	47
a. Débit de consommation journalier en m ³ /j	47
b. Débit d'eau usée total journalier	48
c. Débit moyen horaire journalier	48
d. Débit de pointe de temps sec	49
e. Débit diurne	49
B- Calcul des charges polluantes	49
a. Charge en DBO5	49
b. Concentration de la DBO5 en mg/l	50
c. Les charges en matières en suspension (M.E.S)	50
d. Concentration des M.E.S en mg/l	51
III.2.2. Prétraitements	52
III.2.2.1. Calcul des grilles	52
a. Calcul de la largeur	52
b. Calcul des pertes de charges	53
c. Calcul des volumes des déchets retenus	54
III.2.2.2. Calcul du dessablage	55
III.2.2.3. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur	59
III.2.3. Traitement primaire	60
III.2.3.1. Dimensionnement du décanteur	60
III.2.4. Traitement secondaire	63
III.2.4.1. Bassin d'oxydation et la charge massique	63
III.2.4.2. besoins en oxygène	67
III.2.4.3. Calcul de l'aérateur de surface à installer	68
a. La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (No)	68

b. Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation » Wa	69
c. Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin	69
d. Le nombre d'aérateurs dans le bassin	69
e. Besoin en énergie de l'aérateur	70
III.2.4.4. Bilan de boues	70
III.2.4.5. Dimensionnement du clarificateur	73
III.2.5. Traitement des boues	75
III.2.5.1. épaissement	75
III.2.5.2. Stabilisation aérobie	77
III.2.5.3. La déshydratation des boues par lit de séchage	80
III.3. Fiche technique de la station d'épuration	82

Chapitre IV : Etude de la possibilité de réutilisation des eaux épurées en irrigation

IV.1. Introduction	86
IV.2. potentiel agricole de la zone d'étude et besoins des cultures.....	86
IV.3. Climatologie	87
IV.3.1. Température de l'air	87
IV.3.2. Pluviométrie	87
IV.3.4. Humidité	88
IV.4. Les besoins en eau d'irrigation	88
IV.4.1. Précipitation efficace (utile)	89
IV.4.2. Evapotranspiration	90
IV.4.3. Calcul des besoins en eau	93
IV.5. Détermination des volumes d'eau épurée mensuels	94
VI.6. Cas de réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation des oliviers.....	101

Conclusion

LISTE DES FIGURES

Figure. I.1: Situation géographique du Marsa Ben M'Hidi.....	1
Figure. I.2 : schéma directeur d'assainissement de Marsa Ben M'Hidi.....	12
Figure II.1 : Grille mécanique droite.....	27
Figure II.2 : Grille mécanique courbe.....	28
Figure II.3 : Schéma d'un décanteur primaire.....	30
Figure II.4: Epuration biologique : schéma de principe de l'épuration par boues activée....	33
Figure II.5: Photo du pH mètre HACH utilisé.....	38
Figure II.6. Oxymétrie (laboratoire de station d'épuration de ain el houtz Tlemcen).....	39
Figure II.7 : Photo du conductimètre HACH 54500-18.....	40
Figure II.8. Dispositif de filtration.....	41
Figure II.9. Balance électronique.....	41
Figure II.10. Etuve ;(laboratoire du département d'hydraulique université de Tlemcen).....	41
Figure II.11. Réacteur DCO (laboratoire du département d'hydraulique université de Tlemcen).....	43
Figure III.1. Code de calcul automatique sur excel.....	85
Figure IV.1. Schéma explicatif de calcul.....	102

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I

Tableau I.1: Température annuelle moyenne.....	3
Tableau I.2 : Précipitation annuelle moyenne.....	4
Tableau I.3 : Moyenne de la vitesse du vent.....	5
Tableau I.4 : Évolution de la population.....	6
Tableau I.5: Les équipements publics existants à Marsa Ben M' Hidi.....	7
Tableau I.6: Le bilan ressources/besoins en eau potable de Marsa Ben M'Hidi.....	8
Tableau I.7: Les besoins en assainissement.....	9
Tableau I.8 : Le Tableau suivant représente de la consommation et les rejets pour la zone A.....	13
Tableau I.9: Le Tableau suivant représente de la consommation et les rejets pour la zone B.....	14
Tableau I.10: Le Tableau suivant représente de la consommation et les rejets pour La zone C.....	14
Tableau I.11: Estimation du débit moyen journalier.....	15

CHAPITRE II

Tableau II.1: Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).....	24
Tableau II.2: Résultats d'analyse physico-chimique de l'eau.....	36
Tableau II.3: Plage de mesure et le volume de l'échantillon.....	44

CHAPITRE III

Tableau III.1: Récapitulatifs des données de bases.....	51
Tableau III.2: Espacement et épaisseur des barreaux.....	53
Tableau III.3: Récapitulatif des résultats.....	58

Tableau III.4: Récapitulatif des résultats des calculs du décanteur.....	63
Tableau III.5: Fiche technique de la station d'épuration.....	82

CHAPITRE IV

Tableau IV.1: Les surfaces cumulées de chaque type de culture dans le périmètre.....	86
Tableau IV.2: Températures moyennes mensuelles dans la région de Marsat Ben M'Hidi...	87
Tableau IV.3: précipitations moyennes mensuelles dans la région de Marsat Ben M'Hidi...	88
Tableau IV.4: Humidité moyenne en % de la station de Marsat Ben M'Hidi.....	88
Tableau IV.5: Coefficient de cultural pour chaque culture.....	89
Tableau IV.6 : Coefficients de corrélation et valeur de pluie utile.....	90
Tableau IV.7: Détermination des volumes moyens mensuels d'eau épurée.....	95
Tableau IV.8: Besoins en eau d'irrigation des vignes.....	96
Tableau IV.9: Besoins en eau d'irrigation des Amendes.....	97
Tableau IV.10: Besoins en eau d'irrigation des agrumes.....	98
Tableau IV.11: Besoins en eau d'irrigation des oliviers.....	99
Tableau IV.12: Besoins en eau d'irrigation globale du périmètre.....	100
Tableau IV.13: Représente la superficie irriguée d'olivier.....	101

Liste des abreviations

a: indice d'aridité mensuelle.

B_{\min} : Boues minérales

B_{dur} : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures),

B_{eff} : Fuite des MES avec l'effluent

C_m : charge massique

C_v : charge volumique

$[Cb]$: concentration des boues

C_s : concentration en oxygène à saturation mesurée à l'interface

D : Diamètre

DBO_5 : Demande biochimique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

D_{fc} : le débit fictif continu de mois de pointe de chaque culture.

E : Besoin en énergie de l'aérateur

EH : Equivalent-Habitant

E_n : puissance d'aération nécessaire

EP : Eaux Pluviales

ETP : évapotranspiration mensuelles

ETR : évapotranspiration réelle annuelle en mm

E_{tm} : évapotranspiration maximale

ET_o : évapotranspiration de référence (évapotranspiration potentielle).

EU : Eaux Usées

hr : humidité relative de l'air.

h/H : insolation relative, en heures.

h : durée d'insolation de la station considérée, en heures/mois.

I : indice climatique.

I_g : radiation globale mensuelle

I_{g0} : radiation maximale en fonction de la latitude

Kc : coefficient de culture.

L : Longueur en (m)

l : Largeur en (m)

Lo: charges en DBO5

M : température maximum durant l'année.

m : température minimum durant l'année.

M_o: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°K).

M_o: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°K).

MES : Matière en suspension

MVS : Matière volatiles en suspension

MM: Matière minérale

M_b : Masse totale de MVS dans le bassin

NTK: Azote total Kjeidhal

N : nombre d'aérateur

O₂ : Oxygène dissous

P : la moyenne précipitation annuelles sur le bassin en millimètres.

P : précipitation moyenne annuelles en mm.

Pa : pression atmosphérique au niveau de la mer.

P : précipitation moyenne mensuelle en (mm).

Q: Débit

Q_{air} : quantité d'air injectée

Q_{o₂} : Besoin en oxygène (Kg/j).

R : rendement

S : Section

T : température moyenne annuelle (°C).

Ts : temps de séjour

V : Volume en (m³/j).

Ve : Vitesse en (m/s).

Xo : charges en MVS

X_m : Concentration de boues en excès

Y0 : charges en MES

Δh: perte de Charge en m



Introduction



Introduction

Le développement de l'humanité est de plus en plus freiné par la pollution croissante de l'eau. La contamination des lacs et des rivières est un des problèmes de pollution de l'eau que l'on rencontre le plus fréquemment dans le monde, d'où la nécessité de traiter les eaux usées avant de les rejeter dans les milieux naturels.

Actuellement, les rejets des eaux usées de la commune de Marsa Ben M'Hidi se déversent directement dans l'oued de Kiss sans aucun traitement préalable, se qui conduit à la pollution de ce dernier et par voie de conséquence nuire au caractère touristique de région. Afin de mettre à terme à ce problème, une station d'épuration est proposé et dimensionnée pour la dite localité.

De plus puisque les eaux épurées peuvent constituées une ressource non négligeable une étude de possibilité de réutilisation des de la STEP projeté en, irrigation est entreprise.

Cette étude vient compléter l'étude de schéma d'assainissement de la ville de Marsat Ben M'Hidi(Master) précédemment réalisée par Ghali Samira en 2012

A terme de la présente étude une STEP type boues activées a été proposée et dimensionnée se qui préservera le milieu naturelle de la pollution d'un coté et de l'autre coté, la quantité non négligeable d'eau épurée permettra l'irrigation d'une centaine d'hectares de terres agricoles avoisinantes.

Notre mémoire est structuré comme suite :

- **Chapitre I** : présentation de la commune de Marsat Ben M'Hidi
- **Chapitre II** : Une recherche bibliographique portant sur la pollution des eaux et les différentes techniques d'épuration existantes en mettant en évidence leurs efficacités et La mesure et l'analyse des différents paramètres de la pollution ainsi que le débit entrant.
- **Chapitre III** : Dimensionnement de la station d'épuration pour L'horizons 2040
- **Chapitre IV** : Etude de la possibilité de réutilisation des eaux épurées en irrigation



Chapitre -I-



Chapitre I :

Présentation de la ville Marsa Ben M'Hidi

I.1. Situation géographique :

Marsa Ben M'Hidi est une ville côtière de la mer Méditerranée à la frontière marocaine (limitrophe de la ville marocaine de Saïdia) du nord Algérien à vocation agricole, touristique.

Elle est située à 110 km au nord-ouest de Tlemcen et à 54 km au nord-ouest de Maghnia, faisant partie du massif des Trara. Elle comporte actuellement cinq communes « A.C.L Marsa Ben M'Hidi-As M'Kam Moulay Aek ,Merrika ,Chaib Rasso , Sarramrame, Annabra »

Elle est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord.
- Oued Kiss qui constitue la frontière marocaine à l'Ouest [1].
- La commune de M'Sirda Fouaga à l'Est et au Sud.

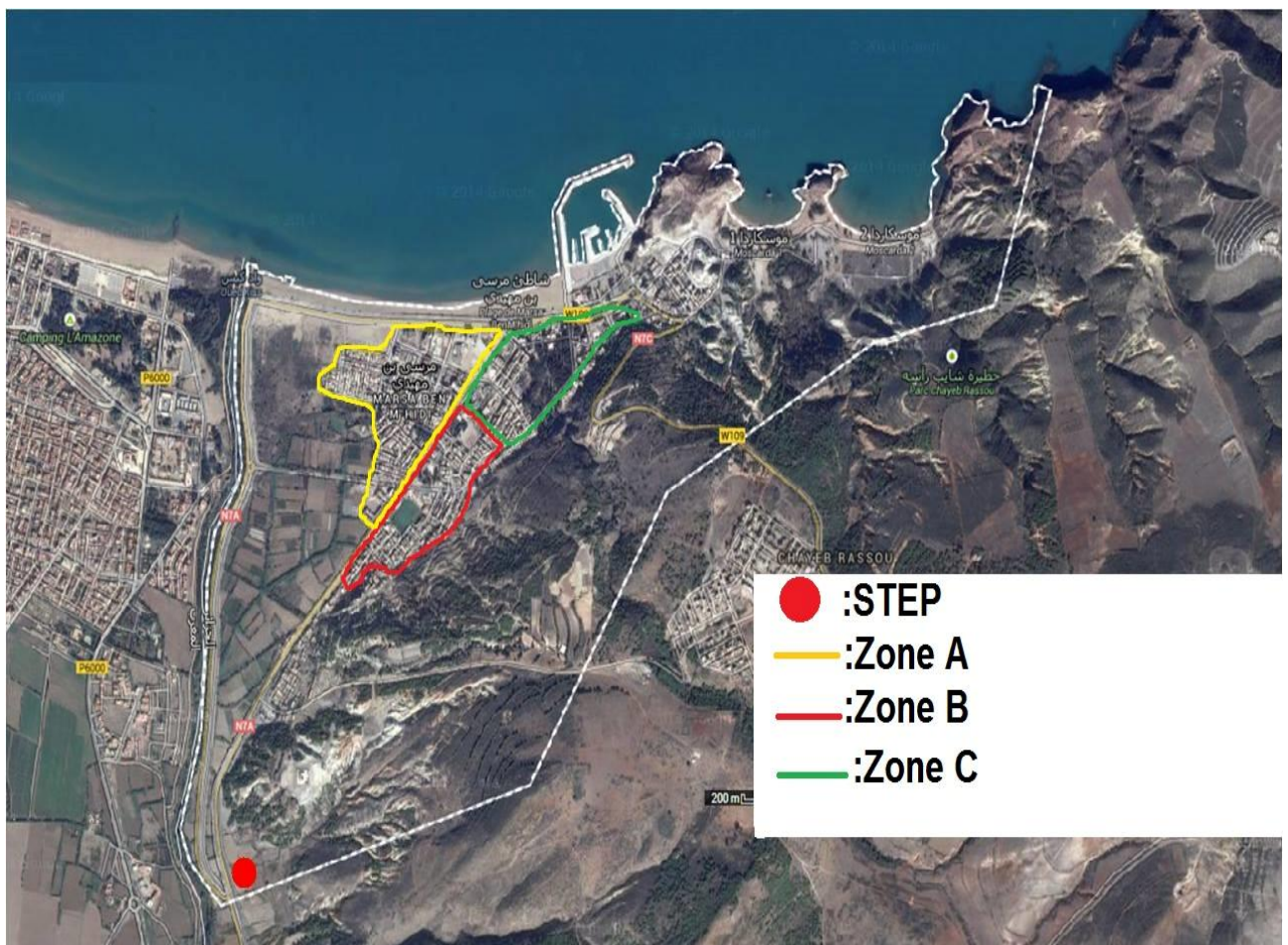


Figure. I.1 : Situation géographique du Marsa Ben M'Hidi

I.2. Le contexte physique :

L'espace communal de Marsat Ben M'Hidi n'est pas tout à fait homogène. Il est constitué d'une bande littorale, depuis l'embouchure d'Oued Kiss, marquant la frontière Algéro-Marocaine, jusqu'à celle de l'Oued Ain Adjeroud à l'Est, constituant la limite communale avec M'Sirda Fouaga.

La commune de marsat ben m'hidi est rattaché géographiquement au Massif des Trara, avec une altitude assez modérée. Le point culminant (monticule de Chaib Rasso) se trouve à 317m d'altitude, surplombant le reste de l'espace communal.

A l'exception des baies, constituants des plages de capacité d'accueil moyenne (Marsa M'hidi, Moscarda et Ain Adjeroud), la façade maritime est en général assez raide, ce qui présente un caractère accidenté et enclavé à cette bande côtière.

Plus à l'intérieur, le relief se relève brutalement pour se maintenir à des altitudes comprises entre 200 et 300m. Outre sa bonne accessibilité, ce relief vallonné est parsemé de centres agglomérés et d'habitat épars, avec un mode de vie essentiellement rural, pratiquant une agriculture traditionnelle.

Par ailleurs, la faible valeur agricole des terres a eu pour conséquence une occupation du sol fragmentaire et une dévalorisation de l'espace rural au dépend d'une polarisation relative autour du chef lieu de la commune, provoquant ainsi une certaine asymétrie fonctionnelle et une disparité structurelle de l'espace communal, laquelle apparaît compacte au Nord et lâche et émiétté au Sud [1].

I.3. Hydrographie :

Le réseau hydrographique est composé essentiellement de l'Oued Kiss Aval avec un écoulement permanent des eaux superficielles des Oueds et des thalwegs intermittents. La présence de ces oueds constitue un problème d'inondation permanente notamment par l'Oued de Sidi M'Hamed qui traverse l'agglomération de Marsat Ben M'Hidi [1].

I.4. Géologie et Hydrogéologie :

La bande littorale et en particulier les Traras sont formés de roches sédimentaires plissées autour de noyau cristallin du Djebel Fillaoucène (1136 m). Les Traras sont caractérisés par

des affleurements rocheux très variés, où dominent les argiles, les marnes, qui augmentent l'effet érosif en l'absence de couvert végétal et quelques affleurements durs sur les sommets calcaires ou granites. Ils comportent des époinçements et coulées volcaniques récentes d'âge mio-pliocène, liées à des mouvements récents. Ils se raccordent vers l'est par les Monts des Sebaa Chioukh, au-delà de Béni Saf aux chaînes telliennes du Tell oranais (Tessala). Les formations superficielles sont marquées essentiellement par les encroûtements calcaires sur les versants et les formations alluvionnaires dans les fonds des vallées et des dépressions qui constituent ainsi le domaine de l'arboriculture traditionnelle de montagne [1].

I.5. Climatologie de la région :

La région de Marsat Ben M'Hidi est caractérisée par un climat de type méditerranéen constitué d'une saison chaude et sèche se prolongeant au-delà de l'été et jusqu'au mois d'octobre, et une saison froide de novembre à avril, pendant laquelle les pluies tombent sous forme d'averses de courtes durées, et souvent assez violentes [1].

Selon la station météorologique de Marsa Ben M'Hidi (ANRH):

Code : 040104 ; X=53.95km ; Y=209.55km ; Z=5m [ANRH]

Période de fonctionnement : 1943-1998, on a constaté que :

a) Température :

Le climat de la région en générale est de type méditerranéen du point de vue température moyenne, pluviométrie annuelle et répartition saisonnière des précipitations.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 17.7°C. La température moyenne mensuelle maximum est observée aux mois de Juillet-Aout. La température moyenne mensuelle décroît à partir de ces mois, jusqu'au mois de Janvier où elle atteint sa valeur moyenne minimale [2].

D'après le tableau qui suit, on constate que les températures traduisent la prépondérance des influences littorales méditerranéennes qui se manifestent par un Eté chaud et sec.

Tableau I.1 : Température annuelle moyenne [2].

Mois	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy Mensu.
T° C	23.4	19.3	16.9	13.8	10.3	10.6	13.0	14.4	19.5	22.7	26.5	25.9	18.025

b) Pluviométrie :

L'étude des précipitations joue un très grand rôle, pour le choix du type de réseau d'assainissement à adopter et pour tout dimensionnement d'ouvrage à vocation hydraulique, principalement, les STEP. Elle nous donne aussi une idée sur la nécessité de projection des ouvrages spéciaux comme les déversoirs d'orages, ou encore des canaux pour eau pluviale servant de protection pour l'agglomération contre des inondations.

La ville de Marsat Ben M'Hidi connaît une pluviométrie très irrégulière et peut varier considérablement d'une année à une autre [2].

➤ **Pluviométrie annuelle :**

La moyenne annuelle est estimée à 324 mm. L'analyse climatique du secteur étudié s'est basée sur les travaux et données de Selzer (1946) et de Chaumont et Paquin qui ont établi en 1971 la carte pluviométrique de l'Algérie septentrionale Ouest, à l'échelle 1 :500 000 et à partir des observations étalées sur une période de 53 années (1943-1998). Nous avons utilisé des observations plus récentes (jusqu'à 1998) au niveau de la station de Marsat Ben M'Hidi. Seules les données de 50 années et de 45 années furent utilisées respectivement pour la série des précipitations mensuelles et pour la série des pluies maximales journalières. Les autres années se caractérisent par des lacunes dans les observations [2].

➤ **Pluviométrie mensuelle :**

On note une augmentation des pluies mensuelles de septembre à février, suivie d'une diminution des normes mensuelles des pluies jusqu'aux mois de juillet-août. Cette variation mensuelle est très accentuée en été (juin, juillet et août). La variation est quasi stable pour les autres mois de l'année [2].

Ce tableau présente la précipitation annuelle moyenne de Marsa Ben M' Hidi pour l'année 2013 :

Tableau I.2 : Précipitation annuelle moyenne [2].

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Total Mensuel
Pluvio (mm)	16.8	60.8	128.5	42.8	147.1	34.6	19.5	0	17.1	0	0	0	467.1

c) Vents :

Le vent est un des éléments les plus importants du climat de Marsat Ben M'Hidi, sa direction varie du Nord-est au Nord-Ouest et de l'Ouest au Sud-ouest.

Pour avoir un aperçu de la grandeur de ces vents on propose le tableau 03 qui récapitule les vents moyens mensuels durant l'année 2010 [2].

Tableau I.3 : Moyenne de la vitesse du vent [2].

Mois	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
V (km/h)	11.7	6.9	9.1	8.3	8.0	7.8	8.5	6.9	6.5	8.5	8.2	10.3	8.39

I.6. Sismicité :

Le zonage sismique du 16 territoire Algérien montre que la zone tellienne dont fait partie la wilaya de Tlemcen, notamment sa frange littorale (Marsat Ben M'Hidi) est soumise au degré d'aléas sismiques le plus élevé. La carte proposée par le CRAAG la classe au niveau 03 dont l'intensité maximale attendue est comprise entre 9 et 10. Des dispositions urgentes et particulières s'imposent pour le périmètre d'étude, tant au plan des réalisations parasismiques, surtout que le sol présente une hétérogénéité géotechnique horizontale ou verticale, qu'au plan du renforcement des moyens de prévention et de gestion catastrophes naturelles [1].

I.7. Situation démographique actuelle :

Selon les données figurant sur le PDAU de la ville de Marsat Ben M'Hidi la population actuelle de la commune est de **6235 hab.** d'après les nouvelles données apportées par le RGPH 2008 avec un taux d'accroissement moyen égal à **1.20 %** par rapport au RGPH 1998.

Cette situation démontre que la population de la commune a tendance à connaître une stabilité relative de sa population locale.

Le tableau suivant montre l'évolution de la population et taux d'accroissement démographique par période de recensement et par dispersion [1].

NB :

PDAU :Plant Directeur D'Aménagement et d'Urbanisme.

RGPH :Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

Tableau I.4. Évolution de la population [1].

Dispersion	RGPH	RGPH	TAAM	RGPH	TAAM	RGPH	TAAM
	1977	1987	1977 /1987 %	1998	1987/ 1998 %	2008	1998 /2008 %
Marsat Ben M'Hidi	1971	2594	2.7	3068	1.53	3349	0.9
M'kam Moulay AEK	-	-	-	-	-	276	-
Annabra	-	-	-	328	-	355	0.08
Merrika	-	-	-	494	-	610	2.13
Sarramrame	-	-	-	-	-	443	-
Chaib Rasso	-	-	-	-	-	377	-
Zone épars	1965	2013	0.2	1657	-1.75	825	-0.07
Total	3936	4607	1.58	5547	1.63	6235	1.2

NB :

TAAM : Taux d'Accroissement Annuel Moyen

I.7.1. Situation démographique à l'horizon 2040 :

D'après les informations recueillies auprès des services de la Daïra de Marsat Ben M'Hidi le nombre d'habitants saisonniers est estimé à 2 400 040 habitants durant l'année 2011, ce flux touristique est estimé à 07 millions de vacanciers pendant les trois mois de l'été pour l'horizon 2040 [2].

Pour l'évolution de la population à moyen et long terme nous avons pris le taux d'accroissement valorisé égal à 1.5% [2].

Dispersion	RGPH 2008	T.A. moyen %	Population Horizon 2030	Population Horizon 2040
Marsat Ben M'Hidi	3349	1.5	4647	5393
M'Kam Moulay AEK	276	1.5	383	445
Total	4002	-	5030	5838

I.7.2. Situation Socio-économique :

Les équipements publics existants sont concentrés au sein de l'agglomération chef lieu Marsa Ben M'Hidi.

Tableau I.5. Les équipements publics existants à Marsa Ben M' Hidi [1].

Equipements public	Nature des équipements	Nombre
Equipements scolaires	-Ecoles primaires	02
	-Ecoles moyens	01
	-Ecoles secondaires	01
	-Centre CFPA	01
Equipements sanitaires	-Centres de santé	01
	-Salles de soin	01
Equipements sportifs et culturels	- stade	01
	- piscine semi olympique	01
	- bibliothèque municipale	01
	- maison de culture	01
	- maison de jeunes	01
	- mosquées	03
	- maison pour enfants délaissés	01
Equipements administratifs et sécuritaires	- Siège de Daïra.	01
	- Siège de l'APC.	01
	- Agence des PTT	01
	- Sureté de Daïra	01
	- (CNAS).	01
	- Centre commercial	01
	-Caserne de police communale	01

	- centre de douanes	01
	- casernes GGF	02
	- brigade des gardes forestiers	01
	- hôtels	04
	-campings	02

I.8. Réseau AEP :

Les prélèvements sur la ressource destinée à l'alimentation de la commune sont effectués par les ouvrages suivant :

- le forage d'Annabra d'un débit de (6 l/s), réalisé en 2005, et alimentant le château d'eau d'une capacité de 150 m³ pour desservir l'agglomération secondaire d'Annabra.
- un autre forage destiné aux besoins de la commune de Marsa Ben M' Hidi , capté au niveau de Boukanoun (Oued Yabes) de la commune M'sirda El Fouaga d'un débit important de (20 l/s)réalisé en 2006.L'alimentation est assurés à partir du forage par conduite en fonte Φ 200mm vers la station de pompage de 60m³ située au niveau d' El Assa et refoulée vers le réservoir 250m³de l'agglomération secondaire de Chaib Rasso par une conduite de refoulement en fonte Φ 150mm. Un piquage sur la même conduite vers l'agglomération secondaire Merrika alimentant le réservoir 150m³par une conduite en acier galvanisé Φ 80-90mm.

Il est à noter que les puits existants sont exposés à un problème de qualité (salinisation par la remontée de l'eau de mer et la pollution engendré par un important volume d'eaux usées de la ville marocaine d'Ahfir, source de pollution du fait qu'il se déverse dans l'oued Kiss [1].

Tableau I.6. Le bilan ressources/besoins en eau potable de Marsa Ben M'Hidi [1].

	Population (2008)	Dotation l/j/hab	Besoins en eau m ³ /j	Volume mobilisé m ³ /j	Taux de satisfaction %	Origine de la ressource
Période normale	6235	97	604,79	2678,4	100	Forage Boukanoun +couloir ouest
Période estivale	46350	120	5562	4060,8	73	Forage Boukanoun +couloir ouest

I.9. Réseau Assainissement :

Le réseau d'assainissement de Marsat Ben M'Hidi de type pseudo-séparatif est constitué de trois sous réseaux, déversant chacun vers chaque station de relevage existante. On dénombre ainsi trois (03) stations de relevage existantes a. u niveau de la ville de Marsat Ben M'Hidi. Le boulevard principal est réalisé en conduites allant du diamètre 315mm type PVC jusqu'au diamètre 600mm type béton

Une grande partie des branchements particuliers est réalisée par les citoyens eux-mêmes par des buses en béton comprimé Ø200mm et Ø250mm.

A long terme nous devant vérifier si ce dernier peut répondre aux besoins de la population à l'horizon considère [1].

Tableau I.7. Les besoins en assainissement [1].

Commune		Population (2008)	Q _m (m ³ /j)	Q _{ass} (EU) (m ³ /j)
Marsa Ben M'Hidi	Période Normale	6235	604,79	484
	Période Estivale	46350	5562	4450

I.9.1. Aperçu général du réseau d'assainissement existant de Marsa Ben M'Hidi :

La commune de Marsa Ben M'Hidi est caractérisée par un milieu récepteur des eaux usées extrêmement fragile ; la plage de Marsa Ben M'Hidi et Oued Kiss, pollués déjà par les rejets de l'agglomération marocaine « Ahfir ».

Les eaux usées rejetées de la commune sans traitement préalable sont estimés à environ : 1247 m³/jour, un taux de raccordement global de 95% [2].

Le volume des eaux usées rejetées pour ACL de Marsa Ben M'Hidi, estimé comme suit :

-A court terme, le volume des eaux usées est de : 461,52m³/j

-A moyen terme, le volume des eaux usées est de : 505,2m³/j

-A long terme, le volume des eaux usées est de : 703m³/j [D'après subdivision des ressources en eau].

On cité l'état de fait du réseau actuel comme suit :

Le plus grand diamètre des collecteurs est en Ø600mm en béton, alors que les autres diamètres varient du Ø250mm au Ø400mm en béton ou PVC.

Ce collecteur qui longe le boulevard principal déverse dans la station de relevage principale de 100m³ qui refoule vers Oued Kiss.

Il a été constaté que certains tronçons ont été rénovés récemment dans les programmes de développement communal à savoir :

- Cité Riyad, réalisé en conduite type béton à emboîtement :

Un linéaire de 130m est réalisé en Ø400mm,

Un linéaire de 800m est réalisé en Ø300mm

- Cité agence foncière section 01, collecteur réalisé en conduite type PVC Ø315mm

- Front de mer, la conduite de refoulement reliant la station du port à la station principale existante est rénovée récemment en conduite type PEHD Ø315mm.

➤ **Etat de réseau d'assainissement :**

- La ville de Marsa Ben M'Hidi est complètement dépourvue de réseau d'assainissement pour eaux pluviaux. Il existe par contre un réseau des eaux usées dans quelques quartiers. Malheureusement, les eaux pluviales en différents endroits sont souvent déversées dans le réseau des eaux usées en créant de graves problèmes d'insalubrité aussi bien par les stagnations locales que par le déversement direct des stations de relevage [2].

- L'ensemble de l'agglomération de Marsa Ben M'Hidi est doté d'un réseau d'assainissement à part quelques structures et certaines maisons qui sont toujours assainis par les fosses septiques. Le réseau d'assainissement de Marsa Ben M'Hidi de type pseudo-séparatif est constitué de trois sous réseaux, déversant chacun vers chaque station de relevage existante. On dénombre ainsi trois (03) stations de relevage existantes au niveau de la ville de Marsa Ben M'Hidi [2].

- La première station « SP1 » de 60m³ de capacité située à l'entrée du port reçoit les eaux usées de la partie Est de Marsa Ben M'hidi y compris les eaux usées du port de plaisance, ces eaux sont véhiculées par refoulement vers un regard situé en face de l'hôtel Ziani puis gravitairement vers la deuxième station «SP2 » (de capacité 100 m3) du centre ville située près de l'ex Souk El Fellah.

- La deuxième station « SP2 » de 100m³ de capacité étant la station principale qui accumule tous les rejets de la ville de Marsa Ben M'Hidi, étant donné qu'elle reçoit les débits

issues des stations « SP1 » et « SP3 » pour les véhiculer par la suite vers Oued Kiss sans traitement préalable et ce sur un linéaire de 400m.

- La troisième station « SP3 » de capacité 20m³ située au niveau de la cité des écoles reçoit les eaux usées de la partie Nord de Marsa Ben M'Hidi et celles des maisons environnantes, le tout est ensuite refoulé par pompage vers la 2ème station « SP2 ».

- La problématique constatée est que les stations de relevage existantes sont implantées au cœur du tissu urbain, aussi elles ne sont pas dotées ni de groupes électrogènes de secours qui assurent leurs fonctionnements en cas de coupure du courant électrique, ni de groupes électropompes de secours. La ville de Marsa Ben M'Hidi connaît des défaillances électriques fréquentes ce qui conduit au débordement fréquent des stations causant ainsi un désagrément pour la population.

- Le boulevard principal est réalisé en conduites allant du diamètre 315mm type PVC jusqu'au diamètre 600mm type béton. Ce collecteur destiné à la collecte des eaux usées de la partie Sud-est et Sud-Ouest de la ville de Marsa Ben M'Hidi pour les évacuer à la station de relevage principale de 100m³ pour être ensuite rejeté vers Oued Kiss connaît des difficultés d'écoulement après le raccordement des avaloirs.

- Une grande partie des branchements particuliers est réalisée par les citoyens eux-mêmes par des buses en béton comprimé Ø200mm et Ø250mm **[D'après subdivision des ressources en eau]**.

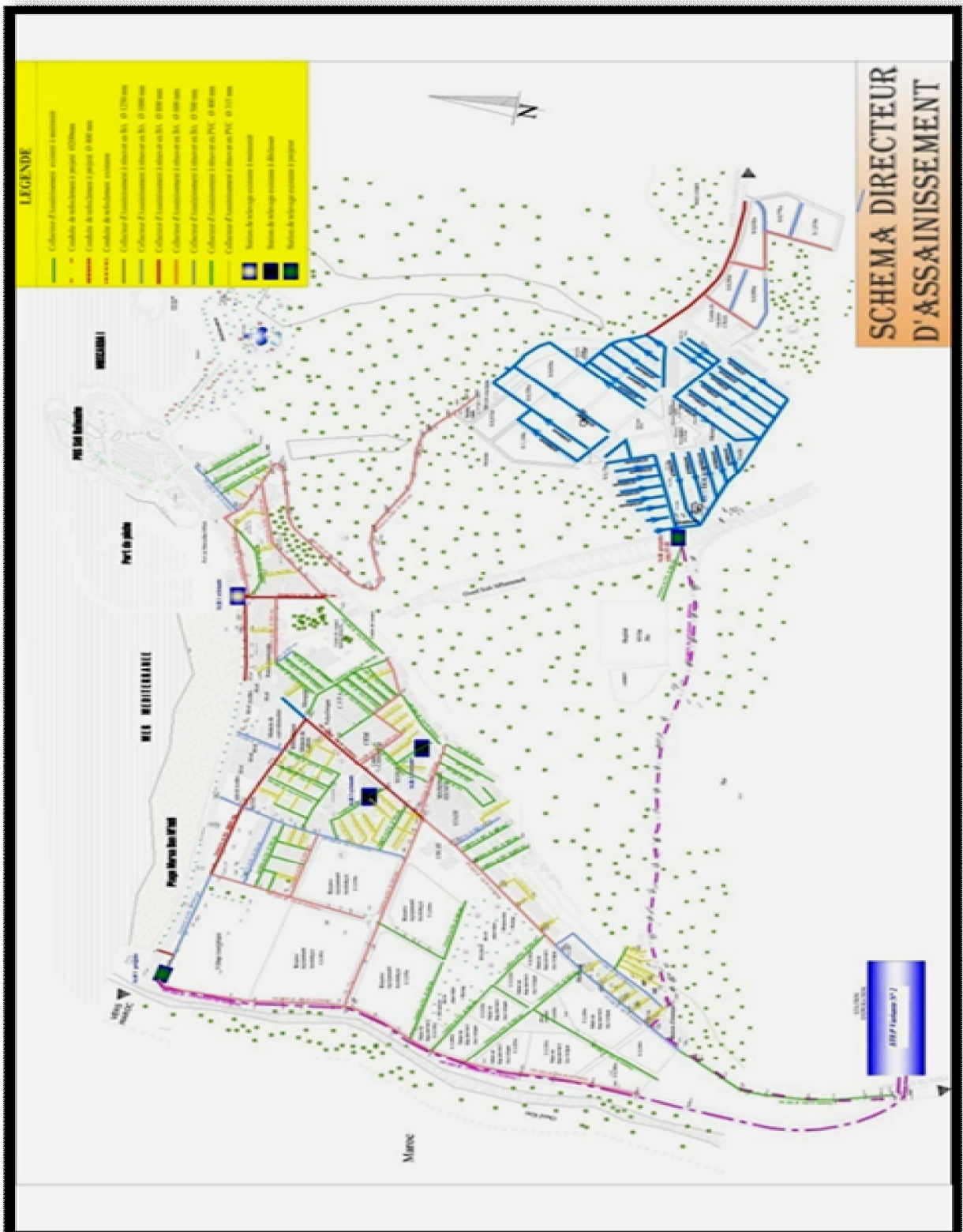


Figure. I.2 : schéma directeur d'assainissement de Marsa Ben M'Hidi [1]

I.9.2. Estimation du débit des équipements d'eau usée :

Comme on la cite clairement le débit d'eau est la somme de plusieurs eaux de provenances différentes, Les débits des équipements seront comptabilisés dans le débit d'eau usée d'origine domestique, ainsi que pour les eaux rejetées par les services publics. Dans notre projet on a trois zones et chaque zone est ses équipements [2].

Estimation des débits des équipements sont représenté dans les tableaux suivants ; on commence par la zone A estimation des débits représenté dans le tableau suivant :

Tableau I.8 : La consommation et les rejets pour la zone A :

nature des équipements	Capacité	dotation l/hab/J [3]	Consommation l/s	Qéqui
piscine semi olympique	100	80	0,093	0,074
Lycée	130	20	0,030	0,024
hôtel (projeté+existant)	320	300	1,111	0,889
Marché	250	10	0,029	0,023
siège daïra	20	60	0,014	0,011
GGF	100	250	0,289	0,231
Mosquée	300	80	0,278	0,222

Estimation des débits des équipements pour la zone B sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau I.9 : La consommation et les rejets pour la zone B :

nature des équipements	capacité	dotation l/hab/J [3]	Consommation l/s	Qéqui
Stade	4837	10	0,560	0,448
maison de jeune	60	20	0,014	0,011
2 hôtels	300	300	1,042	0,833
2 centres commerciaux	300	20	0,069	0,056
bibliothèque	45	20	0,010	0,008
CEM	480	20	0,111	0,089
Ecole	615	20	0,142	0,114
maison de culture	40	20	0,009	0,007
Gendarmerie	100	250	0,289	0,231

Le tableau suivant représente l'estimation des débits des équipements de la zone C :

Tableau I.10: La consommation et les rejets pour La zone C [2] :

nature des équipements	capacité	dotation l/hab/J [4]	Consommation l/s	Qéqui
CFPA	361	20	0,084	0,067
police communale	70	250	0,203	0,162
Hôtel	100	300	0,347	0,278
PTT+APC+siège APC	40	60	0,028	0,022
salle de soin	45	20	0,010	0,008
centre de santé	50	20	0,012	0,009
Douane	120	250	0,347	0,278
casernes GGF	100	250	0,289	0,231

I.9.3. Evaluation du débit moyen journalier (habitats):

Les résultats de calcul d'estimation du débit moyen journalier de chaque zone sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau I.11 : Estimation du débit moyen journalier [2].

Commune Marsat Ben M'Hidi	Populati on (hab)	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj habitats (m3/s)
Population de Zone A	5229	200	0,09
Population de Zone B	2818	200	0,048
Population de Zone C	1435	200	0,024



Chapitre **II**



Chapitre II :

Généralités sur les eaux usées et leurs traitements

II.1. Types de pollution dans les eaux usées :

II.1.1. Introduction :

Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer de l'oxygène et n'est donc pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Lorsque l'importance d'un rejet excède la capacité d'autoépuration de ces cours d'eau, la détérioration de l'environnement peut être durable. C'est pourquoi, il est indispensable d'épurer les eaux usées avant de les rejeter en milieu naturel.

II.1.2. Origine des eaux usées :

Dans la nature, les eaux usées à évacuer sont de trois types :

a. Les eaux de ruissellement :

Comprennent les eaux de pluies, eaux de lavage et les eaux de drainage. Ces eaux sont polluées par les matières qu'elles entraînent et n'ont pas de provenances des trottoirs et des chaussées (huiles, mazoutes, graisse, sable ...Etc.). Elles contiennent également de zinc, plomb, et cuivre. Les eaux de drainage peuvent provenir de la montée d'une nappe phréatique dans le sol. Elles sont généralement peu polluées.

b. Les eaux usées d'origine domestique :

Elles représentent environ un volume de 80% des eaux potables.

Elles contiennent :

*Les eaux ménagères (eaux de cuisine et de salle de bain, lessive).

*Les eaux vannes (eaux de WC sont constituées par l'urine et les matières fécales diluées avec l'eau d'échasses) [3].

c. Les eaux usées d'origine industrielles :

Elles contiennent des substances minérales ou organiques, corrosives ou entartrant à température élevée, et des substances toxiques et des inhibiteurs ce nécessite un prétraitement en usine avant leur rejet dans le réseau général d'assainissement [4].

II.1.3. Pollution des eaux usées :

La pollution se manifeste généralement sous quatre formes principales :

- D'origine organique.
- D'origine microbiologique.
- D'origine minérale
- D'origine toxique (minérale et organique).

A chacune de ces formes de pollutions correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu.

a. Pollution organique :

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales) chaque activité rejette des composées spécifiques biodégradables ou pas.

On distingue pour les eaux usées urbaines les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergents (anioniques, cationiques, non ioniques), les huiles et goudrons.

b. Pollution microbiologique :

Cette pollution est due à la présence d'une multitude d'organismes vivants dans les eaux usées apportés par les excréments d'origines humaine ou animale.

Ces bactéries jouent le rôle de témoins de pollution.

La pollution microbiologique devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu récepteur pouvant provoquer des maladies dangereuses pour l'individu.

c. Pollution minérale :

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que :

Les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore.

Ces substances suscitées :

- Peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu.
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration.
- Affectant sérieusement les cultures.

d. Pollution toxique :

La toxicité présente dans les eaux usées peut être organique ou minérale, les substances organiques toxiques sont entre autres les pesticides, les hydrocarbures et les produits organiques de synthèse industriels (aldéhydes, phénols, produits azotes ...etc.).

Les substances minérales toxiques sont : les sels à fortes concentration, les ions métalliques rejetés par les effluents industriels.

II.1.4.Paramètres de pollution des eaux :

La pollution des eaux usées se présente sous trois formes principales

- Physique (matières en suspension).
- Chimique (matières organiques dissoutes).
- Biologique

II.1.4.1.Paramètres physiques chimiques :

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure par analyse de ces derniers (au niveau du rejet, du milieu naturel ou du milieu pollué) permet de l'étudier [5].

➤ La température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermiques induisant ainsi une forte perturbation du milieu. La température est mesurée par thermo-sonde (ou par thermomètre) [5].

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. ... [6].

➤ **Le potentiel d'Hydrogène (pH) :**

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales [7].

En milieu naturel, certains rejets industriels ou les apports d'eaux de ruissellement sont la cause de variation du pH qui s'avère être, dans ce cas, un indice de pollution [8].

Les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la disponibilité et donc la toxicité.

➤ **La turbidité et les matières en suspension :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau. Elle est mesurée :

- ✓ soit visuellement par la hauteur d'eau à travers laquelle on ne distingue plus un objet (disque de Secchi, fil de platine) ; elle est alors exprimée en mètre.
- ✓ soit électroniquement (néphélométrie) par comparaison avec une gamme de solution de référence (silice, mastic, formazine) ; elle est alors exprimée en mg/l de silice, de mastic, ... ou en unité (NTU, Nephelometric Turbidity Unit, ou JTU - Jackson ou FTU, Formazine-) [5].

La turbidité varie suivant les matières en suspension (MES) de l'eau :

La détermination des matières en suspension (MES) est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration.

Dans une eau usée urbaine, près de 50 % de la pollution organique se trouve sous forme de MES. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas, sauf en période de crue des cours d'eau.

La composition des MES peut être appréciée par analyse directe : plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées. Les MES sont exprimées en mg/l [9].

➤ **La demande biologique en oxygène (DBO5) :**

La demande biochimique en oxygène DBO, exprimée en mg d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie [9].

Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5.

Une autre définition de la DBO5 c'est la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C à l'obscurité et pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique d'une fraction de matière organique carbonée [10].

La DBO5 est un paramètre intéressant pour l'appréciation de la qualité des eaux : dans les eaux pures elle est inférieure à 1 mg d'(O₂)/l, et quand elle dépasse les 9 mg/l l'eau est considérée comme étant impropre [7].

➤ **La demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO), exprimée en mg d'(O₂)/l, correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique est dans des conditions définies de la matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables [11].

➤ **Les matières oxydables (MO) :**

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau, il se définit à partir de la DBO5 et de la DCO selon la formule suivante [12] :

$$MO = (2 \times DBO5 + DCO) / 3$$

➤ **Le carbone organique total (COT) :**

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduelles (cellulose, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (COD) ou le carbone total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO.

Les méthodes de dosage du carbone organique utilisent toutes le même principe, qui consistent à oxyder le carbone organique en dioxyde de carbone. Cette oxydation peut être obtenue par combustion, irradiation UV, oxydation chimique ou par tous autres procédés appropriés. Le dioxyde de carbone est ensuite mesuré, soit directement, par un analyseur infrarouge ou par toutes méthodes convenant à son dosage, soit réduit en méthane et analysé par un décanteur à ionisation de flamme [6].

➤ **L'azote et le phosphore :**

Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

• **L'azote :**

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale) et la mesure du N-NH₄. La concentration du N-NTK est de l'ordre de 15 à 20% de celle de la DBO. L'apport journalier est compris entre 10 et 15g par habitant [11].

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique [5].

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal. En milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène [8].

• **Phosphore :**

Le phosphore est présent dans l'eau sous plusieurs formes : phosphates, polyphosphates, phosphore organique ... ; les apports les plus importants proviennent des déjections humaines et animales, et surtout des produits de lavage. Les composés phosphorés sont indésirables

dans les réservoirs de distribution d'eau potable, parce qu'ils contribuent au développement d'algues et plus généralement du plancton aquatique.

Agents d'eutrophisation gênant dans le milieu naturel, les phosphates n'ont pas d'incidence sanitaire et les polyphosphates sont autorisés comme adjuvants pour la prévention de l'entartrage dans les réseaux [9].

➤ **Oligo-éléments et les toxiques minéraux :**

Les oligo-éléments sont toujours présents dans l'eau en quantités très faibles. Leur présence est généralement indispensable au développement des êtres vivants, et leur absence peut entraîner des carences. A plus fortes concentrations, ils deviennent toxiques.

La plupart sont désignés comme étant "métaux lourds", bien que tous ne soient pas des métaux ; ces éléments sont soumis à des normes, particulièrement en eau potable, mais aussi en rejets industriels, pour les boues d'épuration valorisable en agriculture, pour les épandages de boues de curage de rivières [9].

II .1.4.2. Les paramètres bactériologiques :

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale [9].

L'OMS (1979) a choisi plusieurs témoins répondant à certaines exigences ; il s'agit des coliformes, des streptocoques fécaux du groupe D de LANCFIELD (1933), et parfois les *Clostridium perfringens*.

La raison de ce choix réside dans le fait que la numération de ces bactéries est beaucoup plus simple et rapide entre 24 et 48h, que celle des germes pathogènes ; généralement plusieurs jours avec nécessité d'identification sérologique [13].

➤ **Les coliformes totaux (CT) :**

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulants permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C (OMS, 1979).

Les coliformes regroupent les genres *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia* [14].

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification

de l'efficacité d'un traitement désinfectant et est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale [6].

➤ **Les coliformes fécaux (CF) :**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulants, on les désigne souvent sous le nom d'*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aérogènes*, *Klebsiella pneumoniiae* ...etc.) [15].

La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux est un examen proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine [6].

➤ **Les Streptococcus fécaux :**

Sont considérées comme streptocoques fécaux, toutes les bactéries Gram (+) de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales. Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes [16] [14].

II.1.5. L'équivalent habitant (EH) :

Un équivalent habitant correspond à la pollution quotidienne que génère un individu. Chacun est sensé utiliser 180 à 300 l d'eau par jour.

La quantité de pollution journalière produite par un individu est estimée à 57 g de matières oxydables (MO), 90 g de matières en suspension (MES), 15 g de matières azotées (MA), et 4 g de matières phosphorées (MP). Enfin, la concentration des germes est généralement de l'ordre de 1 à 10 milliards de germes pour 100 ml [12].

II.1.6. Les normes algériennes de rejet d'effluents :

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides (**voir annexe I**), définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel et fixe, en son annexe, les valeurs limites de ce rejet.

Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3 (**voir annexe II**). Les valeurs limites maximales de rejet d'effluents fixées par ces deux décrets sont regroupées dans le tableau.

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement.

Tableau II.1 : Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

UNITÉS	VALEURS LIMITES	PARAMÈTRES
°C	30	Température
-	6,5 à 8,5	pH
mg/l	35	MES
mg/l	35	DBO5
mg/l	120	DCO
mg/l	30	Azote Kjeldahl
mg/l	02	Phosphates
mg/l	10	Phosphore total
mg/l	0,1	Cyanures
mg/l	03	Aluminium
mg/l	0,2	Cadmium
mg/l	03	Fer
mg/l	01	Manganèse
mg/l	0,01	Mercure total
mg/l	0,5	Nickel total

mg/l	0,5	Plomb total
mg/l	0,5	Cuivre total
mg/l	03	Zinc total
mg/l	20	Huiles et Graisses
mg/l	10	Hydrocarbures totaux
mg/l	0,3	Indice Phénols
mg/l	15	Fluor et composés
mg/l	02	Étain total
mg/l	05	Composés organiques chlorés
mg/l	0,5	Chrome total
mg/l	03	(*) Chrome III +
mg/l	0,1	(*) Chrome VI +
mg/l	20	(*) Solvants organiques
mg/l	1,0	(*) Chlore actif
mg/l	0,001	(*) PCB
mg/l	2	(*) Détergents
mg/l	10	(*) Tensioactifs anioniques

II.2.Procèdes d'épurations des eaux usées :

II.2.1.Introduction :

Les eaux usées sont un milieu très chargé en matières polluantes nuisibles pour les êtres vivants et le milieu récepteur. Pour éviter toute pollution l'eau usée doit être épurée avant son rejet ou sa réutilisation.

Généralement trois étapes de traitement doivent être respectées pour épurer une eau usée

1. Le traitement primaire.
2. Le traitement secondaire.
3. Le traitement tertiaire.

II.2.2. Traitement primaire :

Les procédés du traitement primaire sont physiques, Ils sont réalisés souvent en deux parties : le prétraitement et une décantation primaire.

II.2.2.1. Prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et endommager les équipements. Il comporte :

- Le dégrillage,
- La délacération,
- Le tamisage,
- Le dessablage,
- Le déshuilage et dégraissage [17],

a. Le dégrillage : consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille (il en existe plusieurs types) dont les barreaux plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. L'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent.

Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de la grille :

- un pré-dégrillage : espacement de 30 à 100 mm,
- un dégrillage moyen : espacement de 10 à 25 mm,
- un dégrillage fin : espacement de 3 à 10 mm,

Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter. On distingue :

- **Grille manuelles :** elles sont cependant réservées aux petites stations (<5000 habitants).

Généralement inclinées par rapport l'horizontale (60° à 80°), le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau.

- **Grilles mécaniques :** Au de là de 2000 équivalents habitants la station doit être équipée de grilles mécaniques. Les grilles mécaniques sont classées en deux catégories :

- **les grille droites :** fortement relevées (inclinaison de 80°), elles sont conçues avec des dispositifs de nettoyage différents tel que :

- Des râteliers ou des peignes ;
- Des brosses montées sur chaîne sans fin ;
- Des grappins alternatifs, à commande par câble permettant remonter, les détritiques sur de grande hauteur [17].

La figure II.1 donne un exemple de grille droite

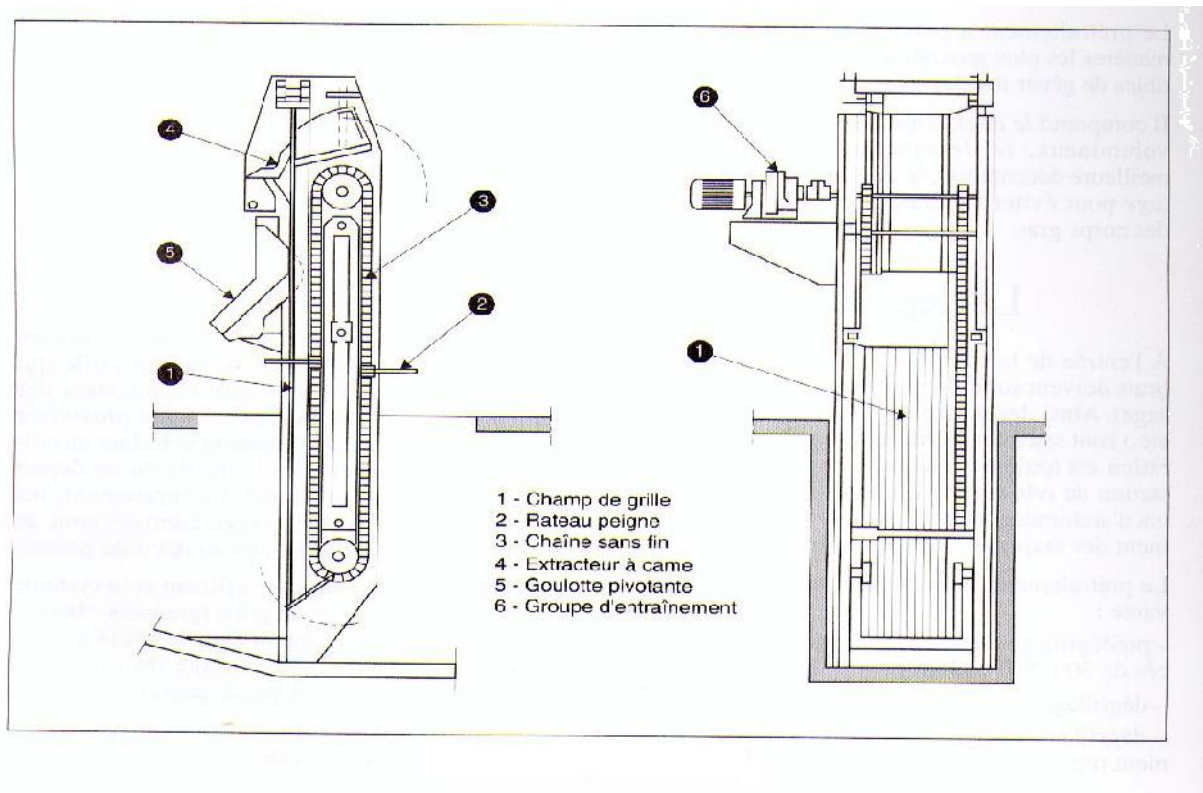


Figure II.1 : grille mécanique droite [18].

- **Les Grilles courbes** : ces grilles sont conçues pour traiter les eaux d'une station traitant 10 à 5000 m³/h. constituées de barreaux en fer plat formés en quart de cercle, elles sont nettoyées par un double râtelier tournant ou encore par un système de bielles appliquées contre la grille [17]. (figure II.2)

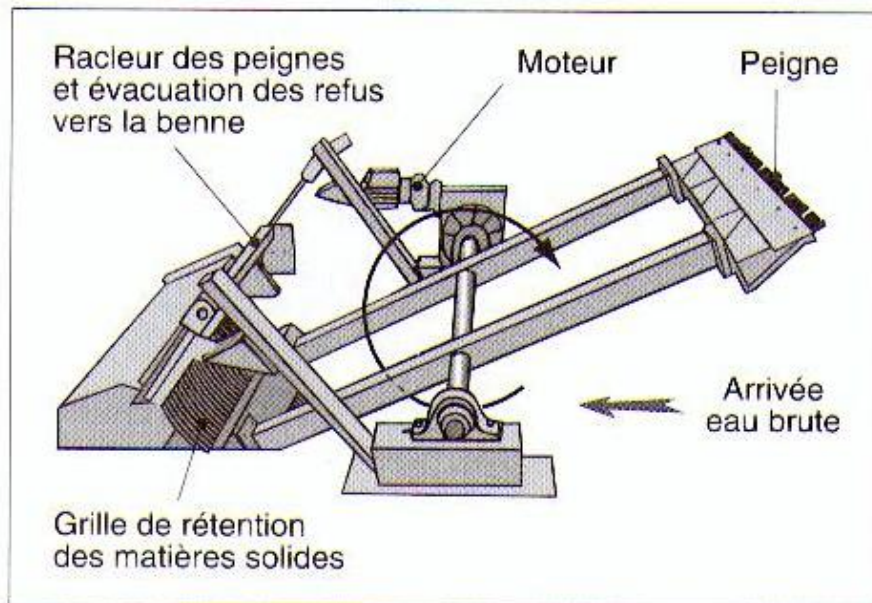


Figure II.2 : Grille mécanique courbe [18]

- b. Délacération :** il s'agit d'une opération de broyage des déchets qui sont évacués avec l'eau brute. Ce système nécessite beaucoup d'impératifs liés à la nature des déchets, et à l'efficacité de ce traitement. Les broyeurs sont deux types [19] :
- broyeurs à marteau,
 - tambours à râteau,
- c. Tamisage :** le tamisage est en fait un dégrillage poussé et consiste en une filtration sur toile mettant en œuvre des mailles de différentes dimensions (0,1 à 4mm).

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées

- la récupération de déchets recyclables ;
 - la protection de canalisations et des pompes ;
 - la limitation des risques de dépôts et de fermentation [17] ;
- d. Dessablage :** l'élimination des sables présents dans l'effluent brut est indispensable si on veut protéger les conduites et les pompes contre la corrosion et aussi éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement, et éviter de perturber les autres stades de traitement en particulier le réacteur biologique.

Il existe divers types de dessableurs .On citera :

- les dessableurs à couloir (ou canal de dessablage).
- Les dessableurs carrés
- Les dessableurs aérés

- Les dessableurs circulaires

e. Déshuilage et dégraissage : c'est une opération destinée à réduire les graisses et les huiles non émulsionnées par simple sédimentation physique en surface.

Il est évident que les huiles et graisses présentent de multiples inconvénients dans le traitement biologique ultérieur, tel qu'une mauvaise diffusion de l'oxygène dans le floc bactérien, le bouchage des pompes et canalisation et une acidification du milieu dans le digesteur anaérobie avec toutes les conséquences que cela peut représenter.

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide, alors que le dégraissage est une opération de séparation solide-liquide (à la condition que la température de l'eau soit suffisamment basse, pour permettre le figeage des graisses). Ces deux procédés visent à éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient en suite [20].

II.2.2.2. Décantation primaire :

La décantation est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux.

Son objectif est d'éliminer les particules dont la densité est supérieure à celle de l'eau par gravité. La vitesse de décantation est en fonction de la vitesse de chute des particules, qui elle-même est en fonction de divers autres paramètres parmi lesquels : grosseur et densité des particules.

Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les boues "primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen de systèmes de raclage. L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable (Figure II.3) [20].

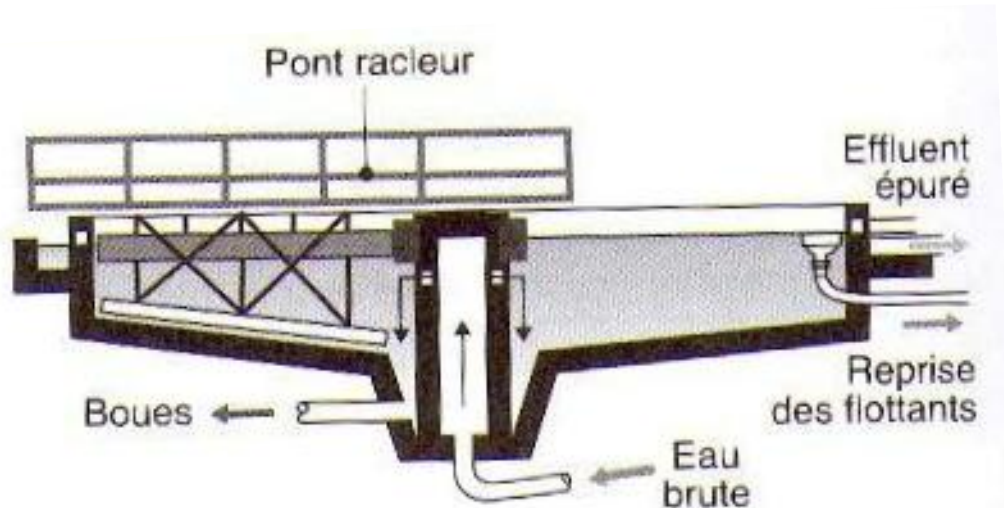


Figure II.3 : Schéma d'un décanteur primaire [18]

II.2.3. Traitement secondaire :

À ce niveau, le traitement permet de se débarrasser des impuretés présentes sous forme solubles ou lorsque leur taille ne permet pas d'être piégée dans le traitement primaire.

On distingue deux types de traitement :

- Le traitement physico – chimique ;
- Le traitement biologique ;

II.2.3.1. Traitement physico–chimique :

Le traitement physico–chimique est le procédé le mieux adapté aux variations saisonnières de la charge polluante ou à l'existence des matières toxiques.

Le traitement physico–chimique passe par trois opérations principales :

- Une coagulation ;
- Une floculation ;
- Une décantation ou une flottation [21].

II.2.3.2. Traitement biologique :

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies, c'est-à-dire se déroulant en absence d'oxygène, ou aérobies c'est à dire nécessitant un apport oxygène .Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et les procédés biologiques intensifs [21].

II.2.3.2.1. Les procédés extensifs :

Les traitements extensifs sont souvent préférés aux traitements conventionnels pour assurer l'épuration des eaux usées des petites et moyennes collectivités. La raison de cette préférence est leur fiabilité, la simplicité de leur gestion et la modestie des coûts de fonctionnement.

Parmi ces procédés on distingue :

a) L'épandage :

C'est le procédé le plus ancien, Il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer les nappes [21].

b) Le lagunage :

On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

Le lagunage naturel est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et des bactéries aérobies et anaérobies. Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques.

Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons, Les principaux processus sont :

- La décantation des MES, digestion anaérobie des matières décantées,

- L'oxydation des matières organiques biodégradables par les bactéries hétérotrophes,
- La synthèse des algues elle-même productrice d'oxygène,

L'élimination de la DBO_5 est significative mais une partie importante de la DCO incidente se retrouve dans les effluents du lagunage sous forme d'algues.

Dans le lagunage aéré, un rapport supplémentaire d'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage en surface grâce à des aérateurs mécaniques.

II.2.3.2.2. Les procédés intensifs :

a) Le lit bactérien :

Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteur dans laquelle se trouve un matériau poreux.

Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celle-ci renferme une forte concentration de bactéries et de champignons.

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent [23].

b) Le disque biologique :

Dans le procédé à biodisque, le support est constitué par des disques parallèles régulièrement espacés sur un axe horizontal, tournant à faible vitesse et immergés sur la moitié de leur hauteur. Ce mouvement induit une oxygénation de la culture pendant la période d'immersion.

Les performances de ce procédé sont liées à :

- La profondeur d'immersion des disques (généralement deux mètres) ;
- La vitesse de rotation de l'arbre qui doit être optimale pour permettre une aération et une fixation des bactéries convenable ;
- La température qui doit être comprise entre 15 et 29°C.

c) Epuration biologique par les boues activées :

Ce traitement a pour but d'éliminer les matières organique biodégradables (solides, colloïdales ou dissoutes) contenues dans une eau usée par l'action de micro-organismes, essentiellement des bactéries, en présence d'oxygène dissous

De plus, il peut (dans la mesure où il est conçu pour cela) transformer l'azote organique et ammoniacal en nitrates (nitrification)

Le procédé consiste à alimenter un bassin brassée et aérée (bassin d'aération appelle généralement bassin décantation) avec l'eau à épurer (effluent préalablement prétraité et décanté) L'aération peut être assurée en surface par des turbines, ou par le fond par des procédés de rampe de distribution de bulles d'air. Une culture bactérienne, dispersée sans forme des flocons (boues activées) se développe et forme avec l'eau usée une liqueur mixte. Après un temps de contact suffisant , permettant la fixation et l'assimilation de la matière organique ,cette liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur (ou décanteur secondaire) ou s'effectue la séparation de l'eau épurée et des boues .Les boues décantées sont réintroduites en partie dans le bassin d'aération (recirculation des boues) pour maintenir un équilibre constant entre la quantité de pollution à traiter et la masse de bactéries épuratrice .les boues sont évacuées du système vers le traitement des boues (extraction des boues en excès) (Figure II.4.) [24].

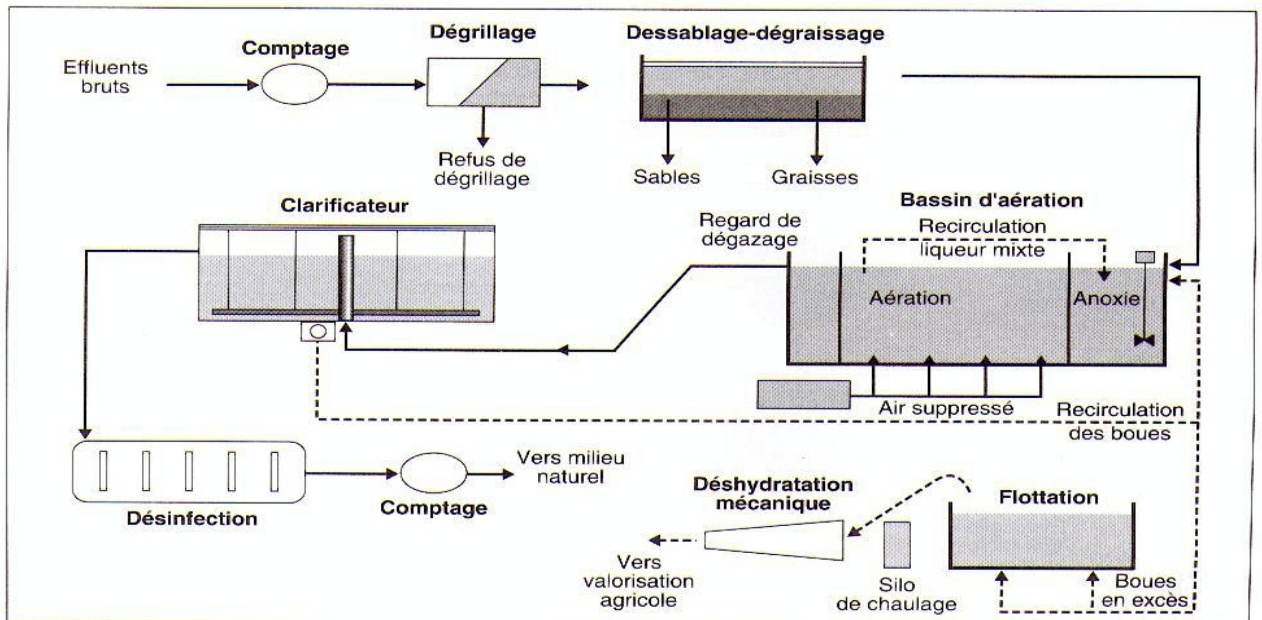


Figure II.4 : Epuration biologique : schéma de principe de l'épuration par boues activée [18].

II.2.4. Traitement tertiaire :

En général, les techniques d'épuration, même les plus sévères, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappent à la meilleure décantation. Ainsi même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants. Si une éventuelle réutilisation de cette eau est envisagée, il convient par conséquent d'utiliser des procédés d'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc de corrections chimiques ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation. La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact longs. Mais il convient de signaler suite à cette opération, des toxiques pour la vie aquatique peuvent être formés, il faut donc procéder à une opération de déchloration avant le rejet.

À côté de la désinfection par le chlore, d'autres procédés existent également mais qui restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées. Ceci s'explique par leurs coûts qui restent excessivement élevés, mais qui peuvent conduire une eau de qualité. On peut citer par exemple l'échange ionique et l'adsorption sur du charbon actif. Le coût excessif du traitement tertiaire explique pourquoi dans la majorité des stations d'épuration ce type de traitement est inexistant. Ce coût ne se représente pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais aussi celui d'un personnel hautement qualifié [4].

II.2.5. Traitement des boues :

Les boues résiduelles du décanteur ont une teneur en eau voisine de 99%, on l'exprime également en siccité (1%). En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement et d'un conditionnement ayant comme objectif d'empêcher la putréfaction et d'en réduire le volume (en éliminant l'eau) [25].

Le traitement retenu dépend de la nature des boues et surtout de leur destination finale, il comprend une ou plusieurs étapes dont les principaux sont :

- Épaississement.
- Stabilisation.
- Déshydratation.

II.2.5.1. Épaississement :

Les boues en excès sont stockées dans l'épaississeur afin d'augmenter leur teneur en matière sèche où la siccité atteint 3 à 5%. Le surnageant de l'épaississeur est ramené en tête de l'enceinte biologique. Afin de permettre une évacuation aisée des boues épaissies, la pompe utilisée dans le décanteur peut être placée dans l'épaississeur [25].

II.2.5.2. Stabilisation :

Cette opération est nécessaire surtout pour les boues issues d'une décantation primaire. Ces dernières doivent être stabilisées. Dans le cas contraire, elles génèrent de mauvaises odeurs au stockage et à l'épandage qui font courir des grands risques à la pérennité de cette filière. La stabilisation peut être obtenue par différentes voies : anaérobie mésophile (digestion), aérobie thermophile, le compostage ou encore le chaulage [25].

II.2.5.3. Déshydratation :

La déshydratation est destinée à diminuer les taux d'humidité, donc le volume de ces boues, de façon à faciliter les opérations d'évacuation. Cette déshydratation est réalisée naturellement par épandage sur des lits à sable dont le volume peut être calculé en fonction des quantités produites. Les lits sont généralement constitués de plusieurs couches de granulométrie différente munies d'un système de drainage pour l'évacuation des filtrats [25].

II.3. Analyse des eaux usées et estimation de la pollution :

II.3.1. Introduction :

L'analyse des eaux usées est une phase très importante pour la conception d'une station d'épuration, elle caractérise les paramètres de pollution de l'eau usée tel que :

La DBO, DCO, MES, PH ...etc. qui vont ensuite exprimer la charge polluante.

La mesure du flux polluant fait intervenir une suite de démarches nécessitant une méthode et un matériel approprié.

- Mesure des débits.
- Mesure de la température, PH.
- Prélèvement des échantillons.
- Conservation des échantillons.
- Analyse des échantillons.

On peut avoir certaines analyses qui se font in situ comme c'est le cas pour la température et le PH.

II.3.2. Prélèvement et échantillonnage :

Le prélèvement des échantillons et sa conservation conditionnent les résultats des analyses et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon prélevé doit être homogène et représentatif de l'effluent, il convient donc que la qualité prélevée soit proportionnelle au débit d'eau usée.

Par ailleurs, l'échantillon prélevé doit être conservé dans de bonnes conditions, à défaut ses caractéristiques subiront une transformation entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse, ce qui fausse les résultats d'analyse.

La période des prélèvements a été choisie compte tenu des heures de pointes de pollution. La date de prélèvement c'est le 11/03/2014.

Tableau II.2. Résultats d'analyse physico-chimique de l'eau.

Paramètre	SR1	SR2	SR3
T(c°)	23.9	23.9	24.2
pH	7.47	7.36	7.10
O ₂ dissout (mg/l)	0.27	0.50	0.11
Conductivité (µs)	3.17	0.77	1.33
Turbidité (NTU)	106	38	324
NH ₄ ⁺ (mg/l)	/	/	1.95
MES (mg/l)	96	30	392
DCO (mg/l)	/	/	764
DBO ₅ (mg/l)	/	/	421

SR1 : Station de relevage (Hai baladi)

SR2 : Station de relevage (Hai madarisse)

SR3 : Station de relevage (Marché)

II.3.3. Interprétation des résultats :

D'après les résultats obtenus on peut les interpréter comme suite :

- **PH :**

Le PH observé se situe dans une gamme voisine des normes de rejet (6,5 – 8,5).

- DBO₅, DCO :

D'après les valeurs de DBO₅ et de DCO et les valeurs du rapport K donnée par les résultats des analyses, on peut dire que l'effluent peut être épuré biologiquement ($1,6 < K < 3,2$)
 $K = DCO / DBO_5$ qui dans notre cas = 1.81

- MES :

Les valeurs de MES obtenues sont largement éloignées de la norme qui est de 30 mg/l.

On conclusion nos résultats montrent que les eaux analysées sont très polluées en matières organiques (biodégradables), et leur rejet direct peut porter atteinte à la capacité d'auto-épuration du milieu récepteur.

II.3.4. Matériel et méthodes**a) Température :**

La température joue un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques [26].

>**Principe** : La mesure de la température de l'eau est effectuée à l'aide du thermomètre [27].

> Mode opératoire :

La température de l'eau sera prise en même temps que le prélèvement de l'échantillon. On prélèvera l'eau dans un bêcher de 100 ml de capacité et on y plongera immédiatement l'appareil de mesure soigneusement étalonné. On procédera à la lecture de la température, dès que la stabilisation est observée.

b) pH :

Le pH est l'un des paramètres chimiques importants lorsqu'il s'agit de déterminer la qualité d'une eau destinée à la consommation [27].

➤ Principe :

La détermination du pH est effectuée à l'aide d'un appareil (pH mètre).

Le pH mètre : cet appareil de mesure est constitué d'une électrode de pH que l'on plonge dans la solution dont on veut connaître l'acidité [27].

➤ Etalonnage :

L'étalonnage se fait par une solution d'étalonnage d'un pH le plus proche du pH des solutions à analyser. Dans ce travail on a utilisé une solution d'étalonnage de pH=7

➤ **Mode opératoire :**

L'étalonnage* dans une solution se fait comme suit : en prolongeant l'électrode préalablement rincée à l'eau distillé puis en solution tampon et en effectuant la lecture de la valeur du pH=7, rincé celle ci à l'eau distillé et la plongé dans l'échantillon, effectué la mesure du pH arx avoir légèrement agité l'électrode [28].



Figure II.5 : Photo du pH mètre HACH utilisé

c) **Turbidité :**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment Colloïdales, argiles limons, grains de silices, matières organiques,.... [27].

- **Appareillage :** L'appareil utilisé pour la mesure de la turbidité c'est « turbidimètre », il donne une lecture directe en NTU (Unit Turbidité Néphélométrie).

Dans notre travail la mesure est effectuée au moyen d'un spectrophotomètre. Le spectrophotomètre est un appareil qui mesure l'absorbance qui est définie par le ratio entre la lumière incidente I_0 qui traverse un milieu à une longueur d'onde X , et la lumière transmise I exprimé en logarithme de base 10.

> **Mode d'opérateur :**

- Mètre en marche le spectrophotomètre on/off.

- Sélection de la longueur d'onde (720).
- Mesure en mode absorbance.
- Introduire la cuve de référence (blanc) dans la porte cuve.

d) Oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres chimique importants, il sert au contrôle le fonctionnement du traitement biologique.

➤ **Appareillage :**

L'appareil de mesure l'oxygène dissous c'est l'oxymètre. Les mesures couramment utilisées sont les suivantes: parties par million (ppm) ou la saturation en pourcentage (%), laquelle est définie comme étant le pourcentage d'oxygène dissous dans 1 litre d'eau.



Figure II.6. Oxymétrie (laboratoire de station d'épuration d'ain el houtz Tlemcen).

➤ **Mode d'opérateur :**

Étalonner l'appareil avec des solutions tampons.

Rincer l'électrode de l'oxygène dissous et les immerger dans la solution à mesurer. Lire la valeur sur l'écran une fois le signal se stabilise [27].

e) Mesure de la conductivité :

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique.

Exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$, sa valeur varie en fonction de la température. Elle est mesurée à 20°C et reliée à la concentration des substances dissoutes. La mesure de la conductivité a été faite en utilisant un conductimètre de marque HACH modèle 54500-18 (Figure II.7).

- Mode opératoire :

- Allumer l'appareil en tournant le bouton inférieur et le mettre sur le mode « $\mu\text{s}/\text{cm}$ ».
- Rincer l'électrode du conductimètre avec l'eau distillée ; puis le mettre dans l'échantillon à analyser.
- Mesurer la température de l'échantillon avec un thermomètre ; puis ajuster la température en tournant le bouton supérieur.
- Attendre jusqu'à ce que la valeur soit stable puis lire la valeur de la conductivité.



Figure II.7 : Photo du conductimètre HACH 54500-18

f) Matières en suspensions (MES) :

Mesures de poids des matières flottants en suspension et décantables contenues dans les eaux décantés et épurées, dans le but de contrôler le fonctionnement de bassin de décantation [26].

La détermination des matières en suspension dans l'eau est réalisée soit par filtration, soit par centrifugation, séchage à 105°C et pesée [21].

La centrifugation est préférée pour les eaux chargées (colmatage du filtre).

➤ **Matériels utilisé :**

- Dispositif de filtration ;
- Balance ;
- Capsules ;
- papier Filtres ;
- Étuve.



Figure II.8. Dispositif de filtration



Figure II.9. Balance électronique

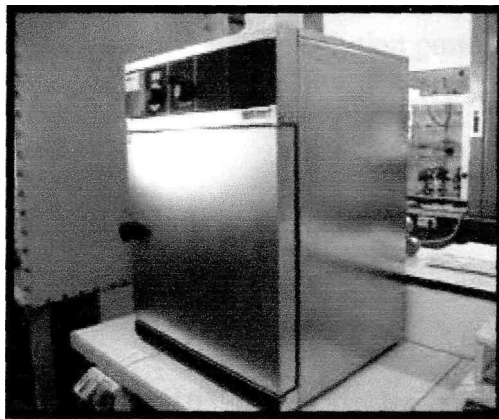


Figure II.10. Etuve ;(laboratoire du département d'hydraulique université de Tlemcen).

➤ **Mode opératoires :**

- Rincer le filtre à l'eau distillée et le sécher à l'étuve à 105 C environ 30 à 60 min ;
- Laisser refroidir puis peser le filtre sec et noter son masse M1 ;
- Homogénéiser l'échantillon à analyser ;
- Filtrer sous vide un volume V de l'échantillon mesuré à l'aide d'une éprouvette graduée ;
- Sécher, refroidir et peser une seconde fois le filtre. Son masse est noté M2.

>Expression des résultats :

La concentration de la matière en suspension dans l'échantillon analysé est obtenue par la relation suivante :

$$[\text{MES}] = (\text{M2} - \text{M1}) / \text{V} \times 1000$$

Avec :

- **M1** : la masse du filtre sec avant filtration (en mg) ;
- **M2** : la masse du filtre sec après filtration (en mg) ;
- **M2-M1** : Poids de la matière retenue par le filtre sec ;
- **V**: Volume d'eau utilisé (en ml) [28].

g) Demande chimique en oxygène DCO :

La demande chimique en oxygène (DCO) c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie chimique certaines matière organique ou inorganique contenue dans l'eau. Elle représente donc, la teneur totale de l'eau en matières oxydables [26].

> Principe : La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium « $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ » en milieu acide dans une solution portée à ébullition à reflux pendant 2 heures en présence d'ions Ag^+ comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg^+ permettant de complexer les ions chlorures.

L'oxygène consommé en mg/l est calculé après détermination de l'excès de dichromate de potassium par titration avec du sulfate de fer ferreux et d'ammonium (sel de Mohr) [21].

> Matériel nécessaire :

Un réacteur pour le chauffage à 105C° EC06 ; les équipements nécessaires sont les suivantes :

- Pipette graduée double trait ;
- Matras à goulot large ;
- Ballons gradués ;
- Burette ;
- Cylindres gradués.

> Réactifs :

- Solution de dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) à 0,04 mol/l et contenant du sulfate de mercure (II) ;
- Solution d'acide sulfurique ;
- Solution sulfate d'argent ;

- Solution sulfate de fer ferreux et d'ammonium (sel de Mohr) $[(\text{NH}_4)_2 \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ à 0,12 mol/l ;
- Solution indicateur Féroïen.

> **Mode opératoires :**

- **Digestion de l'échantillon :**

- Transvaser 10 ml de l'échantillon pour l'analyse (diluer si nécessaire) dans le tube de l'appareil, ajouter 5 ml de solution de dichromate de potassium ;
- Ajouter avec précaution 15 ml d'acide sulfurique et sulfate d'argent et raccorder immédiatement le tube au réfrigérant ;
- Répéter les deux étapes précédentes pour tous les échantillons à analyser mais aussi pour deux échantillons à blanc (10 ml d'eau distillée) ;
- Amener le mélange réactionnel à l'ébullition pendant 120 minutes à 150C ;
- Rincer les réfrigérants à l'eau distillée et refroidir les tubes.

- **Titrage de l'échantillon :**

- Transvaser le contenu de chaque éprouvette en marras à goulot large, rincer avec l'eau distillé 3 ou 4 fois.
- Ajouter 5 ou 6 goutte l'indicateur coloré Féroïen.
- Après le refroidissement titrer avec une solution de sulfate de fer ferreux et ammonium jusqu'au moment ou la couleur de la solution change de vert bleu à orangé



Figure II.11. Réacteur DCO (laboratoire du département d'hydraulique université de Tlemcen).

> Expression **des résultats** :

La valeur DCO exprimée en mg/l est calculée par la formule suivante :

$$DCO = 8000 * (V_t - V_e) * N / X$$

Où :

N : Concentration de la solution de sel Mohr déterminée par étalonnage, soit dans le cas Présent 0,12 mol/l ;

X: Volume de la prise d'essai en ml;

V_t : Volume en ml de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium titré pour l'essai à Blanc ;

V_e : Volume en ml de la solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium titré pour L'échantillon ;

h) Demande biochimique en oxygène DBO5 :> **Prise d'essai** :

Elle dépend de la charge de l'échantillon, celle-ci dépend de l'origine de l'échantillon : industrielle ou urbain ; de la couleur ; de l'odeur ; et de la charge en matière en suspension...etc.

>**Sélection du volume de l'échantillon** :

- Vérifier la plage de mesure correspond dans le tableau ci-dessous et le volume de l'échantillon pris pour l'analyse.

Tableau II.3 : Plage de mesure et le volume de l'échantillon

Plage de mesure (mgO ₂ /L)	Volume de l'échantillon (ml)
0-1000	100
0-600	150
0-250	250
0-90	400

- Les résultats donnés sont exprimées en mgO_2/l .

➤ **Remarque :**

- Avec une plage de mesure très haute ($\geq 900\text{-}950 \text{ mg/l}$), il est recommander de pré-dilué l'échantillon, les résultats vont être multiplié par le facteur de dilution
- Des plages de mesures trop larges entraînent des résultats inexploitable.

➤ **Technique :**

- Rincé le flacon avec de l'échantillon.
- Mesurer exactement la quantité souhaitée de l'échantillon saturé en oxygène (Homogénéiser avec précaution)
- Mettre le barreau magnétique dans le flacon.
- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot de flacon.
- Mettre 1g de KOH comme absorbant de dégagement de CO_2 par l'échantillon dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince.
- Visser l'Oxi Tpo directement sur le flacon d'échantillon (de manière étanche).
- Appuyer sur A pour sélectionner l'intervalle de mesure.
- Appuyer sur A et B simultanément jusqu'à ce que l'afficheur indique 0.
- Maintenir le flacon de mesure avec l'Oxi Top à 20°c pendant 5 jours (dans le DBO mètre).
- L'échantillon est agité en contenu pendant 5 jours. L'Oxi Top mémorise automatiquement une valeur toute les 24 h sur 5 jours. **B** pour afficher le jour et le **A** pour afficher la DBO_5 du jour indiquer dans le **B**.
- Lecture des valeurs mémorisées à la fin des 5 jours, pour connaître la valeur courante ; appuyer sur la touche **A**.

i. Azote ammoniacal (0 à 2.50mg/L N-NH₃) :**➤ Mode opératoire :**

1. Entrer le numéro de programme mémorisé pour le (N-NH₃)
2. Presser 380 READ/ENTER. L'affichage indique : REGLER nm à 425.
3. Tourner le bouton de réglage de l' longueur d' onde jusqu' à ce que l' affichage indique : 425nm.
4. Presser : READ/ENTER.L' affichage indique : mg/l N-NH₃ Ness.
5. Remplir une cuvette propre avec 25ml d' eau distillé (le blanc).
6. Remplir une autre cuvette avec 25ml d' échantillon.
7. Ajouter trois gouttes de Sel de Rochelle-PVA (Polyvinyle Alcool) dans chaque cuvette. Boucher ; Retourner plusieurs fois pour mélanger.
8. Ajouter trois gouttes de Minéral Stabilizer.
9. Pipeter 1.0ml de réactif de Nessler dans chaque cuvette. Boucher. Retourner plusieurs fois pour mélanger. Note : En présence d' Ammoniac ; une coloration jaune se développe. Le réactif donne une légère couleur jaune au blanc.
10. Presser : TIMER ENTRER. Une période de réaction d' une mn commence.
11. Lorsque le minuteur sonne l' affichage indique : mg/l N NH₃ ; Placer le blanc dans le puits de mesure. Ajuster le capot de l' appareil pour couvrir la cuvette ; Presser ZERO.L' affichage indique : ATTENDRE puis 0.00mg/l N NH₃ Ness
12. placer l' échantillon préparé dans le puits de mesure. Ajuster le capot de l' appareil pour couvrir la cuvette.
13. Presser : READ/ENTER.L' affichage indique : ATTENDRE ; puis le résultat en mg/l d' azote ammoniacal(N) s' affiche.

Note : les résultats peuvent être exprimés en mg/l d' ammoniac (NH₃) ou en mg/l d' ammonium (NH₄⁺) en multipliant le résultat par le coefficient (1 ,29).



Chapitre **III**



Chapitre III :**Dimensionnement de la station d'épuration**

Le dimensionnement d'une station d'épuration dépend de la charge à l'entrée, qui est fonction du débit, et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO₅, MES....).

III.1. CARACTERISTIQUES générales de la ville :

- Population au dernier recensement (année 2008) : 6235 habitants (période normale) [1]
- Dotation 200 l/hab./jour **[D'après subdivision des ressources en eau]**.
- Taux de croissance : 1,2 % (in [1])

$$P = P_0 (1 + k)^T \dots\dots\dots(III.1)$$

Avec :

P₀ : population résidente au dernier recensement

P : population à l'horizon considéré

K : Taux de croissance (%)

T : Nombre d'année entre l'horizon fixé et l'année du dernier recensement

$$P=6235(1+0.012)^{32} = 9133$$

- Population à l'horizon 2040 : 9133 H

➤ **Période estivale :**

D'après les informations recueillies auprès des services de la Daïra de Marsa Ben M'Hidi le nombre d'habitants saisonniers est estimé à **46 350** habitants durant l'année 2011, ce flux touristique est estimé à 7millions de vacanciers pendant les trois mois de l'été pour l'horizon 2040, ce qui donne une ville de **76 142** habitants **[D'après subdivision des ressources en eau]**.

III.2. Données de bases :**III.2.1. Calcul des débits et des charges polluantes****A- Calcul des débits :****a) Débit de consommation journalier en m³/j :**

Le débit total journalier se calcul comme suite :

$$Q = \frac{\text{Dotation}(l / \text{hab} / j) \times \text{nombredeconsommateur}}{1000} \dots \text{(III. 2) (in [23])}$$

➤ **période normale**

À l'état actuel 2014

$$Q = 1339,6 \text{ m}^3 / j$$

À L'horizon 2040

$$Q = 1826,6 \text{ m}^3 / j$$

➤ **période estivale**

À l'état actuel 2014

$$Q = 9270 \text{ m}^3 / j$$

À L'horizon 2040

$$Q = 15\,228 \text{ m}^3 / j$$

b) Débit d'eau usée total journalier :

Le débit d'eau usée est estimé à 80% du débit d'eau consommé

Il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_j = D \cdot N \cdot R \dots \dots \dots \text{(III.3)} \quad \text{(in [23])}$$

➤ **période normale :**

$$Q_j = 0,2 \cdot 6698 \cdot 0,8 = 1071,68 \text{ m}^3 / j \text{ pour l'état actuel 2014}$$

$$Q_j = 0,2 \cdot 9133 \cdot 0,8 = 1468,21 \text{ m}^3 / j \text{ pour l'horizon 2040}$$

➤ **période estivale**

$$Q_j = 0,2 \cdot 46\,350 \cdot 0,8 = 7416 \text{ m}^3 / j \text{ pour l'état actuel 2014}$$

$$Q_j = 0,2 \cdot 76\,142 \cdot 0,8 = 12\,182,72 \text{ m}^3 / j \text{ pour l'horizon 2040}$$

c) Débit moyen horaire journalier :

Il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_m = \frac{Q_j}{24} \dots \dots \dots \text{(III. 4)}$$

➤ **période normale**

$$Q_m = 44,7 \text{ m}^3 / h \text{ pour l'état actuel 2014}$$

$$Q_m = 60,9 \text{ m}^3 / h \text{ pour l'horizon 2040}$$

➤ **période estivale**

$$Q_m = 309 \text{ m}^3 / h \text{ pour l'état actuel 2014}$$

$$Q_m = 507,6 \text{ m}^3 / h \text{ pour l'horizon 2040}$$

d) Débit de pointe de temps sec :

Il est donné par la relation suivante :

$$Q_p = C_p \cdot Q_m \dots\dots\dots(\text{III.5})$$

$$\text{Avec } C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \dots\dots\dots(\text{III.6})$$

➤ **période normale**

$Q_p = 99 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'état actuel 2014

$Q_p = 128 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2040

➤ **période estivale**

$Q_p = 547 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'état actuel 2014

$Q_p = 868 \text{ m}^3/\text{h}$ pour l'horizon 2040

e) Débit diurne :

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutifs au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée [22].

$$Q_{P16} = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \quad (\text{m}^3 / \text{h}) \dots\dots\dots(\text{III.7})$$

➤ **période normale**

$Q_{P16} = 66,98 \text{ m}^3 / \text{h}$ pour l'état actuel 2014

$Q_{P16} = 91,33 \text{ m}^3 / \text{h}$ pour l'horizon 2040

➤ **période estivale**

$Q_{P16} = 463,5 \text{ m}^3 / \text{h}$ pour l'état actuel 2014

$Q_{P16} = 761,42 \text{ m}^3 / \text{h}$ pour l'horizon 2040

B. Calcul des charges polluantes :

Pour un réseau d'assainissement de type pseudo-séparatif on a les valeurs suivantes :

$\text{DBO}_5 = 70 \text{ g/hab/j}$ (source degrement)

$\text{MES} = 90 \text{ g/hab/j}$

a. Charge en DBO_5 :

Il est déterminé par la relation suivante :

$$\gamma \text{ (Kg } \text{DBO}_5/\text{j}) = 70 \cdot 10^{-3} \cdot H \dots\dots\dots(\text{III.8}) \text{ (in [22])}$$

➤ **période normale**

$\gamma = 468,86 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'état actuel 2014

$\gamma = 639,31 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2040

➤ **période estivale**

$\gamma = 3244,5 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'état actuel 2014

$\gamma = 5329,94 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$ pour l'horizon 2040

b. Concentration de la DBO5 en mg/l :

Il est déterminé par la relation suivante :

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\gamma}{Q} \dots\dots\dots(\text{III.9})$$

➤ **période normale**

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\gamma}{Q} = 437,5 \text{ mg/l}$$
 pour l'état actuel 2014

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\gamma}{Q} = 437,5 \text{ mg/l}$$
 pour l'horizon 2040

➤ **période estivale**

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\gamma}{Q} = 437,5 \text{ mg/l}$$
 pour l'état actuel 2014

$$[\text{DBO}_5] = \frac{\gamma}{Q} = 437,5 \text{ mg/l}$$
 pour l'horizon 2040

a. Les charges en matières en suspension (M.E.S) :

Il est déterminé par la relation suivante :

$$\text{M.E.S} = 90.10^{-3} \times H$$

➤ **période normale**

$$\text{M.E.S} = 90.10^{-3} \times H = 602,82 \text{ kg de M.E.S /j}$$
 pour l'état actuel 2014

$$\text{M.E.S} = 90.10^{-3} \times H = 821,97 \text{ kg de M.E.S /j}$$
 pour l'horizon 2040

➤ **période estivale**

$$\text{M.E.S} = 90.10^{-3} \times H = 4171,5 \text{ kg de M.E.S /j}$$
 pour l'état actuel 2014

$$\text{M.E.S} = 90.10^{-3} \times H = 6852,78 \text{ kg de M.E.S /j}$$
 pour l'horizon 2040

b. Concentration des M.E.S en mg/l :

Il est déterminé par la relation suivante :

$$[\text{M.E.S}] = \frac{MES}{Q} \dots\dots\dots(\text{III.10})$$

➤ **période normale**

$$[\text{M.E.S}] = \frac{MES}{Q} = 562,5 \text{ mg/l pour l'état actuel 2014}$$

$$[\text{M.E.S}] = \frac{MES}{Q} = 562,5 \text{ mg/l pour l'horizon 2040}$$

➤ **période estivale**

$$[\text{M.E.S}] = \frac{MES}{Q} = 562,5 \text{ mg/l pour l'état actuel 2014}$$

$$[\text{M.E.S}] = \frac{MES}{Q} = 562,5 \text{ mg/l pour l'horizon 2040}$$

Le tableau III.1 qui suit récapitule les résultats de dimensionnement retrouvés

Tableau III.1 : Récapitulatifs des données de bases

DONNEES	Période normale		Période estivale	
	2014	2040	2014	2040
Type de réseau	pseudo-séparatif			
Equivalent habitant	6698	9133	46 350	76 142
Rejet spécifique l/hab/j	160	160	160	160
Débit total journalier m ³ /j	1071,68	1461,28	7416	12128,72
Débit moyen horaire m ³ /h	44,7	60,9	309	507,6
Débit de pointe par temps sec m ³ /h	99	128	547	868
Charges polluantes				
La teneur en DBO ₅ g/hab/j	70	70	70	70
La teneur en MES g/hab/j	90	90	90	70
Charges en DBO ₅ kg DBO ₅ /j	468,86	639,31	3244,5	5329,94
[DBO ₅] en mg/l	437,5	437,5	437,5	437,5
Charges en MES kg MES/j	602,82	821,97	4171,5	6852,78
[M.E.S] en mg/l	562,5	562,5	562,5	562,5

REMARQUE :

- Notre choix sur le mode d'épuration s'est fixé sur le procédé à boue activée car il est de plus relativement sûr, du fait du contrôle aisé des différents facteurs nécessaires à son fonctionnement. Comparé à la technique des lits bactériens, il est plus rapide.

- Le dimensionnement de la STEP sera effectué pour l'horizon 2040.

III.2.2. Prétraitements :

Les prétraitements sont constitués par une série d'opérations physiques ou mécaniques qui ont pour but le dégrossissage et le dessablage. Ils éliminent les matières les plus grossières susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures d'épuration.

Les principales opérations de prétraitements sont :

- Le dégrillage.
- Le dessablage.
- Le déshuilage-dégraissage.

III.2.2.1. Calcul des grilles :**1) Calcul de la largeur :**

Pour le calcul des paramètres de la grille, on utilise la méthode de Kirschmer (in [19]).

La largeur de la grille est donnée par l'expression :

$$L = \frac{S \sin \alpha}{h \max(1 - \beta) \delta} \dots \dots \dots (\text{III.11})$$

Où :

L : Largeur de la grille (m).

h_{\max} : Hauteur maximum admissible sur une grille (m).

$$h_{\max} = (0,15 - 1,5) \text{ m [29]}$$

β : Fraction de surface occupée par les barreaux.

$$\beta = \frac{d}{d + e}$$

Tel que : d : épaisseur des barreaux (cm).

e : espacement des barreaux (cm).

Tableau III.2 : espacement et épaisseur des barreaux [30].

Paramètres	Grilles grossières	Grilles fines
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5à10	0,3 à 1

σ : Coefficient de colmatage de la grille. Il est de 0.5 pour un dégrillage automatique et de 0.25 pour un dégrillage manuel [19].

S : Surface de passage de l'effluent tel que $S = \frac{Q_p}{V}$

Q_p : Débit de pointe (m^3 / s).

V : Vitesse de passage à travers la grille (m/s).

$V = (0.6-1.40)m/s$ Au débit de pointe [29].

➤ **période normale**

Calcul de la largeur pour une grille fine :

Horizon 2040: $L = 0.74$ m Pour une grille fine manuelle

$L = 0.37$ m Pour une grille fine mécanique

Calcul de la largeur pour une grille grossière :

Horizon 2040 : $L = 0.39$ m Pour une grille grossière manuelle

$L = 0.19$ m Pour une grille grossière mécanique

➤ **période estivale**

Calcul de la largeur pour une grille fine :

Horizon 2040: $L = 5.01$ m Pour une grille fine manuelle

$L = 2.51$ m Pour une grille fine mécanique

Calcul de la largeur pour une grille grossière :

Horizon 2040 : $L = 2.63$ m Pour une grille grossière manuelle

$L = 1.31$ m Pour une grille grossière mécanique

2) **Calcul des pertes de charges:**

On détermine la perte de charge dans un dégrilleur par la relation de Kirschmer (in [19]).

$$\Delta h = \beta \left(\frac{d}{2} \right)^{4/3} * \frac{v^2}{2g} \sin \alpha \dots\dots\dots(\text{III.12})$$

Avec :

ΔH : Perte de charge (m).

β : Coefficient dépendant de la forme des barreaux

$\beta = 1,79$ Pour les barreaux de section circulaire [19].

d : espacement entre les barreaux (cm).

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2).

α : Angle d'inclinaison de la grille (60°).

Grille grossière :

d : 0,02 (m),

e : 0,04 (m),

V : 1 (m/s),

α : 60° ,

β : 1,79 pour les barreaux circulaires,

g : 9,81 (m/s).

$$\Delta h = 32 \text{ mm} = 3,2 \text{ cm}$$

Grille fine:

d : 0,01 (m),

e : 0,02 (m),

V : 1 (m/s),

α : 60° ,

β : 1,79 pour les barreaux circulaires,

g : 9,81 (m/s).

$$\Delta h = 30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$$

3) Calcul des volumes des déchets retenus :

Le volume des déchets retenus par les grilles dépend :

- Du débit de l'effluent,
- De la finesse du dégrillage.

Pour une eau usée urbaine, la quantité de déchets récupérée par les grilles par habitant et par an est estimée à :

- 5 à 10 l/ hab/an pour une grille fine.
- 2 à 5 l/ hab/an pour une grille grossière.

Les volumes des déchets retenus dans notre cas seront ainsi estimés comme suite :

$$V \text{ (m}^3\text{/j)} = \frac{\text{Nbre.d'hab} \times \text{volum.retenu}}{365 \text{ jours}}$$

➤ **Période normale**

Grille fine:

Horizon 2040 :

$$V_{\min} = 0,125 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$V_{\max} = 0,250 \text{ m}^3\text{/j}$$

Grille grossière :

HORIZON 2040 :

$$V_{\min} = 0,05 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$V_{\max} = 0,125 \text{ m}^3\text{/j}$$

➤ **période estivale**

Grille fine:

Horizon 2040 :

$$V_{\min} = 1,04 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$V_{\max} = 2,08 \text{ m}^3\text{/j}$$

Grille grossière :

HORIZON 2040 :

$$V_{\min} = 0,417 \text{ m}^3\text{/j}$$

$$V_{\max} = 1,04 \text{ m}^3\text{/j}$$

Conclusion :

Afin d'avoir une souplesse dans l'exploitation et l'entretien, on prévoit deux dégrilleurs fonctionnant en parallèle; un dégrilleur grossier à l'amant, et un dégrilleur fin à l'entrée de la station.

III.2.2.2. Calcul du dessablage :

Le bassin de dessablage-déshuilage proposé est de type aéré longitudinal, par ce que l'injection de l'air assure une turbulence constante qui évite le dépôt des matières organiques.

Il est composé de deux zones :

- l'une aéré pour le dessablage : les sables et les matières lourdes sont récupérées au fond de l'ouvrage.

- les huiles et les graisses sont récupérées en surface.

Le bassin est équipé d'un pont racleur sur lequel est suspendue une pompe d'extraction des sables, les huiles sont raclées vers une fosse par les racleurs de surface.

Pour qu'il y ait sédimentation des particules il faut que l'inégalité suivante soit vérifiée :

$$\frac{L}{H} \leq \frac{Ve}{Vs} \dots\dots\dots(\text{III.13})$$

Où :

Ve : La vitesse horizontale (vitesse d'écoulement)

Vs : Vitesse de sédimentation.

L : Longueur de bassin.

H : Profondeur du bassin. $H= 1$ à $2,5$

Le dessableur doit être dimensionné dans l'un des rapports suivants :

$$\frac{L}{H} = 10 \text{ à } 15 \quad \text{Ou,} \quad \frac{L}{H} = 3 \dots\dots\dots(\text{III.14})$$

La vitesse d'écoulement doit être comprise dans l'intervalle $0,2 < Ve \leq 0,5$ (m/s).

La vitesse de sédimentation doit être comprise dans l'intervalle $40 < Vs < 70$ ($m^3 / m^2 / h$) [32].

Pour le dimensionnement, on prend :

$$Ve = 0,3m / s$$

$$Vs = 40m / h = 0,01m / s.$$

$$H = 1m.$$

➤ **période normale**

À L'horizon 2040

$$Q_p = 0,035m^3 / s$$

A) Section verticale :

$$S_v = \frac{Q_p}{Ve} = \frac{0,035}{0,3}$$

$$S_v = 0,1116m^2$$

B) Section horizontale :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,035}{0,01} \qquad S_h = 3,5m^2$$

C) Longueur du dessableur :

On prend :

$$\text{La hauteur } H=1m, \quad \frac{L}{H} = 3 \qquad \text{Donc : } L=3m$$

D) Largeur du dessableur :

$$B = \frac{S_h}{L} = \frac{3,5}{3} = 1,16m \qquad \text{On prend : } B = 1.16m$$

E) Volume du bassin :

$$V = S_h \cdot H = 3.5 \qquad V = 3.5m^3$$

F) Le temps de séjour dans le bassin :

$$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{3.5}{0,035} = 100" \qquad t_s = 1'40"$$

G) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m³ d'air/m³ d'eau [19].

$$q_{air} = Q_p \cdot V$$

Tel que : V est le volume d'air à injecter (1,5 m³ d'air/m³ d'eau)

$$q_{air} = 0,008 \cdot 1,5 = 0,052m^3 d'air / s$$

$$q_{air} = 189m^3 d'air / h$$

➤ période estivale**À L'horizon 2040**

$$Q_p = 0,241m^3 / s$$

A) Section verticale :

$$S_v = \frac{Q_p}{V_e} = \frac{0,241}{0,3} \qquad S_v = 0,803m^2$$

B) Section horizontale :

$$S_h = \frac{Q_p}{V_s} = \frac{0,241}{0,01} \qquad S_h = 24.1m^2$$

C) Longueur du dessableur :

On prend :

La hauteur $H=1\text{ m}$, $\frac{L}{H} = 3$

Donc : $L=3\text{ m}$

D) Largeur du dessableur :

$B = \frac{S_h}{L} = \frac{24.1}{3} = 8.03\text{ m}$

On prend : $B = 8.03\text{ m}$

E) Volume du bassin :

$V = S_h \cdot H = 24.1$

$V = 24.1\text{ m}^3$

F) Le temps de séjour dans le bassin :

$t_s = \frac{V}{Q_p} = \frac{24.1}{0.241} = 100''$

$t_s = 1'40''$

G) Le volume d'air à insuffler dans le dessableur :

La quantité d'air à insuffler varie de 1 à 1,5 m³ d'air/ m³ d'eau [19].

$q_{air} = Q_p \cdot V$

Tel que : V est le volume d'air à injecter (1,5 m³ d'air/ m³ d'eau)

$q_{air} = 0.241 \cdot 1.5 = 0.362\text{ m}^3\text{ d'air / s}$

$q_{air} = 1301.4\text{ m}^3\text{ d'air / h}$

Tableau III.3 : Récapitulatif des résultats

Désignations	Unité	période normale	période estivale
Débit de pointe en temps sec	m ³ /h	128	868
Vitesse d'écoulement	m/s	0,3	0,3
Vitesse de sédimentation	m/s	0,01	0,01
Section verticale	m ²	0,116	0,803
Section horizontale	m ²	3,5	24,1
Langueur	m	3	3
Largeur	m	1,16	8,03
Hauteur	m	1	1
Temps de séjour	s	100	100
Débit d'air à insuffler	m ³ /h	189	1301,4

III.2.2.3. Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :

On sait que le dessablage élimine dans les environs de 70% des matières minérales. Celles-ci représentent 30% des MES.

- Les MES contiennent 30% de MM et 70% de MVS

À L'horizon 2040

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est $MES=821,97 \text{ Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS=821,97 \cdot 0,70=575,38 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM=821,97 \cdot 0,30=246,59 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e=246,59 \cdot 0,70=172,61 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s=MM-MM_e=246,59-172,61=73,98 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_s=MVS+MM_s=575,38+73,98=649,36$$

$$MES_s=649,36 \text{ Kg/j}$$

- **période estivale**

À L'horizon 2040

- La charge en MES à l'entrée de dessableur est $MES=6852,78 \text{ Kg/j}$
- Les matières volatiles en suspension MVS contenues dans les MES sont :

$$MVS=6852,78 \cdot 0,70=4796,95 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales contenues dans les MES sont :

$$MM=6852,78 \cdot 0,30=2055,83 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales éliminées :

Un dessableur permet d'éliminer 70% des matières minérales totales

$$MM_e=2055,83 \cdot 0,70=1439,08 \text{ Kg/j}$$

- Les matières minérales à la sortie de dessableur :

$$MM_s=MM-MM_e=2055,83-1439,08=616,75 \text{ Kg/j}$$

- Les MES à la sortie de dessableur:

$$MES_s = MVS + MM_s = 5482,22 + 411,17$$

$$MES_s = 5893,39 \text{ Kg/j}$$

III.2.3. Traitement primaire :

Le calcul du décanteur primaire se fera en fonction de la vitesse de chute limitée des particules et du temps de séjours de l'effluent et la charge d'effluent en pollution.

Le temps de séjours est compris entre 1 et 2 heures [32].

La vitesse limitée est donnée par la relation : $V = Q_p / Q_m$

$$V_{lim} = Q_p / S_h \text{ (m/h)(III.15)}$$

Où :

Q_p : débit de pointe par temps sec.

S_h : surface horizontale du décanteur.

Pour le décanteur circulaire, la charge hydraulique (vitesse ascensionnelle) est de 2,5 m/h [33].

III.2.3.1. Dimensionnement du décanteur :

Le temps de séjours doit être limité pour des raisons biologiques et économiques on prendra $T_s = 1,3$ heure

Le volume du décanteur primaire est donné par la relation :

$$V = Q_p \cdot T_s$$

➤ période normale

À L'horizon 2040

$$Q_p = 128 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{lim} = 2,5 \text{ m/h}$$

a. La surface horizontale du décanteur:

$$S_h = Q_p / V_{lim} = 128 / 2,5 = 51,2 \text{ m}^2 \text{ on prend } S_h = 52 \text{ m}^2$$

b. Volume du décanteur ($T_s = 1,3\text{h}$) :

$$V = 166,4 \text{ m}^3 \text{ on prend } V = 170 \text{ m}^3$$

c. La hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h = 170 / 52$$

$$H = 3,26\text{m on prend } H = 3,5\text{m}$$

d. Le diamètre du décanteur:

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4.170}{3,14.3,5}} = 7,86m$$

$$D = 8 \text{ m}$$

e. Détermination du temps du séjour :

- pour le débit moyen horaire

$$T_s = V / Q_{\text{moy}} = 170/60,9 = 2,79 \text{ h}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_p = 170/128 = 1,32 \text{ h}$$

f. Calcul de la quantité de boues éliminées :

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de :

35% de DBO₅

60% de MES

1. Charge à l'entrée du décanteur :

$$DBO_5' = 639,31 \text{ Kg/j}$$

$$MES' = 706,9 \text{ Kg/j}$$

2. Les charges éliminées par la décantation primaire :

$$DBO_{5e} = 0,35 \cdot DBO_5' = 0,35 \cdot 639,31 = 223,76 \text{ Kg/j}$$

$$MES_e = 0,6 \cdot MES' = 0,6 \cdot 706,9 = 424,14 \text{ Kg/j}$$

3. Les charges à la sortie du décanteur primaire :

$$MES_s = MES' - MES_e = 706,9 - 424,14 = 282,76 \text{ Kg/j}$$

$$DBO_{5s} = DBO_5' - DBO_{5e} = 639,31 - 223,76 = 415,55 \text{ Kg/j}$$

➤ période estivale**À L'horizon 2040**

$$Q_p = 868 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{\text{lim}} = 2,5 \text{ m/h}$$

a. La surface horizontale du décanteur:

$$S_h = Q_p / V_{\text{lim}} = 868 / 2,5 = 347,2 \text{ m}^2 \text{ on prend } S_h = 350 \text{ m}^2$$

b. Volume du décanteur (Ts = 1,3h) :

$$V = 1128,4 \text{ m}^3 \text{ on prend } V = 1130 \text{ m}^3$$

On prévoit deux décanteurs $V = 565 \text{ m}^3$

c. La hauteur du décanteur :

$$H = V / S_h = 565 / 175$$

$$H = 3,22 \text{ m on prend } H = 3,5\text{m}$$

d. Le diamètre du décanteur:

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4.565}{3,14.3,5}} = 14,34\text{m}$$

$$D = 15 \text{ m}$$

e. Détermination du temps du séjour :

- pour le débit moyen horaire

$$T_s = V / Q_{\text{moy}} = 565 / 507,6 = 1,11 \text{ h}$$

- pour le débit de pointe par temps sec :

$$T_s = V / Q_p = 565 / 868 = 0,65 \text{ h}$$

f. Calcul de la quantité de boues éliminées :

On sait que la décantation primaire permet l'élimination de :

35% de DBO_5

60% de MES

1. Charge à l'entrée du décanteur :

$$\text{DBO}_5' = 5329,94 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MES}' = 6852,78 \text{ Kg/j}$$

2. Les charges éliminées par la décantation primaire :

$$\text{DBO}_{5e} = 0,35. \text{DBO}_5' = 0,35. 5329,94 = 1865,48 \text{ Kg/j}$$

$$\text{MES}_e = 0,6 . \text{MES}' = 0,6. 6852,78 = 4111,67 \text{ Kg/j}$$

3. Les charges à la sortie du décanteur primaire :

$$\text{MES}_s = \text{MES}' - \text{MES}_e = 6852,78 - 4111,67 = 2741,11 \text{ Kg/j}$$

$$\text{DBO}_{5s} = \text{DBO}_5' - \text{DBO}_{5e} = 5329,94 - 1865,48 = 3464,46 \text{ Kg/j}$$

Tableau : III.4: récapitulatif des résultats des calculs du décanteur :

	Unité	Normale	Estivale
- Décanteur primaire			
Surface horizontale	m ²	52	350
Volume	m ³	170	565
Hauteur	m	3,5	3,5
Diamètre	m	8	15
Nombre de décanteurs	/	1	2
Temps de séjour pour <u>débit moyen horaire</u>	h	2,79	1,11
<u>débit de pointe en temps sec</u>	h	1,32	0,65

III.2.4. Traitement secondaire :**III.2.4.1. Bassin d'oxydation et la charge massique :**

Les données qui permettent le calcul sont :

Charge massique $0,2 \leq C_m \leq 0,5$ kg DBO5/kg MVS/j

Charge volumique $0,6 \leq C_v \leq 1,5$ kg DBO5/m³/j

- On adoptera : $C_m=0,4$ kg DBO5/ kg MVS/j et $C_v=1,2$ kg DBO5/m³/j

➤ **période normale**

- Les charges polluante en DBO5 à l'entre du bassin d'aération sera notée :

$$DBO5=L_0=415,55 \text{ kg/j}$$

- La concentration en DBO5 est alors de :

$$S_0 = \frac{l_0}{Q_j} = \frac{415,55}{1461,28} = 0,2844 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$S_0=0,284 \text{ g/l.}$$

La concentration en DBO5 à la sortie doit réponde aux normes de rejets établies par l'OMS 30mg /l, d'où la charge à la sortie :

$$\begin{aligned} L_s &= S_s \cdot Q_j = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 1461,28 \\ &= 43,83 \text{ kg DBO5/J} \end{aligned}$$

- La charge en DBO₅ éliminée est alors de :

$$L_e = L_0 - L_s = 371,72 \text{ Kg DBO5/j}$$

Ce qui conduit à un rendement d'élimination de

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \cdot 100 = 89,4\% \dots\dots\dots(\text{III.16})$$

R=89,4%

- Volume du bassin peut être déduit de la charge volumique C_v [19] :

Sachant que

$$C_v = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a.l'entre (kg / j)}}{\text{volume.de.bassin}} \dots\dots\dots(\text{III.17})$$

Avec : $C_v=1.2$

Charge en DBO5=415,55 kg/j

D'où un volume de bassin $V=346,29 \text{ m}^3$

$$\mathbf{V=346,29m^3}$$

La masse totale des boues dans le bassin peut être déduite de la charge massique sachant que [20] :

$$C_m = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a.l'entre (kg / j)}}{\text{masse.dans.le.bassin (MVS)(kg)}} \dots\dots\dots(\text{III.18})$$

Avec : $C_m=0.4$, soit $X_a=1038,88\text{kg}$

$$X_a=1038,8 \text{ kg}$$

D'où une concentration des boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{1038,88}{346,29} = 3 \text{ kg / m}^3 \dots\dots\dots(\text{III.19})$$

- **Dimensions de bassin :**

Pour dimensionner le bassin d'aération nous prendrons comme base de calcul la relation suivante : $L/l=2$, et une hauteur du bassin d'aération est comprise entre 3 et 5m, Nous prenons : $h=4\text{m}$

- 1-La surface horizontale du bassin d'aération :

$$S_h = \frac{V}{H} = 86,57 \text{ m}^2$$

2-la Largeur de bassin est de :

$$l = \sqrt{\frac{Sh}{2}} = 6,57m$$

3-la Longueur de bassin est de :

$$L = 2.l = 13,15m$$

- Selon que l'on tient compte du débit moyen ou du débit de pointe le temps de séjour est de :

- A partir de débit moyen $t_s = \frac{V}{Q_h} = 5,69h$

$$T_s = 5,69h$$

- A partir de débit de pointe par temps sec : $t_s = \frac{V}{Q_p} = 2,7h$

$$T_s = 2,7h$$

➤ **période estivale**

- Les charges polluante en DBO₅ à l'entre du bassin d'aération sera notée :

$$DBO_5 = L_0 = 3464,46 \text{ kg/j}$$

- La concentration en DBO₅ est alors de :

$$S_0 = \frac{l_0}{Q_j} = \frac{3464,46}{12128,72} = 0,286 \text{ kg} / m^3$$

$$S_0 = 0,286 \text{ g/l.}$$

La concentration en DBO₅ à la sortie doit répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30mg /l, d'où la charge à la sortie :

$$\begin{aligned} L_s &= S_s \cdot Q_j = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 12128,72 \\ &= 363,86 \text{ kg DBO}_5/\text{J} \end{aligned}$$

- La charge en DBO₅ éliminée est alors de:

$$L_e = L_0 - L_s = 3100,6 \text{ Kg DBO}_5/\text{j}$$

Ce qui conduit à un rendement d'élimination de

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \cdot 100 = 89,4\% \quad \mathbf{R=89,4\%}$$

- Volume du bassin peut être déduit de la charge volumique C_v [19] :

$$\text{Sachant que } C_v = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a.l'entre (kg / j)}}{\text{volume de bassin}}$$

Avec : $C_v = 1.2$

Charge en DBO5 = 3464,46 kg/j

D'où un volume de bassin $V = 2887,05 \text{ m}^3$

$V = 2887,05 \text{ m}^3$

On prévoit quatre bassin d'aération **$V = 722 \text{ m}^3$**

La masse totale des boues dans le bassin peut être déduite de la charge massique sachant que [20] :

$$C_m = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a.l'entre (kg / j)}}{\text{masse dans le bassin (MVS) (kg)}}$$

Avec : $C_m = 0.4$, soit $X_a = 8661,15 \text{ kg}$

$X_a = 8661,15 \text{ kg}$

D'où une concentration des boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{8661,15}{2887,05} = 3 \text{ kg / m}^3$$

- **Dimensions de bassin :**

1-La surface horizontale du bassin d'aération :

$$S_h = \frac{V}{H} = 180,5 \text{ m}^2$$

2-la Largeur de bassin est de : $l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = 9,5 \text{ m}$

3-la Longueur de bassin est de :

$$L = 2.l = 19 \text{ m}$$

- Selon que l'on tient compte du débit moyen ou du débit de pointe le temps de séjour est de :

- A partir de débit moyen $t_s = \frac{V}{Q_h} = 5,69 \text{ h}$

$T_s = 5,69 \text{ h}$

- A partir de débit de pointe par temps sec : $t_s = \frac{V}{Q_p} = 3,32h$

$$T_s = 3,32h$$

III.2.4.2.besoins en oxygène :

Pour favoriser la réaction aérobie qui est plus rapide que la fermentation anaérobie, il faut que le milieu contienne une concentration suffisante en oxygène.

On admet que les micro-organismes aérobies n'utilisent pas directement l'oxygène mais il doit être dissous dans l'eau.

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et celle nécessaire à la respiration endogène [21].

Elle est donnée par la relation :

$$q_{o_2} = a' s_e \cdot Q_j + b' Xa \quad (\text{Kg/j}) \dots\dots\dots(\text{III.20})$$

q_{o_2} : Besoin en oxygène (Kg/j).

Les paramètres a' et b' sont des coefficients déterminés expérimentalement sous une température de 20°C .Il représentent :

a' : la fraction de pollution transformée en énergie de synthèse au cours de l'épuration.

b' : fraction d'oxygène correspondante à la quantité de matière détruite par endogène pour fournir l'énergie d'entretien.

a' et b' sont calculés à partir des formule empiriques suivantes :

$$a' = 0,5 C m^{-0,12} = 0,53$$

$$b' = 0,13 C m^{-0,16} = 0,01$$

Période normale

$$q_{o_2} = 287,35 \text{ kg O}_2/\text{J}$$

Période estivale

$$q_{o_2} = 1729,93 \text{ kg O}_2/\text{J}$$

D'où

- La quantité horaire d'oxygène nécessaire :

$$q_h = \frac{q_{o_2}}{24} \dots\dots\dots(\text{III.21})$$

Période normale

$$q_h = 11,97 \text{ kg/h}$$

Période estivale

$$q_h = 72,08 \text{ kg/h}$$

- **Quantité d'oxygène nécessaire en cas du pointe :**

Ce cas arrive pendant la période diurne (16heures)

$$q_{O_2((pointe))} = \frac{a' \cdot S_e \cdot Q_J}{16} + \frac{b' \cdot X_a \cdot}{24} \dots\dots\dots(III.22)$$

Période normale

q_{O₂} (pointe)=17,74kg/h

Période estivale

q_{O₂} (pointe)=105,74kg/h

III.2.4.3.Calcul de l'aérateur de surface à installer :

a. La quantité totale d'oxygène transférée par unité de puissance dans les conditions standard (No) :

On doit tenir compte de :

- la salinité des eaux
- la température des eaux
- la concentration en oxygène dissous à y maintenir
- la pression

Elle est déterminée par la formule d'HORMANIK.

$$N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} P_a + 1 \text{ (kg / kwh). (in [33])}$$

P_a : Puissance par m² du bassin

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2 \text{ On prend } P_a = 75 \text{ w/m}^2$$

$$N_0 = 1,98 \cdot 10^{-3} \cdot 75 + 1 = 1,15 \text{ kg O}_2/\text{kWh}$$

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{(\beta \cdot C_s - C_L) a' C^{(T-20)}}{C_s} \right) \text{ (kgo}_2 \text{ / kwh)} \dots\dots\dots(III.23)$$

C_L : concentration en oxygène dissout dans la masse liquide à T=25°C

$C_L = (1,5 \div 2) \text{ mg/l. [20], on prend } C_L = 1,5 \text{ mg/l.}$

C_S : concentration de saturation en oxygène à la surface à la condition standard à 20°C et 760 mm de mercure.

$$C_S = 8,7 \text{ mg/l pour les aérateurs de surface [19].}$$

Et que $C = 1,02$ (coefficient de température)

L'effet des solides dissous et la concentration en matières dégradables sur la saturation en oxygène varie d'une eau usée à l'autre et doit être mesuré sur le terrain. La relation qui traduit cet effet est donnée par :

$$\beta = \frac{C_s(\text{eau usée})}{C_s(\text{eau épurée})} \dots\dots\dots(\text{III.24})$$

β : Est de l'ordre de 0,9 [19].

a' : Coefficient global de transfert de matière de l'eau usée à celui de l'eau pure

$a' = 0,85 \text{ à } 0,95$ [32].

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{(0,9 \cdot 8,7 - 1,5) \cdot 0,85 \cdot 1,02^{(25-20)}}{8,7} \right) = 0,78 (\text{kgO}_2 / \text{kw h}) \dots\dots\dots(\text{III.25})$$

b. Calcul de la puissance nécessaire à l'aération « puissance requise pour oxygénation » W_a :

$$W_a = q(\text{O}_2) \text{ pte} / N \dots\dots\dots(\text{III.26})$$

Période normale

$W_a = 22,74 \text{ kw}$

Période estivale

$W_a = 135,56 \text{ kw}$

c. Calcul de la puissance de brassage et le maintien des solides en suspension dans le bassin :

La puissance nécessaire pour le brassage et au maintien des solides en suspension est donnée par

$$W_n = Sh \cdot P_a \dots\dots\dots(\text{III.27})$$

Sh : surface horizontale du bassin m^2 .

P_a : puissance par m^2 du bassin

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w} / m^2 \text{ On prend } P_a = 75 \text{ w} / m^2$$

Période normale

$W_n = 6,525 \text{ kw}$

Période estivale

$W_n = 54,15 \text{ kw}$

d. Le nombre d'aérateurs dans le bassin :

$$N = W_a / W_n \dots\dots\dots(\text{III.28})$$

Période normale

$n = 4$ aérateurs

Période estivale

$n = 3$ aérateurs

e. Besoin en énergie de l'aérateur :

Dans les conditions normales, l'apport spécifique en énergie des aérateurs est de 1,5 Kg O₂/KWh

$$E = q(O_2) \text{ pte} / 1,5 \dots \dots \dots (III.29)$$

<u>Période normale</u>	E = 15,16 Kwh /h
<u>Période estivale</u>	E = 70,49 Kwh /h

III.2.4.4. Bilan de boues :

➤ **Calcul de la quantité des boues en excès :**

La quantité de boues en excès est déterminée par la relation suivante :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{dur} + a_m L_e - b X_a - X_{eff} \dots \dots \dots (III.30)$$

Avec :

X_{\min} : Boues minérales

X_{dur} : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent 0,3 à 0,35 de MVS en épuration à faible charge, où le temps de séjour dans le bassin d'épuration permet une action prolongée de micro-organismes [19].

a_m : Coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO_5 éliminées)

a_m : 0,55 (en moyenne), puisque $0,53 < a < 0,56$

L_e : Quantité de DBO_5 à éliminer (Kg/j)

b : Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène.

$$b = \frac{b'}{1,42}$$

b' : Coefficient cinétique de respiration endogène. = 0,09

$$b = \frac{0,09}{1,42} = 0,063$$

X_a : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg)

X_{eff} : Fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, on adopte généralement 30mg/l).

➤ **période normale**

La charge journalière en MES est 282,76 Kg/j

X_{\min} : 30% des matières en suspension (Kg/j)

$$X_{\min} = 0,3.282,76 = 84,83 \text{Kg} / j$$

$$X_{dur} = 0,3.MVS$$

$$X_{dur} = 0,3(0,7.282,76) = 59,38 \text{Kg} / j$$

$$a_m L_e = 0,55.371,72 = 204,45 \text{Kg} / j$$

$$b Xa = 0,063.1038,8 = 65,44 \text{Kg} / j$$

$$X_{eff} = 0,03.1461,28 = 43,84 \text{Kg} / j$$

Alors :

$$\Delta X = 239,38 \text{Kg} / j$$

➤ **période estivale**

La charge journalière en MES est 2741,11 Kg/j

X_{\min} : 30% des matières en suspension (Kg/j)

$$X_{\min} = 0,3.2741,11 = 822,33 \text{Kg} / j$$

$$X_{dur} = 0,3.MVS$$

$$X_{dur} = 0,3(0,7.2741,11) = 575,63 \text{Kg} / j$$

$$a_m L_e = 0,55.3100,6 = 1705,33 \text{Kg} / j$$

$$b Xa = 0,063.8661,15 = 545,65 \text{Kg} / j$$

$$X_{eff} = 0,03.12128,72 = 363,86 \text{Kg} / j$$

Alors :

$$\Delta X = 2193,78 \text{Kg} / j$$

➤ **Concentration de boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots\dots\dots(\text{III.31})$$

Avec :

X_m : Concentration de boues en excès

I_m : L'indice de Mohlman

I_m : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette :(100 ÷ 150)

Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi-heure dans une éprouvette de 1 litre.

On prend : $I_m = 125$

D'où :

$$X_m = \frac{1200}{125}$$

$$X_m = 9,6 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

➤ **Le débit de boues en excès :**

Ce débit est donné par :

$$Q_{exés} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots\dots\dots(\text{III.32})$$

Période normale

$$Q_{exés} = 24,94 \text{m}^3 / \text{j}$$

Période estivale

$$Q_{exés} = 228,52 \text{m}^3 / \text{j}$$

➤ **Le débit spécifique par m^3 de bassin :**

$$q_{sp} = \frac{\Delta X}{V} \dots\dots\dots(\text{III.33})$$

V : Volume de bassin

Période normale

$$q_{sp} = 0,69 \text{Kg} / \text{m}^3 \cdot \text{j}$$

Période estivale

$$q_{sp} = 0,76 \text{Kg} / \text{m}^3 \cdot \text{j}$$

➤ **Le débit des boues recyclées :**

La recyculation des boues se fait par pompage. Elle consiste à extraire les boues activées du fond de clarificateur et les envoyer en tête du bassin d'aération, afin de réensemencer celui-ci et d'y maintenir une concentration sensiblement constante en micro-organismes épurateurs [19].

Si la quantité de boues recyclées est insuffisante, le volume des boues stockées dans le décanteur secondaire est trop important, ce qui provoque une carence en oxygène, dans un anaérobie et dans certains cas on assiste au phénomène de dénitrification avec une remontée des boues à la surface.

Si elle est trop importante, la clarification est perturbée.

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit

Il est donné par l'expression suivante :

$$R = \frac{100[X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]} \dots\dots\dots(III.34)$$

R : taux de recyclage(%)

[X_a] : concentration des boues dans le bassin = 3Kg/m³

Donc :

R=45,45%

➤ **Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R.Q_j \dots\dots\dots(III.35)$$

Période normale

$$Q_r = 657,58m^3 / j$$

Période estivale

$$Q_r = 5457,92m^3 / j$$

➤ **Age des boues :**

L'âge des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement.

Donc :

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \dots\dots\dots(III.36)$$

Période normale

$$A_b = 4,33 \text{ jours}$$

Période estivale

$$A_b = 3,95 \text{ jours}$$

III.2.4.5.Dimensionnement du clarificateur :

L'efficacité d'un décanteur est fonction de sa forme. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les ouvrages circulaires à fond fortement incliné (50° au moins sur l'horizontal).

Alors, on opte pour un décanteur circulaire à fond incliné, muni d'un pont racleur de fond et de surface, conduisant les boues dans les fosses d'où elles sont reprises pour le recyclage et l'extraction de la fraction en excès.

Le temps de séjour : $t_s = (1,5 - 2) \text{heures}$. on prend $t_s = 1,5h$ [29].

La vitesse ascensionnelle est de l'ordre de : $V_a = 2,5m / h$

➤ **Période normale**

Le débit : $Q = 128m^3 / h$

- **Le volume du décanteur :**

$$V = Q.t_s = 128.1,5$$

$$V=192 \text{ m}^3$$

- **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_H = \frac{Q}{V_a} = \frac{128}{2,5}$$

$$S_H = 52 \text{ m}^2.$$

- **La hauteur du décanteur :**

$$H = \frac{V}{S_H} = \frac{192}{52} = 3,69 \text{ m}.$$

On prend : **H=4m**. Donc **V' = 208 m³**

- **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4.104}{3,14.2}} = 11,51 \text{ m}.$$

On prend **D=12m**

- **Le temps de séjour :**

$$T_s = V' / Q$$

Pour le débit moyen horaire journalier

$$T_s = 208 / 60,9 \quad T_s = 3,42 \text{ h}$$

Pour le débit de pointe

$$T_s = 208 / 128 \quad T_s = 1,62 \text{ h}$$

➤ Période estivale

Le débit : $Q = 868 \text{ m}^3 / \text{h}$

- **Le volume du décanteur :**

$$V = Q.t_s = 868.1,5$$

$V=1302 \text{ m}^3$ On prend deux décanteur en cas de panne donc $V' = V/2 = 651 \text{ m}^3$

- **La surface horizontale du décanteur:**

$$S_H = \frac{Q}{V_a} = \frac{868}{2,5}$$

$$S_H = 348 \text{ m}^2.$$

- **La hauteur du décanteur :**

$$H = \frac{V}{S_H} = 3,58m.$$

On prend : **H=4m.** Donc **V' = 696 m³**

- **Le diamètre du décanteur :**

$$D = \sqrt{\frac{4.V}{\pi.H}} = \sqrt{\frac{4.696}{3,14.2}} = 21,05m.$$

On prend D=21m

- **Le temps de séjour :**

$$T_s = V' / Q$$

Pour le débit moyen horaire journalier

$$T_s = 1392 / 507,6 \quad \mathbf{T_s = 2,74h}$$

Pour le débit de pointe

$$T_s = 696 / 507,6 \quad \mathbf{T_s = 1,60h}$$

Remarque :

Nous avons choisi 2 décanteurs secondaires pour alternativement en période normale.

III.2.5. Traitement des boues:

Les boues provenant du décanteur primaire et secondaire sont admises dans une filière de traitement comportant l'épaississement, la stabilisation, la déshydratation et l'évacuation finale

III.2.5. épaississement :

L'épaississeur constitue la première étape des filières de traitement des boues. Il sera dimensionné en fonction des charges polluantes éliminées dans les décanteurs primaire et secondaire.

- **Boues issues du décanteur primaire**

$$B_I = (DBO_5)_{e_{lim}} + (MM)_{e_{lim}} \dots \dots \dots (III.37)$$

Période normale

$$BI = 538,41 \text{ kg/j}$$

Période estivale

$$BI = 3551,26 \text{ kg/j}$$

- **Boues issues du décanteur secondaire :**

$$B_{II} = \Delta X \quad (\text{Représente les boues en excès})$$

Période normale

$$B_{II} = 239,38 \text{Kg} / j$$

Période estivale

$$B_{II} = 2193,78 \text{Kg} / j$$

- La concentration des boues :

A l'entrée de l'épaisseur les boues fraîches ont les concentrations moyennes suivantes :

- Boues primaires : (20÷30) g/l

-Boues secondaire : 10 g/l

- Calcul du débit journalier de boues entrant dans l'épaisseur :

-Pour les boues primaires :

$$Q_{BI} = \frac{B_I}{X_I} \quad \text{Avec BI : quantité issues du décanteur primaire}$$

XI : concentration des boues on prendra $X_I=25\text{g/l}$

Période normale

$$Q_{BI} = 21,54 \text{m}^3 / j$$

Période estivale

$$Q_{BI} = 142,05 \text{m}^3 / j$$

-Pour les boues secondaires : $Q_{BI} = \frac{\Delta B}{X_{ii}} \dots\dots\dots(\text{III.38})$

Période normale

$$Q_{BII} = 9,58 \text{m}^3 / j$$

Période estivale

$$Q_{BII} = 87,75 \text{m}^3 / j$$

Soit un débit total de $Q_{BT}=Q_{BI}+Q_{BII}\dots\dots\dots(\text{III.39})$

Période normale

$$Q_{BT} = 31,12 \text{m}^3 / j$$

Période estivale

$$Q_{BT} = 229,8 \text{m}^3 / j$$

- Concentration des boues dans l'ouvrage sera de :

$$C_B = \frac{B_I + B_{II}}{Q_{BT}} \dots\dots\dots(\text{III.40})$$

Période normale

$$C_B = 25 \text{g} / l$$

Période estivale

$$C_B = 25 \text{g} / l$$

- Calcul du volume de l'épaisseur :

$$V_E = Q_{BT} \cdot T_S \dots\dots\dots(\text{III.41})$$

Avec t_s : temps de séjour compris entre 2 à 10 jours, On adaptera un temps de séjour de 4jours.

Période normale

$$VE=124,48 \text{ m}^3$$

Période estivale

$$VE=919,2 \text{ m}^3$$

Avec une hauteur de 4 m,

- Diamètre de l'épaisseur**Période normale**

$$D=6,3\text{m}$$

Période estivale

$$D=17,1\text{m}$$

Après l'opération d'épaississement, les boues atteindront une concentration de l'ordre de 80 à 100 g/l, ce que donnent un débit de boues à la sortie de l'épaisseur de l'ordre de :

$$Q_{BE} = \frac{B_I + B_{II}}{90(g/l)} \dots\dots\dots(\text{III.42})$$

Période normale

$$Q_{BE} = 8,64 \text{ m}^3 / j$$

Période estivale

$$Q_{BE} = 63,83 \text{ m}^3 / j$$

III.2.5.2. Stabilisation aérobie :

Le but de la stabilisation est d'éliminer dans la phase de respiration endogène 45% de MVS contenues dans les boues.

➤ Période normale**a) La quantité de MVS contenue dans les boues :**

$$MES=821,97 \text{ kg/j}$$

$$MM=246,59\text{kg/j}$$

$$MVS=575,38 \text{ kg/j}$$

b) La quantité de MVS à la sortie de la stabilisation :

$$(MVS) \text{ sortie} = 258,92 \text{ kg/j}$$

c) Boues en excès dans le stabilisateur :

En admettant que les matières minérales sont entièrement conservées, on doit extraire tous les jours

$$Q \text{ excès} = 834,3 \text{ kg de boues/j}$$

➤ période estivale**✓ La quantité de MVS contenue dans les boues :**

$$MES=6852,78 \text{ kg/j}$$

$$MM=2055,83\text{kg/j}$$

$$MVS=4796,95\text{kg/j}$$

✓ **La quantité de MVS à la sortie de la stabilisation :**

(MVS) sortie = 2158,63 kg/j

✓ **Boues en excès dans le stabilisateur :**

En admettant que les matières minérales sont entièrement conservées, on doit extraire tous les jours

Q excès = 6955,58 kg de boues

✓ **Dimensionnement du bassin de stabilisation :**

- Mb: La masse de boue à maintenir dans le stabilisateur
- La concentration q_B s'étendant de 80 à 100 g/l on prend $q_B = 100 \text{ g/l}$
- **Volume du bassin de stabilisation**

$$V_{BS} = \frac{M_B}{q_B} \dots\dots\dots(\text{III.43})$$

Avec : $M_b = Q \text{ excès} \cdot T \dots\dots\dots(\text{III.44})$

$$T = 175 \cdot 10^{(-0,03 \cdot t)} \quad / \quad t = 35^\circ\text{C} \quad [\mathbf{32}]$$

$$T = 15,6 \text{ jours} \quad [\mathbf{34}]$$

Période normale

$$M_b = 13015,08 \text{ kg}$$

$$\text{Donc : } V_{BS} = 130,15 \text{ m}^3$$

Période estivale

$$M_b = 108507,05 \text{ kg}$$

$$\text{Donc : } V_{BS} = 1085,07 \text{ m}^3$$

- **Surface horizontale:**

On prend la profondeur du bassin de stabilisation $H = 4 \text{ m}$

$$S_H = \frac{V_{BS}}{H}$$

Période normale

$$S_H = 32,54 \text{ m}^3$$

Période estivale

$$S_H = 271,27 \text{ m}^3$$

- **La longueur de bassin : $L = 2l$**

$$\text{Donc : } L^2 = \frac{S_H}{0,5} \Rightarrow L = \sqrt{\frac{S_H}{0,5}}$$

Période normale

$$L = 9 \text{ m}$$

Période estivale

$$L = 24 \text{ m}$$

- La largeur de bassin :

$$l = \frac{S_H}{L}$$

Période normale $l = 4,5m$

Période estivale $l = 12m$

- ✓ **Aération du bassin de stabilisation :**

- **le besoin théorique en oxygène :**

La quantité d'air nécessaire s'effectuera à l'aide des aérateurs de surface.

Il faut 2 kg O₂ /kg MVS détruit

Période normale

La masse des boues détruites par jour est de 316,46 kg/j

$$DO_2 = 2 \cdot 316,46 = 632,92 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

$$DO_2 = 632,92 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

Période estivale

La masse des boues détruites par jour est de 3118,02 kg/j

$$DO_2 = 2 \cdot 3118,02 = 6238,04 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

$$DO_2 = 6238,04 \text{ kg O}_2/\text{j}$$

- **la quantité d'oxygène en cas de pointe**

$$D_{PO_2} = \frac{D_{O_2}}{16} \dots\dots\dots(\text{III.45})$$

Période normale $D_{PO_2} = 39,56 \text{ kg O}_2/\text{h}$

Période estivale $D_{PO_2} = 389,75 \text{ kg O}_2/\text{h}$

- ✓ **nombre des aérateurs :**

Devant traiter le même débit d'eau que le bassin d'aération et ayant pratiquement la même caractéristique de l'eau (température, k,...) le nombre d'aérateurs sera calculé par la même méthode

- **Calcul de puissance d'aération nécessaire :**

Période normale

$$W_n = 6,525 \text{ kw}$$

$$W_a = \frac{D_p(o_2)}{N} \dots\dots\dots(III.46)$$

- $D_p(o_2)$: quantité d'oxygène en cas de pointe

D'où $W_a=50,72kw$

Période estivale

$W_n=54,15 kw$

$W_a=499,68 kw$

- calcul du nombre d'aérateur :

$$n = \frac{W_a}{W_n} \dots\dots\dots(III.47)$$

Période normale

n=8 aérateurs

Période estivale

n=10 aérateurs

III.2.5.3. La déshydratation des boues par lit de séchage:

Les boues recueillies dans une station d'épuration ont une teneur en eau variable de 90 à 99% selon leur nature et le traitement qu'elles ont subi. Elles occupent donc un volume important et ne peuvent être évacuées facilement. La déshydratation a pour but d'éliminer une partie de l'eau de constitution, avec comme conséquence une diminution du volume des boues et une manipulation plus facile pour procéder à leur évacuation [10].

- **Dimensionnement des lits de séchage :**

e : l'épaisseur maximale des boues qui est comprise entre 20 à 30 cm

On prend $e=30 cm$ [29].

- Le temps de remplissage d'un lit est de 2 à 3 jours, on prend $t=2$ jours
- Largeur (b) optimum de 8m $b=8m$
- Longueur (L) de 20 à 30 m $L=20m$
- Durée de séchage 4 à 6 semaines

Donc le volume épandu dans chaque lit est :

$$V_L = b \cdot L \cdot H \dots\dots\dots(III.48)$$

$$= 8 \cdot 20 \cdot 0,30$$

$$V_L = 48m^3$$

Le volume des boues à extraire journalièrement V_L est celui qui correspond à la quantité des boues à extraire Q_f .

- **La concentration des boues du stabilisateur :**

La concentration des boues du stabilisateur varie entre 15 et 20 g/l

$$V_I = \frac{Q_f}{15} \dots\dots\dots(\text{III.49})$$

Période normale

Qf= (MVS) sortie=316,46 kg/j.

$$V_I=21,09\text{m}^3/\text{j}$$

Période estivale

Qf= (MVS) sortie=3118,02 kg/j.

$$V_I=207,87\text{m}^3/\text{j}$$

- **Le nombre des lits nécessaires à chaque épandage :**

$$n \geq \frac{V_I}{V_L} \dots\dots\dots(\text{III.50})$$

Période normale

n=1 lit

Période estivale

n=5 lits

- **Volume des boues épandues par lit et par an :**

Il est généralement admis que chaque lit sert 10 fois par an

$$V_2=10.V_L$$

$$V_2 =480 \text{ m}^3$$

• Volume des boues à sécher par an :

$$V_{B/an}=V_{I(\text{normale})}.273+ V_{I(\text{estivale})}.92\dots\dots\dots(\text{III.51})$$

$$V_{B/an}=24881,61\text{m}^3$$

- **Nombre des lits Nécessaire:**

$$N \geq \frac{V_{B/an}}{V_2} = \frac{24881,61}{480} = 51,8\text{lits} \dots\dots\dots(\text{III.52})$$

On prend **N=52 lits**

• surface nécessaire : $S_T = L \times b \times N$

$$S_T=8320\text{m}^2$$

III.3. Fiche technique de la station d'épuration :

Le tableau III.5 qui suit résume les résultats de dimensionnement de la station

Tableau III.5. Fiche technique de la station d'épuration

	Unité	Période Normale	Période Estivale
PRETRAITEMENTS :			
Dégrillage			
largeur pour une grille fine			
Pour une grille fine manuelle	m	0.74	5.01
Pour une grille fine mécanique	m	0.37	2.51
largeur pour une grille grossière			
Pour une grille grossière manuelle	m	0.39	2.63
Pour une grille grossière mécanique	m	0.19	1.31
pertes de charges:			
Grille grossière	cm	/	/
Grille fine	cm	/	/
volumes des déchets retenus			
Grille fine :			
V_{\min}	m ³ /j	0.125	1.04
V_{\max}	m ³ /j	0.250	2.08
Grille grossière :			
V_{\min}	m ³ /j	0.05	0.417
V_{\max}	m ³ /j	0.125	1.04
dessableur			
Section horizontale	m ²	0.8	8.9
Largeur	m	0.27	2.96
tempe de séjour	s	/	/
débit d'air à injecter	m ³ /h	43.2	480.6

Traitement primaire :			
décanteur primaire :			
Surface totale horizontale de décantation	m ²	52	350
Volume totale du décanteur	m ³	170	1130
Nombre de décanteurs	/	1	2
Hauteur	m	3,5	3,5
Diamètre	m	8	15
Temps de séjour			
<u>pour le débit moyen horaire</u>	h	2,79	1,11
<u>pour le débit de pointe en temps sec</u>	h	1,32	0,65
Traitement secondaire :			
- bassin d'oxydation et la charge massique :			
Concentration en DBO ₅ à la sortie :	kgDBO ₅ /j	415.5	3464.4
Dimensionnement du bassin d'oxydation			
Charge organique à éliminer le	kgDBO ₅ /j	371.72	3100.6
Volume du bassin d'aération	m ³	346.29	1444
Masse de boue dans le bassin d'aération	kg	1038.8	8661.2
Concentration en boue	g/l	3	3
Surface totale horizontale du bassin d'aération	m ²	86.57	724
Nombre de bassin	/	1	4
Longueur de bassin	m	13.15	19
Temps de séjour			
Pour le débit moyen journalier	heur	5.69	5.69
Pour le débit de pointe par temps sec	heur	2.7	3.32
rendement épuratoire	%	89.4	89.4
Besoins en oxygène	kg O ₂ /j	287.35	1729.93
Quantité d'oxygène nécessaire en cas du	kg O ₂ /h	17.74	105.74
pointe			
Quantité totale d'oxygène transférée par unité de	O ₂ /Kw	0.78	0.78
surface			
Puissance nécessaire a l'aération	kw	22.74	135.56
Nombre d'aérateurs pour les deux bassins	/	4	3

Besoin en énergie de l'aérateur	kw	15.16	70.49
La décantation secondaire (clarification) :			
Surface totale horizontale de décantation	m ²	52	350
Volume totale du décanteur	m ³	208	1392
Nombre de décanteurs	/	2	2
Hauteur du décanteur	m	4	4
Diamètre d'un décanteur	m	12	21
Temps de séjour			
pour le débit moyen horaire journalier	heur	3.42	2.74
pour le débit de pointe	heur	1.62	1.60
Bilan des boues :			
Calcul de la quantité des boues en excès	Kg/j	239.38	2193.78
Age des boues	jour	4.33	3.95
Boue en excès	m ³ /j	24.94	228.52
Recirculation des boues	%	45.45	45.45
- TRAITEMENT DES BOUES:			
L'épaississeur :			
Volume utile de l'épaississeur	m ³	124.48	919.2
Diamètre	m	6.3	17.1
débit de boues à la sortie de l'épaississeur	m ³ /j	8.64	63.83
Temps de stockage des boues :	Jour	4	4
concentration des boues	m ³ /j	31.12	229.8
bassin de stabilisation			
Volume du bassin	m ³	130.15	1085
Surface horizontale	m ²	32.54	271.27
longueur de bassin	m	9	24
besoin théorique en oxygène	Kg O ₂ /j	632.92	6238
nombre d'aérateur	/	8	10
Lits de séchage :			
Quantité de boue provenant de l'épaississeur par jour	m ³ /j	21.09	207.87
Nombre de lits	lits	1	5

Dimensionnement de la station d'épuration

Chapitre III

Remarque :

Nous arrivés à terme de ce dimensionnement à mettre au point un code de calcul automatique sur Excel qui nous permet de dimensionner les stations d'épuration type boues activées (figure III.1)

Algorithme de dimensionnement des stations d'épuration									
I-Traitement des eaux usées					Bassin d'aération				
Introduction des données					Tableau de ROQUES				
Données du projet	N	D	DBO ₅	MES	R	Cm	Moy ch	Fai ch	
	9133	200	70	90	0,8	Xa	3,5	4,5	
Calcul des débits	Qj	t _{diurne}	Qm	Qp	Qd	h _{max}	3	3	
	1461,28	16	16,91	35,65	25,37	V	426	947	
	1461280		0,017	0,036	0,025	L	12	18	
			60,9	128	91,33	t _{mo}	7	15,5556	
Calcul des charges polluantes	L ₂	MES	MVS	MM		t _{pointe}	3,32	7,38	
	639,31	821,97	657,58	164,39		t _{diurne}	4,67	10,37	
Dégrilleur	e	e ₁	h _{max}	a	V ₀	Qualité de l'effluent			
	3,5	2	0,5	0,5	1	K	0,66	0,49	
	β	S	L _{passage}	L	Refus	Lf	26,02	18,29	
	0,36	0,036	1,0	0,19	0,150132	Le	409,5	612,6	
Dessableur-déshuileur	ts	h _{max}	V	L _{carré}	D _{air}	Besoins en oxygène			
	2	1	4,28	2,1	2,3	a'	0,58	0,63	
Charges polluantes à la sortie	L ₂	MES	MVS	MM	V _{sable}	b'	0,11	0,10	
	639,31	690	658	33	132	Qm(O ₂)	182	426	
Décanteur primaire(moy char)	ts	h _{max}	V	D		Qp(O ₂)	23,6	44,5	
	1,5	3,5	192,5	8		Q(O ₂)/L ₂	0,92	1,16	
Charges polluantes à la sortie	L ₂	MES	MVS	MM	B _{primaire}	Décanteur secondaire (Moy et Fai charge)			
	447,517	138,1	131,5	6,6	744	ts	h _{max}	V	
Désinfection	ts	h _{max}	Dose _{cl}	V	L		2,5	3,5	320,9
	0,5	1	8	64,2	8,0	D	11		

Les caractéristiques principales des différents ouvrages de la step					
		Fai ch	Moy ch	For ch	T Fai ch
Débit journalier	Qj	1461,28			
Dégrilleur	L	0,2			
	Refus	0,150131507			
Dessableur-déshuileur	L _{carré}	2,1			
	D _{air}	2,3			
	V _{sable}	132			
Décanteur primaire	D	/	8	/	/
	B _{primaire}	/	744	/	/
Bassin d'aération	V	947	426	179	1827
	L	18	12	7,7	19,1
	Lf	18,29	26,02	47,93	11,98
	Le	612,6	409,5	377,5	621,8
Besoins en oxygène	Qm(O ₂)	426	182	246,9	1203,6
	Qp(O ₂)	44,51	23,56	15,91	62,88
Décanteur secondaire	D	11			
Bassin de désinfection	L	8,0			
	M(CI)	11,69024			
Traitement des boues	θ	297,5	89,5	83,8	301,2
Epaississeur	D	3,6	2,1	2,1	3,7
Lit de séchage	e	821,97			

Traitement des boues pour les différentes charges					
		Faible ch	Moy ch	Forte ch	Très fai ch
Les boues en excès	ΔB	297,5	89,5	83,8	301,2
Boues organiques	ΔB _{org}	89	93	92	89
Boues minérales	ΔB _{min}	11	7	8	11
L'âge des boues	θ	16,1	18,0	5,8	34,0
Recirculation des boues					
	I _m	100	100	100	120
	X _r	12	12,0	12,0	12
	R	77,0	52,8	34	128,3
L'épaississeur	ts	2	1,5	1,5	2
	h	4	3	3	4
	K	1,2			
	X _s	30			
	V	41,7	10,7	10,1	42
	D	3,6	2,1	2,1	3,7
Lit de séchage	S _u	0,09			
	St	821,97			

Figure III.1. Code de calcul automatique sur Excel



Chapitre **IV**



Chapitre IV

Etude de la possibilité de réutilisation des eaux épurées en irrigation

IV.1. Introduction :

L'irrigation est le consommateur principal des eaux, L'Algérie est l'un des pays qui cherche à développer des techniques d'irrigation afin d'améliorer la production agricole dans le contexte de la diminution des capacités hydriques voire la rareté de l'eau.

Pour éviter les dangers qui menacent les ressources en eau on doit développer toute activité hydraulique visant à mobiliser tous les moyens nécessaires.

Actuellement, parmi les techniques en pleine expansion, qui apportent des quantités d'eau supplémentaires, la réutilisation des eaux usées épurées occupe une place importante.

IV.2. potentiel agricole de la zone d'étude et besoins des cultures :

Nous étudions dans ce qui suit la possibilité d'irrigation surfaces agricoles avoisinantes par les eaux épurées de STEP projetée en considérant en premier lieu les cultures les plus répondues de la surface agricole utile dans la région de Marsat Ben m'Hidi

➤ Répartition des cultures dans le périmètre (Assolement) :

D'après la DSA (Direction des Services Agricoles de Tlemcen) quatre types de cultures (olivier, agrumes, amande, vigne) sont les plus pratiquées dans la commune de Marsa Ben M'Hidi.

Tableau IV.1. Les surfaces cumulées de chaque type de culture dans le périmètre.

Culture	Olivier	Agrumes	Amande	Vigne	Somme
Surfaces cumulé (ha)	50	13	20	23	106

Source DSA

Le périmètre proposé dans le cadre de cette étude pour l'irrigation par les eaux usées traitées de la station d'épuration de la commune de Marsat- Ben M'Hidi d'une superficie de 106 ha.

Une description détaillée des différents éléments influençant la faisabilité d'un projet d'irrigation par les eaux usées épurées s'impose pour pouvoir justifier le choix la réutilisation des eaux usées épurés de la STEP de Marsat- ben M'Hidi à des fins agricoles.

Dans, où notre aire d'étude est située, est présentée sous plusieurs volets, à savoir Situation, hydrographie, hydrologie....

IV.3.Climatologie

Les données climatiques donneront les indications nécessaires concernant les besoins en eau de la culture. Elles consistent surtout en la détermination de l'évapotranspiration (ETP) dans le système sol – plante, ce qui intègre un nombre important de paramètres climatiques (Température, insolation, humidité relative de l'air, vitesse de vent, ...).

IV.3.1. Température de l'air :

L'étude des variations de la température d'une région est nécessaire pour la détermination de son aspect climatique durant l'année ; ainsi elle est un paramètre déterminant dans le calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP) des plantes cultivées. Le tableau IV.2 présente les moyennes mensuelles des températures dans la région de Marsat Ben M'Hidi.

Tableau IV.2 : Températures moyennes mensuelles dans la région de Marsat Ben M'Hidi (C°) [35].

T	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
2003	24,8	22,3	17	14,8	14,1	13,5	16,3	17,5	20,5	25,3	27,8	28,5
2004	25,6	22,5	15,9	15	15,3	15,1	15,5	17	18,7	24	26,2	27,4
2005	24,6	21,5	19,5	13,8	11,4	12	15,2	17,8	21,6	23,8	27,2	26,8
2006	25	22,7	19,1	14,7	12,9	13,5	16,1	19	20,6	23,2	26,9	27
2007	24,3	21,3	17,1	14,4	13,3	16	15,7	16,9	21,1	23,4	26,3	26,3
2008	23,3	21,3	15,9	13,2	14,2	15	16,4	18,8	19,9	23,5	26,9	28
2009	24,2	22,5	19,3	16,4	13,4	13,6	15,5	17,3	20,4	24	27,9	27,4
2010	24,3	20,6	17,1	15,9	14,9	16,2	15,8	17,6	20	22,8	25,9	26,8
2011	24,5	20,9	17,5	13,9	14,2	13,8	15,6	17,9	20,4	23,3	25,8	26,5
2012	23,8	21,3	17,8	14,4	12	11,8	14,5	17	19,8	24,4	26,3	27,7
2013	23,8	22,1	16,3	13,8	14,4	13,3	16,8	16,9	19,3	21,3	24,6	26,5

IV.3.2. Pluviométrie :

La pluviométrie est un facteur climatique très important pour un projet d'irrigation. Son but est d'évaluer les besoins en eaux des plantes cultivées dans la région considérée, de même connaître la répartition inter-annuelle qui nous fait signe des périodes humides et sèches.

Le tableau suivant présente les valeurs des précipitations moyennes mensuelles dans la région de Marsat Ben M'Hidi. (Voir tableau IV.3).

Tableau IV.3 : Précipitations moyennes mensuelles dans la région de Marsat Ben M’Hidi (mm) [35].

PP	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
2003	0	29,97	117,33	31,5	28,95	110,22	13,46	20,32	12,2	7,76	0	0
2004	0	47,76	37,08	26,16	17,02	37,59	42,42	39,62	39,12	9,09	0	0,25
2005	2,54	47	3,05	16,26	16,25	55,88	78,23	19,04	1,02	5,02	0	0
2006	5,08	10,42	4,07	77,22	49,53	44,71	24,39	41,14	71,89	5,05	0	0
2007	7,11	49,28	98,03	26,41	31,75	44,95	30,47	86,12	5,09	0	0	5,08
2008	14,23	87,87	116,59	115,06	23,88	32,01	21,84	17,27	22,87	6,81	7,87	0
2009	60,22	2,03	10,16	42,93	111,24	40,14	8,64	39,11	4,06	0	0	2,04
2010	13,71	64,76	37,59	30,23	170,95	32	68,84	41,9	19,05	14,47	0,25	38,36
2011	0,76	87,13	129,28	43,17	33,77	55,88	29,21	54,35	36,57	9,39	0	14,22
2012	43,17	85,09	91,43	45,72	69,33	45,47	25,14	22,35	7,11	2,54	0	0
2013	50,8	0	45,72	115,32	101,6	52,33	48,51	52,82	45,97	0	3,56	4,06
moy	17,96	46,48	62,75	51,81	59,47	50,10	35,55	39,45	24,08	3,46	1,06	5,81

IV.3.4. Humidité :

C’est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l’évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente la quantité réelle de vapeur d’eau contenue dans l’air par rapport à celle que l’air pourrait contenir s’il était saturé à la même température [36].

Le tableau IV.4 présente les valeurs de l’humidité moyenne en pourcentage de la région de Marsat Ben M’Hidi.

Tableau IV.4. Humidité moyenne en % de la station de Marsat Ben M’Hidi [35].

Mois	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Ans
Station de Marsat Ben M’Hidi	73,4	74,8	72,8	72,2	70	72,25	68,5	70,5	72,75	77,25	71,5	72,25	72,35

IV.4. Les besoin en eau d’irrigation :

En matière d’irrigation, nous cherchons à placer les plantes dans des conditions de production optimales et on base l’irrigation sur les valeurs de l’évapotranspiration maximale ETM, qui caractérise l’évapotranspiration d’une culture donnée, à différents stades de croissance :

- Lorsque l'eau n'est pas un facteur limitant ;
- Les conditions agronomiques sont optimales (bonne fertilité du sol, apport d'engrais suffisants, bon état sanitaire...). [37]

$$ETM = K_c \times ETP \dots\dots\dots (IV.1) \text{ (in [38])}$$

(K_c est un coefficient cultural)

ETM : évapotranspiration maximal.

ETP : évapotranspiration potentielle.

K_c : coefficient de culture dépend de type de culture appliqué en place. Ils sont donnés dans le tableau .IV.3.

Tableau IV.5 : Coefficient de cultural pour chaque culture [37]

	Céréales	Agrume	Vigne	Oliver	Maraichères
Sep	0,45	0,7	0,7	0,9	0,7
Oct	0,8	0,7	/	0,6	0,7
Nov	0,9	0,7	/	/	0,7
Dec	0,9	0,7	/	/	0,7
Jan	0,9	0,7	/	/	0,65
Fev	0,9	0,7	/	/	0,65
Mar	0,9	0,7	/	/	0,7
Avr	0,9	0,7	0,4	0,6	0,7
Mai	/	0,7	0,6	0,6	0,7
Juin	/	0,7	0,85	0,6	0,7
Juil	/	0,65	0,8	0,8	0,7
Aout	/	0,65	0,8	0,8	0,7

IV.4.1.Précipitation efficace (utile):

C'est la portion d'eau tombée contribuant à la satisfaction des besoins en eau de la culture, toute précipitation ne se transformant pas en ruissellement ou en eau de recharge de la nappe souterraine peut être considérée comme effective, au point de vue de l'irrigation, la pluie utile est déduite comme suit :

- Nous disposant une série de donnée des précipitations de 11 ans ;

Nous avons fait une étude statistique et ajustement à la loi normale et à la loi log normal par l'emploi d'un logiciel spécifique "RAINBOW" ; les courbes d'ajustement sont données en **annexe III**.

- Pour chaque mois nous tirons la précipitation de fréquence 80% (P80%) pour la loi d'ajustement qui donne un meilleur ajustement (selon le coefficient de corrélation);
- Nous éliminons les pluies faibles inférieures à 5 mm (car elle ne pénètre que peu dans le sol) ;
- La pluie utile étant égale à P (80%) multiplié par un coefficient d'efficacité qui est de 0,8 [37].

Remarque :

- ✓ P (80%) : étant la pluie de 80% de fréquence, c à d elle présente 80% de chance de l'enregistré dans sa période.
- ✓ La pluie efficace (utile) définit la fraction de l'eau des précipitations qui répond aux besoins en eau des cultures.

Ce protocole de calcul de la pluie utile a été suivi mois par mois sur la série des pluies moyennes

Mensuelles, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau IV.6 qui suit :

Tableau IV.6 : Coefficients de corrélation et valeur de pluie utile

Les mois	R ² par l'ajustement a loi normal	p (80%) loi normal	R ² par l'ajustement a loi log normal	p (80%) loi Log normale	P (80%)	Pu (mm)
Sep	/	0	/	0	0	0
Oct	0,93	15,8	0,76	10,3	15,8	12,64
nov	0,9	23,4	0,85	12,3	23,4	18,72
Dec	0,81	24,9	0,93	25,6	25,6	19,92
Jan	0,83	21,1	0,95	23,1	23,1	16,88
pFev	0,69	34,8	0,85	36	36	28,8
mars	0,91	17,7	0,97	17,1	17,7	13,68
Avr	0,87	17	0,88	17	17	13,6
mai	0,98	19,5	0,97	19,5	19,5	15,6
Juin	/	0	/	0	0	0
Juil	/	0	/	0	0	0
Aout	/	0	/	0	0	0

NB : - En gras les valeurs de meilleur ajustement

- Valeur nulle de Pu car précipitation < 5mm
- Pour le mois de juillet les précipitations ne s'ajustent ni à la loi normale ni à la loi log normal, Pu est considéré nulle car les précipitations sont < 5mm

IV.4. 2.Evapotranspiration :

Le plus souvent l'évapotranspiration est calculée par des formules à partir des donnée climatiques mesurées, mais ces formules (Turc, Penman, Blaney-cridde,...) ne sont pas toutes équivalentes, leurs représentativités varie selon les paramètres utilisés et les régions climatiques ou elles ont été établies.

➤ **Formule de Turc :**

Pour hr > 50%

Cette formule est appliquée dans les régions relativement humides. Elle donne des résultats très surs, et qui se rapprochent de l'ETP mesurée

Celle-ci est donnée par l'expression suivante :

$$ETP = 0,4 (I_g + 50). \left(\frac{t}{t+15} \right) \dots\dots\dots(IV.2) \text{ (in [38])}$$

Pour hr < 50 %

$$ETP = 0,4. [(I_g + 50). \left(\frac{t}{t+15} \right)]. \left[1 + \left(\frac{50-hr}{70} \right) \right] \dots\dots\dots(IV.3)$$

Avec :

- ETP: évapotranspiration mensuelle (mm)
- t : température moyenne mensuelle (°C)
- Ig : radiation globale mensuelle (cal / cm²/ jour)
- Hr : humidité relative de l'air (%)

Ig : est rarement mesurée directement, mais elle peut être calculée par la relation suivante:

$$I_g = I_{g_0} (0,18 + 0,62 h / H) \dots\dots\dots(IV.4) \text{ (in [38])}$$

Avec : I_{g0} : radiation maximale en fonction de la latitude est la radiation maximale théorique, grandeur astronomique qui na dépend que de la latitude du lieu et de la date dans l'année, elle est donnée par des tables ;

- h / H : insolation relative, en heures.
- h : durée d'insolation de la station considérée, en heures / mois.
- H : durée mensuelle du jour, en heures / mois. [39].

➤ **La Formule de Penman :**

Pour calculer l'ETP au pas de temps journalier, il est préférable d'utiliser la formule de Penman-Montetth, cette formule a pour avantage, au pas de temps journalier, de mieux prendre en compte, que celle de Penman, l'effet de la turbulence due au vent.

La formule est la suivante :

$$ETP = p^{\lambda}(t) \cdot \frac{Rn}{L} + \gamma \cdot \frac{Ea}{P(t) + \gamma} \dots\dots\dots(IV.5) \text{ (in [38])}$$

Avec :

Rn : rayonnement net « climatique »

Ea : pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : chaleur latente de vaporisation (2,5. 10⁶ J/Kg)

γ : constante psychrométrique (0,65 hPa / °C)

p^λ(t) : valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression partielle de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T [40].

➤ **Méthode de THORTWAITE :**

Elle consiste à calculer à chaque mois l'évapotranspiration mensuelle en utilisant la formule suivante :

$$ETP = 1.6K \times (10t / I)^a \dots\dots\dots(IV.6) \text{ (in [38])}$$

ETP : Evapotranspiration potentielle mensuelle (cm)

t : température moyenne mensuelle du mois considéré en °C

I : somme des 12 indices mensuels $i = (t/5)^{1.45} \dots\dots\dots(IV.7) \text{ (in [38])}$

$$a = - 675.10^{-9}I^3 - 771.10^{-7}I^2 + 1792.10^{-5}I + 0.49239 \dots\dots\dots(IV.8)$$

K : coefficient de correction en fonction de la latitude et de la durée de jour.

Cette formule est facile à mettre en œuvre parce qu'elle n'utilise que les températures, elle ne rend pas compte du phénomène vrai qui dépend de l'humidité de l'air.

➤ **Formule de Blaney-Criddle :**

Elle donne des résultats satisfaisants pour les régions arides, elle met en jeu la température, la durée de jour et K qui est fonction de la culture et de la zone climatique ; c'est pour cela on l'admet pour le calcul des besoins dans notre cas, la formule est comme suite :

$$ETP = K \times P \times (0.4572t + 8.128) \dots\dots\dots(IV.9) \text{ (in [38])}$$

Avec :

P : le pourcentage de la durée moyenne du jour en fonction de la durée moyenne annuelle.

t : température moyenne mensuelle en °C.

$$K = k_t \times k_c \dots\dots\dots(IV.10)$$

Kt : coefficient climatique en fonction de la température donné par un tableau ;

Kc : coefficient de la culture qui tient compte du stade de croissance de la plante.

En l'absence de postes de mesure de l'évaporation, on peut employer plusieurs méthodes empiriques qui nous permettront d'estimer des valeurs acceptables de l'évapotranspiration réelle. Parmi ces méthodes on a utilisé la méthode de THORNTON (voir tableau IV.10)

IV.4.3. Calcul des besoins en eau:

Pour déduire les besoins en eau nous basons sur le bilan hydraulique, nous comparons la quantité d'eau disponible naturellement pour les végétaux et les prélèvements de ces mêmes végétaux supposés placés dans des conditions optimales de l'approvisionnement en eau.

$$\text{Besoins} = \text{ETM} - \text{Pu} - \Delta \text{Rfu} \pm \Delta \text{H} \dots \dots \dots (\text{IV.11}) \text{ (in [38])}$$

ETM: évapotranspiration de la culture (mm),

Pu: précipitation efficace (mm),

X Rfu: stock d'eau dans le sol en début de période qui la variation de la réserve d'eau dans le sol (mm), différence entre les quantités d'eau disponible dans la zone racinaire au début et à la fin de la saison végétative

± ΔH: contribution de la nappe [39].

La dose pratique d'arrosage, dans le cas d'une irrigation traditionnelle, est donnée par la $D_p \text{ (mm)} = \text{Rfu} \text{ (mm)}$. Avec Rfu est la réserve facilement utilisable.

➤ **La dose pratique d'arrosage :** $D_p = \text{Rfu} \dots \dots \dots (\text{IV.12}) \text{ (in [38])}$

Rfu: réserve facilement utilisable

Remarque :

Dans nos calculs des besoins nous n'avons pas tenu compte des stocks d'eau dans le début de chaque mois et de la contribution de la nappe car ils peuvent être négligeables étant données les conditions de la zone d'étude.

➤ **Fréquence d'arrosage :** calculer par le rapport entre les besoins et la dose pratique :

$$N = \frac{\text{Beir}}{D_p} \dots \dots \dots (\text{IV.13})$$

La valeur trouvée doit être arrondie au nombre immédiatement supérieur.

➤ **La dose réelle d'arrosage :** $D_r = \frac{Beir}{N} \dots\dots\dots (IV.14)$

➤ **Les besoin brutes sont donnée par :** $B_{brute} = \frac{D_r}{R} \dots\dots\dots (IV.15)$

Avec R est le rendement d'irrigation pris égal à 90

Le débit fictif continu au mois de pointe :

C'est une notion très importante, il est donné comme suit :

$$D_{fc} = \frac{Beir (l/ha)}{T (s)} \dots\dots\dots (IV.16) \text{ (in [38])}$$

T= la période de mois considéré en seconde

Le débit continu net de mois de pointe du périmètre :

Le débit net du périmètre au mois de pointe est calculé avec la formule suivent :

$$q_{net} = \frac{\sum D_{fc} \times S_i}{ST} \dots\dots\dots (IV.17) \text{ (in [38])}$$

Avec :

q_{net} : le débit net.

D_{fc} : le débit fictif continu de mois de pointe de chaque culture;

S_i : la surface occupé avec chaque culture ;

ST : la surface totale [38].

Les tableaux IV.8 jusqu'au IV.11 Donnent les calculs des besoins pour les cultures envisagées selon le potentiel agricole de la commune Marsat Ben M'Hidi

IV.5.Détermination des volumes d'eau épurée mensuels :

Les eaux de la station d'épuration de Marsat Ben M'Hidi proviennent des rejets d'eaux urbaines ; c'est-à-dire des eaux domestiques résiduaires susceptibles d'être mélangée en très faibles quantités à des eaux des activités diverse raccordées aux réseaux d'assainissement.

On a calculé les volumes moyens mensuels d'eau épurée donnés dans le tableau IV.7

. En supposant que la saison estivale s'étend de juin à Aout.

Tableau IV.7. Volumes moyens mensuels d'eau épurée

Mois	volumes moyens mensuels à l'état actuel 2014 (m ³ /mois)	volumes moyens mensuels à L'horizon 2040 (m ³ /mois)
Jan	33222,08	43838,4
Fev	30007,04	40915,84
Mar	33222,08	45299,68
Avr	32150,40	43838,4
Mai	33222,08	45299,68
Juin	222480,00	363861,6
Juil	229896,00	375990,32
Aout	229896,00	375990,32
Sep	32150,40	43838,4
Oct	33222,08	45299,68
Nov	32150,40	43838,4
Dec	33222,08	45299,68

Tableau IV.8. Besoins en eau d'irrigation des vignes

Vigne												
Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P (80 %)	0	15,8	23,4	24,9	21,1	36	17,1	17	19,5	0	0	0
Pu (mm)	0	12,64	18,72	19,92	16,88	28,8	13,68	13,6	15,6	0	0	0
ETP(mm)	112,6	88	55,4	37,4	32,6	34,3	44,3	56,2	75,2	104,8	134,9	142
Kc	0,7	/	/	/	/	/	/	0,4	0,6	0,85	0,8	0,8
ETM=ETP*Kc	78,82	/	/	/	/	/	/	22,48	45,12	89,08	107,92	113,6
ETM-Pu	78,82	/	/	/	/	/	/	8,88	29,52	89,08	107,92	113,6
stock d'eau avant	0	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0
Beir(mm)	78,8	/	/	/	/	/	/	8,88	89,08	70,92	107,92	113,6
stock après	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berr(m3/ha)	788,2	/	/	/	/	/	/	88,8	295,2	890,8	1079,2	1136
Dfc(l/s/ha)	0,30	/	/	/	/	/	/	0,03	0,34	0,27	0,42	0,44
N	2	/	/	/	/	/	/	1	3	3	4	4
DR(m3/ha)	394,1	/	/	/	/	/	/	88,8	296,93	236,4	269,8	284
B brute(m3/ha)=Dr/0,9	437,89	/	/	/	/	/	/	98,67	164,00	329,93	299,78	315,56

Tableau IV.9. Besoins en eau d'irrigation des amandes

	Dfc (l/s/ha)	Besoin en eau par hectare (m3/mois/ha)	Superficie irriguée (Ha)	besoin total (m3/mois)
Sep	/	/	/	/
Oct	/	/	/	/
Nov	/	/	/	/
Dec	/	/	/	/
Jan	/	/	/	/
Fev	/	/	/	/
Mar	/	/	/	/
Avr	0,3	800	20	16000
Mai	0,3	800	20	16000
Jui	0,3	800	20	16000
Juill	/	/	/	/
Aout	/	/	/	/

Tableau IV.10. Besoins en eau d'irrigation des agrumes

agrumes												
mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P(80 %)	0	15,8	23,4	24,9	21,1	36	17,1	17	19,5	0	0	0
Pu (mm)	0	12,64	18,72	19,92	16,88	28,8	13,68	13,6	15,6	0	0	0
ETP(mm)	112,6	88	55,4	37,4	32,6	34,3	44,3	56,2	75,2	104,8	134,9	142
Kc	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,65	0,65
ETM=ETP*Kc	78,82	61,6	38,78	26,18	22,82	24,01	31,01	39,34	52,64	73,36	87,685	92,3
ETM-Pu	78,82	48,96	20,06	6,26	5,94	0	17,33	25,74	37,04	73,36	87,685	92,3
stock d'eau avant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beir (mm)	78,8	48,96	20,06	6,26	5,94	0	17,33	25,74	73,36	55,2	87,685	92,3
stock après	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berr (m3/ha)	788,2	489,6	200,6	62,6	59,4	0	173,3	257,4	370,4	733,6	876,85	923
Dfc (l/s/ha)	0,30	0,18	0,08	0,02	0,02	0,00	0,07	0,10	0,28	0,21	0,34	0,36
N	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
DR (m3/ha)	394,1	489,6	200,6	62,6	59,4	0	173,3	257,4	366,8	276	438,425	461,5
B brute (m3/ha)=Dr/0,9	437,89	544,00	222,89	69,56	66,00	0,00	192,56	286,00	205,78	407,56	487,14	512,78

Tableau IV.11. Besoins en eau d'irrigation des oliviers

olivier												
mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
P(80 %)	0	15,8	23,4	24,9	21,1	36	17,1	17	19,5	0	0	0
Pu (mm)	0	12,64	18,72	19,92	16,88	28,8	13,68	13,6	15,6	0	0	0
ETP(mm)	112,6	88	55,4	37,4	32,6	34,3	44,3	56,2	75,2	104,8	134,9	142
Kc	0,9	0,6	/	/	/	/	/	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
ETM=ETP*Kc	101,34	52,8	/	/	/	/	/	33,72	45,12	62,88	107,92	113,6
ETM-Pu	101,34	40,16	0	0	0	0	0	20,12	29,52	62,88	107,92	113,6
stock d'eau avant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beir(mm)	101,3	40,16	0	0	0	0	0	20,12	62,88	44,72	107,92	113,6
stock après	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Berr(m3/ha)	1013,4	401,6	0	0	0	0	0	201,2	295,2	628,8	1079,2	1136
Dfc(l/s/ha)	0,39	0,15	/	/	/	/	/	0,08	0,24	0,17	0,42	0,44
N	2	1	/	/	/	/	/	1	2	2	3	3
DR(m3/ha)	506,7	401,6	/	/	/	/	/	201,2	314,4	223,6	359,73	378,67
B brute(m3/ha)=Dr/0,9	563,00	446,22	/	/	/	/	/	223,56	164,00	349,33	399,70	420,74

Tableau IV.12. Besoins en eau d'irrigation globaux du périmètre.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Dfc (l/s/ha) vigne	0,30	0	0	0	0	0	0	0,03	0,11	0,34	0,42	0,44
Dfc (l/s/ha) Amandes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,00	0,00
Dfc (l/s/ha) agrumes	0,30	0,18	0,08	0,02	0,02	0,00	0,07	0,10	0,14	0,28	0,34	0,36
Dfc (l/s/ha) olivier	0,39	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,11	0,24	0,42	0,44
Besoins net (l/s)	29,58	9,87	1,01	0,30	0,29	0,00	0,87	5,86	9,83	16,87	33,54	35,31
Besoins brut (l/s)	26,63	8,89	0,91	0,27	0,26	0,00	0,78	5,27	8,85	15,18	30,19	31,78
Dfc Total net (l/s/ha)	0,28	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,09	0,16	0,32	0,33
R	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,90	0,9	0,9
Dfc total brut (l/s/ha)	0,25	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,08	0,14	0,28	0,30
Besoins net (m3/mois)	76680,60	26444,80	2607,80	813,80	772,20	0,00	2328,00	15182,20	26328,51	43720,00	89841,15	94569,63
Besoins brut (m3/mois)	69012,54	23800,32	2347,02	732,42	694,98	0,00	2095,20	13663,98	23695,66	39348,00	80857,04	85112,67
volumes moyens mensuels à l'état actuel 2014 (m 3/mois)	32150,40	33222,08	32150,40	33222,08	33222,08	30007,04	33222,08	32150,40	33222,08	0,00	229896,00	229896,00
Volume excès à l'état actuel 2014 (m 3/mois)	-36862,14	9421,76	29803,38	32489,66	32527,10	30007,04	31126,88	18486,42	9526,42	-39348,00	149038,96	144783,33
volumes moyens mensuels à L'horizon 2040 (m3/mois)	43838,4	45299,68	43838,4	45299,68	43838,4	40915,84	45299,68	43838,4	45299,68	363861,60	375990,32	375990,32
Volume excès à l'horizon 2040 (m3/mois)	-25174,14	21499,36	41491,38	44567,26	43143,42	40915,84	43204,48	30174,42	21604,02	324513,60	295133,28	290877,65

Le tableau IV.14 représente les besoins en eau d'irrigation globaux du périmètre, le volume disponible couvre les besoin de tous les mois sauf septembre; mais les problèmes peut être facilement résolu par un réservoir ou plusieurs réservoirs de stockage qui se remplit au début de mois de septembre suit au cumul des excédants d'eau des mois antérieur. à titre d'exemple un seul réservoir de 20 000m³ peut couvrir environ 54% de manque d'eau en septembre actuellement et 80 du manque en 2040. de plus dans notre estimation nous avons arrêté la saison estivale à aout; si cette dernière s'étale à la mi-septembre les besoin en de se périmètre seront couvert sans aucun problème.

VI.6. Cas de réutilisation des eaux épuré pour l'irrigation des oliviers :

Suite à la superficie importante occupée par les oliviers à la tendance actuelle qui fait pencher les agricultures à se convertir à cette culture d'après les services de DSA, nous avons jugé utile d'étudier à scénario ou les eaux seront complètement orienté à l'irrigation de ce type de culture afin d'estimé l'étendu de la surface à viabiliser à long terme (2040)

Notre choix s'est porté sur la culture d'olivier car dernier permet d'avoir un rendement annuel équilibré malgré les changements climatiques.

Tableau IV.13. Superficie d'olivier susceptible d'être irriguée

	V mensuelle (m ³ /mois)	Besoin par hectare (m ³ /mois/ha)	Superficie irriguée (Ha)
Sep	43838,4	1010,88	43,36
Oct	45299,68	401,76	112,75
Nov	43838,4	/	/
Dec	45299,68	/	/
Jan	45299,68	/	/
Fev	40915,84	/	/
Mar	45299,68	/	/
Avr	43838,4	207,36	211,41
Mai	45299,68	294,62	153,75
Jui	363861,6	440,64	825,75
Juill	375990,32	1124,928	334,23
Aout	375990,32	1178,49	319,04

D'après les résultats de nos calculs (Tableau IV. 13) Nous constatons les eaux épurées qui seront issues de la station d'études peuvent l'horizon 2040 couvriront les besoins des oliviers sur des superficies dépassant les centaines d'hectares pour tous les mois de l'année à l'exception du mois de septembre. Donc en prévoyant des ouvrages de stockage qui mobilisent les des mois excédentaires nous pouvant irriguer au moins une centaine d'hectare d'olivier.

A titre d'exemple si nous optons pour une surface 112 ha.

Pour l'implantation des oliviers, un espacement entre 5-7 m est recommandé. Le nombre d'arbres par hectare est calculé comme suit (Figure IV.1).

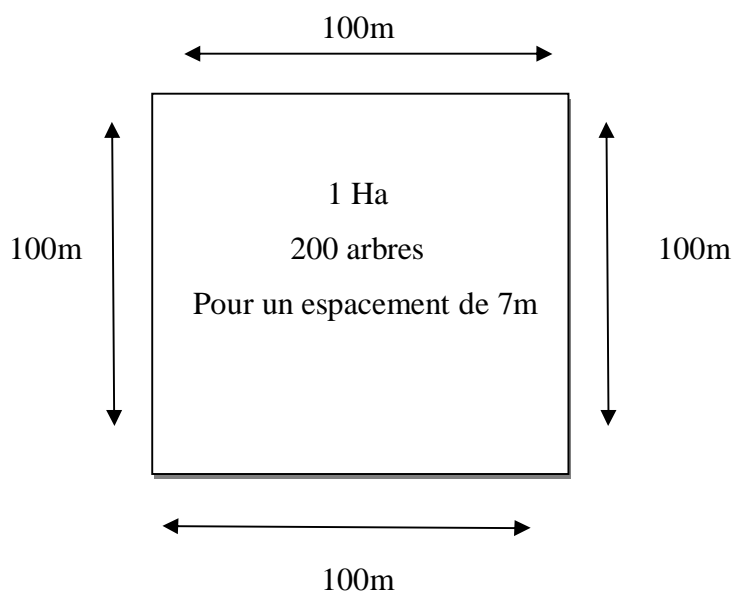


Figure IV.1. Schéma explicatif de calcul

On a : $100/7 = 14.28 \approx 14$ arbres par ligne ;

Alors : pour un hectare, le nombre d'arbres est de $14 \times 14 = 196 \approx 200$ arbres.

* Pour les 112 hectares dans la période normal, le nombre d'arbres sera :

$$200 \times 112 = 22400 \text{ arbres.}$$

Remarque :

La centaine d'hectares à viabilisé peut êtres étendu en proposant d'autres cultures supplémentaires dont les périodes d'arrosage intensives différent de celle des oliviers par exemple les cultures fourragères.



Conclusion



Conclusion :

Par le biais de notre étude, nous avons essayé de consolider et de mettre en pratique toutes les connaissances théoriques acquises dans le domaine de l'épuration. La présente étude a pour but de mettre en relief les divers procédés d'épuration en particulier le procédé à boues activées et les étapes de dimensionnement des unités de l'épuration qui le constituent.

L'eau usée dans le procédé d'épuration passe par plusieurs étapes; en première étape, le prétraitement qui élimine les grandes particules, les sables, les huilesetc. en deuxième étape, le traitement primaire qui permet de diminuer la charge polluante, en troisième étape on a le traitement secondaire qui consiste à un traitement physico-chimique et le traitement biologique. Il existe divers procédés biologiques d'épuration et le plus utilisé étant le traitement à boues activées vu sa simplicité et son économie. C'est pour ça que nous l'avons choisi dans notre présente étude. En bref, ce procédé est composé après les prétraitements d'un bassin d'aération (réacteur), d'un clarificateur (décanteur secondaire), et enfin un traitement des boues en excès qui assure la stabilisation et le séchage des boues.

Les stations d'épuration collectives permettent la dépollution des eaux usées industrielles, des eaux usées urbaines ou domestiques afin de les recycler (par exemple dans le milieu naturel). Le plus souvent, l'épuration des eaux usées comporte au minimum 3 types de traitements (décantation, traitement biologique, traitement physico-chimique). Les capacités des stations d'épuration collectives varient dans la mesure où elles sont adaptées aux collectivités, aux hôpitaux, aux sites industriels, etc

Ce travail nous a permis d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux épurées au niveau des 3 stations de relevage de la commune de Marsa-Ben M' Hidi. A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons dire que l'installation d'une STEP bien dimensionnée permettra le rabattement considérable des paramètres de pollution tels que la DBO5, la DCO et les MES suite à une efficacité des traitements.

Le bon dimensionnement de la station d'épuration est primordial car il nous permet d'arrêter les dimensions des ouvrages et le choix des équipements des stations. De plus la qualité des eaux épurées y en dépend. Le débit d'eau usée et les charges polluantes générées par une localité à un horizon projet sont les deux paramètres importants dans le dimensionnement, ils doivent être déterminés avec beaucoup de précaution. Le recours aux analyses d'échantillons d'eau pour la détermination des caractéristiques de l'eau brute, constitue une phase déterminante pour un bon dimensionnement.

Le dimensionnement de chaque unité a une relation avec le débit de pointe.

A terme de ce modeste travail et après présentation des généralités sur les eaux usées et les divers procédés de leur épuration, nous sommes parvenues à dimensionner une station d'épuration à boues activées pour une commune de 9133hab dans la période normale, et 76 142 hab dans la période estivale.

La proposition et le bon dimensionnement d'une station d'épuration type boue activée est pour Marsat Ben M'Hidi permettra sans aucun doute de remédier au problème de pollution du

milieu suite au rejet directe dans Oued de Kiss. Ainsi le caractère touristique de région sera reconforté et milieu naturelle préservé.

De plus, puisque les eaux épurées peuvent constituées une ressource non négligeable une étude de possibilité de réutilisation des de la STEP projeté en, irrigation est entreprise. L'eau épurée issue de la Future STEP permettra l'irrigation d'une centaine d'hectares de terres agricoles avoisinantes. Mais une étude ultérieur sur la réutilisation et la création d'un périmètre d'irrigation alimenté par les eaux de la STEP est nécessaire qui permettra de étendre la surface irriguée par l'introduction d'autres cultures de périodes d'arrose différentes et l'utilisation de technique d'irrigation économe en eau tel que le goutte à goutte.

Nous n'espérons que ce modeste travail constitue un fond bibliographique pour le dimensionnement des stations d'épuration.



Bibliographie



Référence Bibliographique

- [1] : **CENTRE D'ETUDES ET DE REALISATIONS EN URBANISME,(2011),** PDEU (la commune Marsat Ben M'Hidi), Phase III, **Mars 2011.**
- [2] : **CTH, (2013), Etude du Schéma Directeur d'Assainissement De la ville de MARSAT BEN M'HIDI, MISSION 1 ETUDE PRELEMINAIRE SELON CPT.**
- [3] : **BOUTOUX J, (1984),** Introduction a l'étude des eaux douces – eaux naturelles-eaux usées- Eaux de boisson, Edition Eyrolles ; Paris.
- [4] : **GUERREE H, GOMELLA C, (1984),** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales, Tome -1-, Edition Eyrolles ; Paris.
- [5] : **GAUJOUS D, (1995).** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 220p.
- [6] : **RODIER J, BAZIN C, CHAMBON P, BROUTIN J, CHAMPSAUD H, RODI L, (1996).** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8^{ème} édition. Edition DUNOD, Paris. 1983p.
- [7] : **GOMELLA C, GUERREE H, (1978).** Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles Paris, 262p.
- [8] : **AMINOT A, CHAUSSEPIED M, (1983).** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, 395p.
- [9] : **BONTOUX J, (1993).** Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p.
- [10] : **BERNE F, CORDONIER J, (1991).** Traitement des eaux. Edition Technip,
- [11] : **GROSCLAUDE G, (1999).** L'eau : usage et polluants. Edition INRA, 210p.

[12]: **BADIA-GONDARD F, (2003)**, L'assainissement des eaux usées. Edition technicités, 231p.

[13]: **GAUTHIER M, PIETRI C, (1998)**, Devenir des bactéries et virus entériques en mer, Microorganismes dans les écosystèmes océaniques. Edition Masson, 447p.

[14]: **JOLY B, REYNAUD A, (2003)**, Entérobactéries : systématiques et méthodes d'analyses. Edition Technique et documentation, Paris, 356p.

[15]: **OMS, (1979)**. Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168p

[16]: **LECLERC H, GAILLARD J.L, SIMONET M, (1995)**, Microbiologie générale : la bactérie et le monde bactérien. Edition Doin, 535p.

[17]: **BESABER K et LEBBAD F, (2005)**, « étude des performance épuratoires d'une station d'épuration à boue activée cas de la STEP de MAGHNIA,(TLEMCCEN) », mémoire d'ingénieur en hydraulique université de TLEMCCEN.

[18]: **l'Académie de Dijon**, banque de schemas - svt , <http://www.svt.ac-dijon.fr/schemassvt/> ,(consulté le 05/06/2014).

[19]: **GAID A, (1984)**, Épuration biologique des eaux urbaines, Tome-1-, Edition OPU ; Alger.

[20]: **DEGREMONT, (1978)**, Mémento technique de l'eau, huitième édition, Edition Paris,

[21]: **HAOUATI E ,(2005)** ,Mémoire de fin d'étude , « Étude de rehabilitation et d'extension de la station d'épuration de la ville de djelfa », ENSH-BLIDA.

[22]: **SAID OUALI M, (2001)**, traitement des eaux, Edition OPU ; Alger (ben-Aknoun).

- [23] : **MONCHY H, (1978)** , Mémento d'assainissement, Edition EYROLLES ; Paris
- [24] : **VILAGINES R, (2003)**, Eau, environnement et santé publique - Introduction à l'hydrologie, 2e édition, Editions Tec & Doc.
- [25] : **LADJEL, Farid**, Technique D'assainissement STEP/Lagunage,
- [26] : **KHELIFI T et MOUFFOK N, (2008)**, « étude expérimentale de la filtration sur sable dans le procédé d'épuration à boues activées » ; mémoire d'ingénieur en hydraulique université de Tlemcen.
- [27] : **RODIER J, (2005)**, [l'analyse de l'eau] 9^{ème} édition, édition DUNOD, Paris.
- [28] : **RAOUTI H, (2012)**, étude expérimentale de la contribution d'un lit bactérien et d'une filtration dans l'amélioration de la qualité des eaux par boues activées", thème de mastère université de Tlemcen.
- [29] : **MARC S, BECLIN S, (1999)**, Guide technique de l'assainissement, Edition de moniteur. Paris.
- [30] : **CARLIER M, (1986)**, Hydraulique générale et appliquée, Edition EYROLLS.
- [31] : **BOUKHARI N, (1999)**, « Conception de la STEP de B.B.A», mémoire d'ingénieur en hydraulique (ENSH) – BLIDA. .
- [32] : **BECHAC P, PIERRE B, MERCIER B, NUER P, (1987)**, Traitement des eaux usées, .Edition EYROLLES Paris.
- [33]: **ECHENFELDR W.W, (1982)**, Gestion des eaux usées urbaines et industrielles, Technique et documentation Paris
- [34]: **EDELINE F, (1980)**, L'épuration biologique des eaux résiduaires, Edition Cebedoc

[35]: <http://www.tutiempo.net/en/Climate/GHAZAOUET.htm> ,
(consulté le 02/09/2014).

[36]: XPAIR .Le portail expert de la performance énergétique,
http://formation.xpair.com/voirCours/solaire_energie.htm, (consulté le
08/09/2014).

[37] : BALOUL D, (2008), « Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par goutte a goutte de la ferme de Mr BENAMAR.B » ; mémoire d'ingénieur en hydraulique université de Tlemcen.

[38] : OLLIER Ch, POIREE M, (1986), Irrigation ; Les réseaux d'irrigation théorie ; technique et économie des arrosages, Edition EYROLLES Paris.

[39] : CHIKH HAMZA A, (2013), « Etude de possibilité de création d'un périmètre d'irrigation a AIN EL HOUTZ» ; mémoire de master en hydraulique université de Tlemcen.

[40] : CHALI H ,(2003) , « Equipement en matériel d'irrigation (choix et dimensionnement du réseau) d'une parcelle située a hauteur de la station A.G.I.D El affroun (Mitidja Ouest)» , mémoire d'ingénieur en hydraulique ENSH-BLIDA

Annexe I

CHAPITRE IV DES DISPOSITIONS FINALES

Art. 22. — Les modalités de transports maritimes et ferroviaires nationaux des déchets spéciaux dangereux sont fixées par arrêté conjoint des ministres chargés de la défense nationale, de l'intérieur, de l'environnement et des transports.

Art. 23. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 2 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 14 décembre 2004.

Ahmed OUYAHIA.



Décret exécutif n° 04-410 du 2 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 14 décembre 2004 fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu le décret n° 85-231 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes ;

Vu le décret n° 85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophes ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 04-138 du 6 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 26 avril 2004 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-78 du 27 février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Vu le décret exécutif n° 93-165 du 10 juillet 1993, complété, réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes ;

Vu le décret exécutif n° 98-339 du 13 Rajab 1419 correspondant au 3 novembre 1998 définissant la réglementation applicable aux installations classées et fixant leur nomenclature ;

Vu le décret exécutif n° 03-477 du 15 Chaoual 1424 correspondant au 9 décembre 2003 fixant les modalités et les procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux ;

Vu le décret exécutif n° 04-409 du 2 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 14 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux ;

Décrète :

CHAPITRE I DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 44 de la loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission de ces déchets au niveau de ces installations.

Art. 2. — Au sens du présent décret, est qualifiée d'exploitant d'une installation de traitement des déchets toute personne physique ou morale, publique ou privée, chargée de l'exploitation de l'installation de traitement des déchets.

Art. 3. — Sont qualifiées d'installations de traitement des déchets toutes installations destinées à la valorisation, au stockage et à l'élimination des déchets, notamment :

- les centres d'enfouissement techniques de déchets spéciaux ;
- les centres d'enfouissement techniques des déchets ménagers et assimilés ;
- les centres de décharge des déchets inertes ;
- les installations d'incinération des déchets ménagers et assimilés ;
- les installations d'incinération des déchets spéciaux ;
- les installations de co-incinération ;
- les installations de traitement physico-chimique des déchets ;
- les installations de valorisation des déchets.

Art. 4. — Les conditions de création d'une installation de traitement des déchets sont celles fixées par les dispositions de la loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001, susvisée.

CHAPITRE II DES REGLES D'AMENAGEMENT DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DECHETS

Art. 5. — L'exploitant de l'installation de traitement des déchets est tenu de placer, à proximité de l'entrée principale, un panneau de signalisation, sur lequel sont inscrites les informations suivantes :

Annexe II

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Annexe III

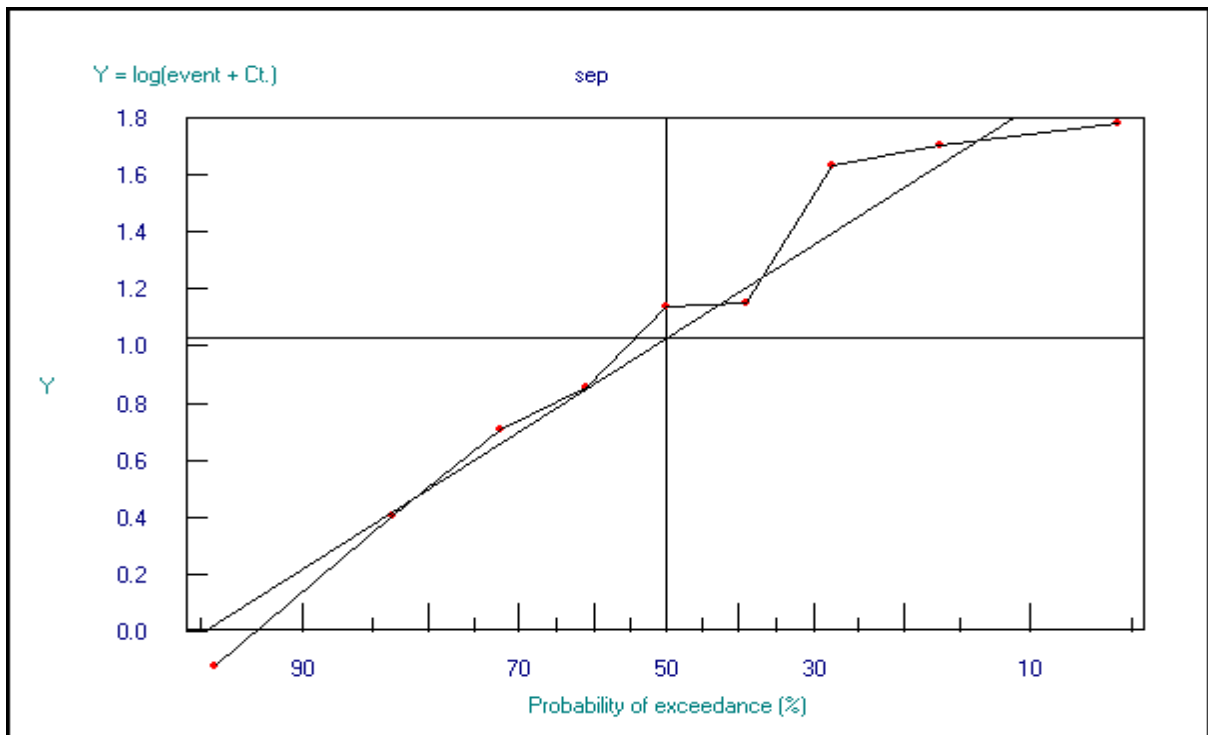


Figure A.III.1. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de septembre.

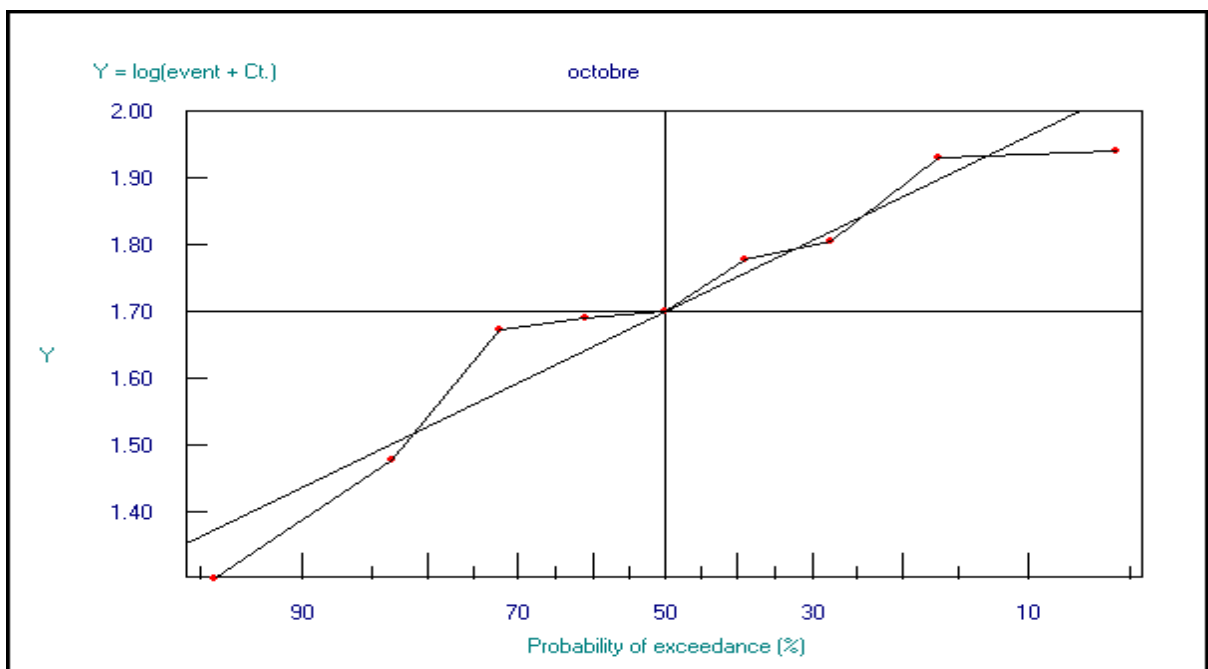


Figure A.III.2. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois d'octobre.

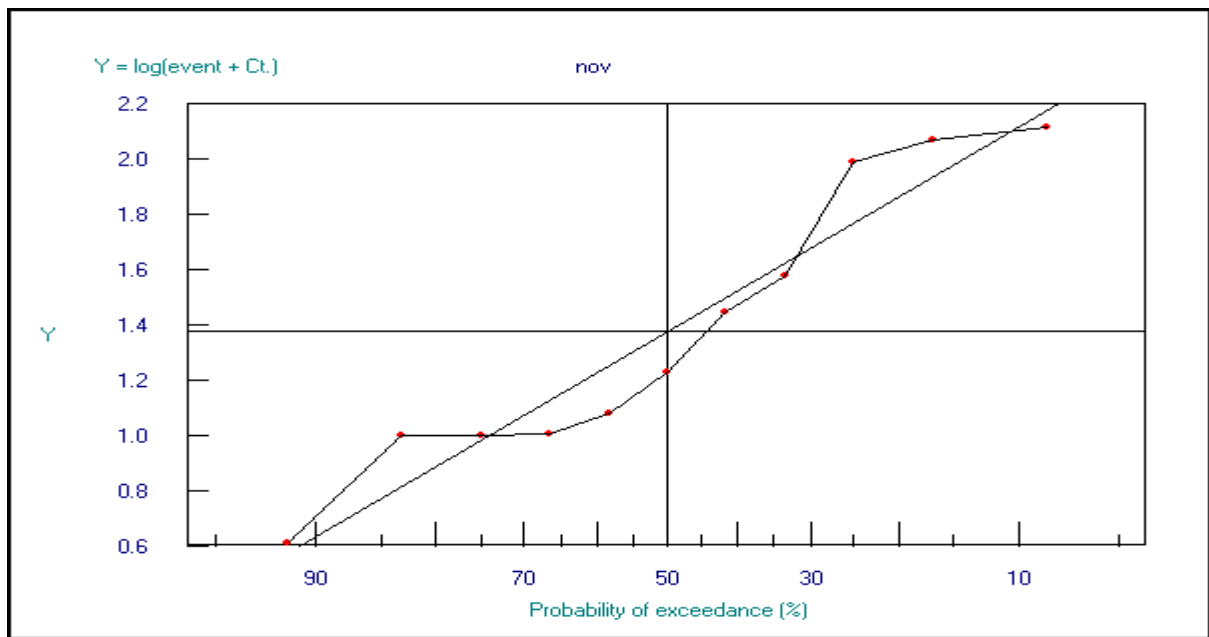


Figure A.III.3. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de novembre.

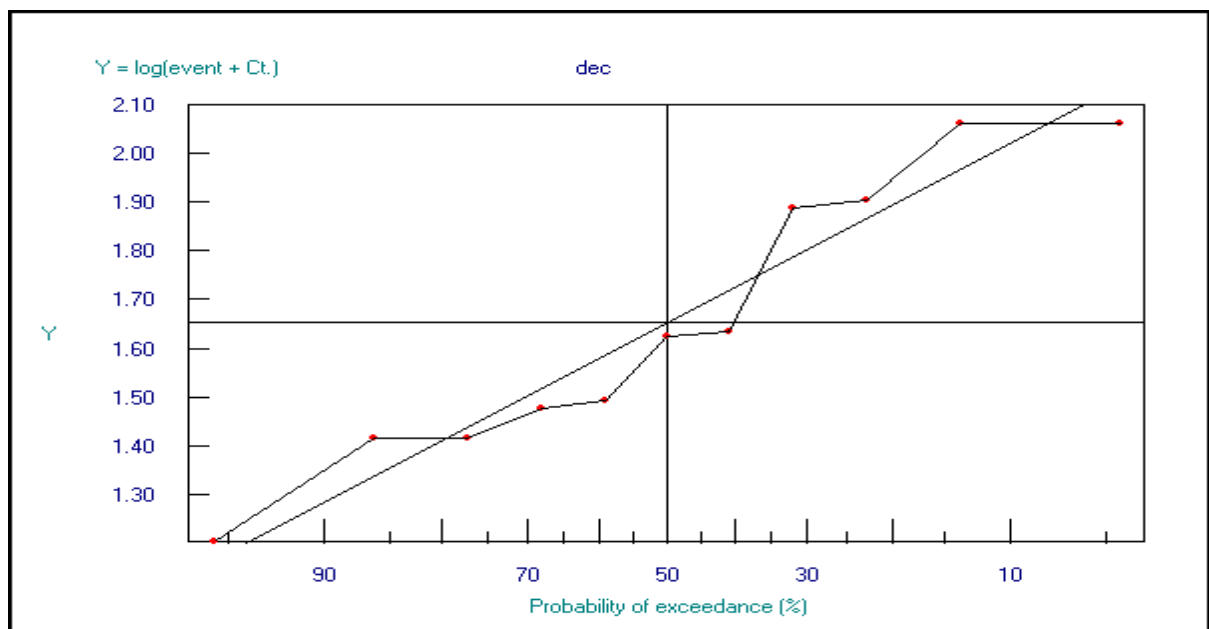


Figure A.III.4. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de décembre.

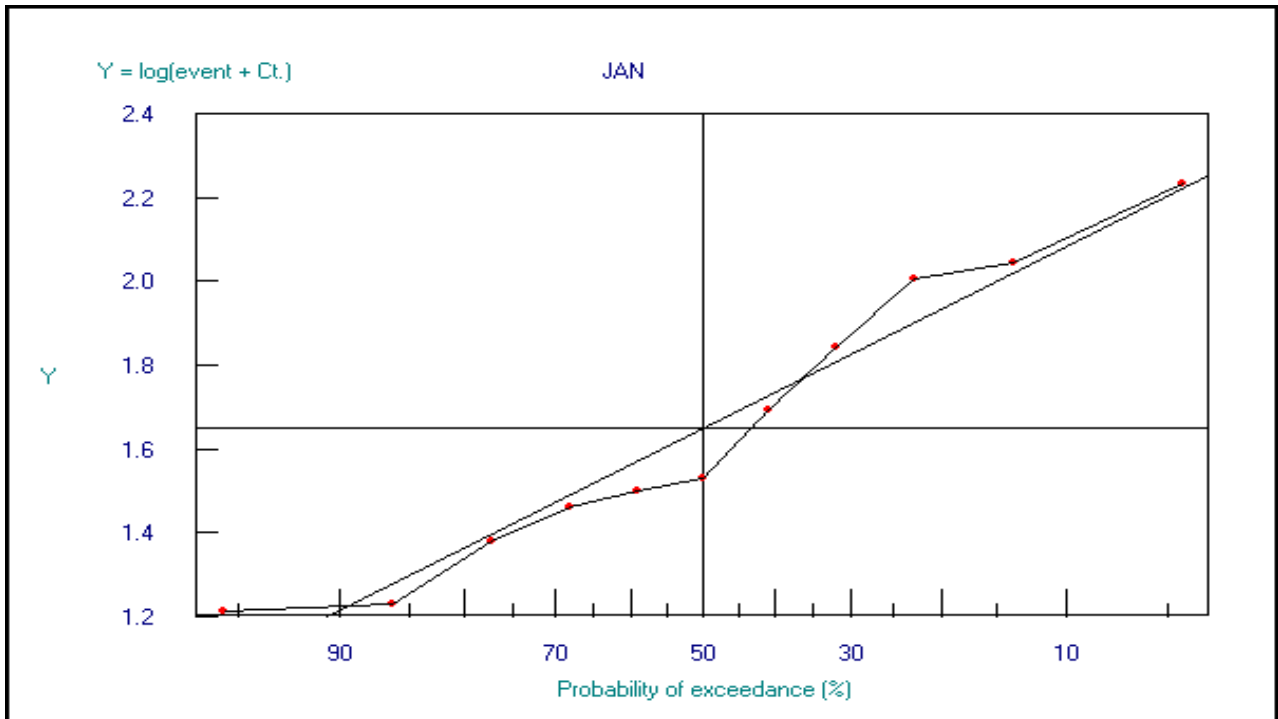


Figure A.III.5. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de janvier.

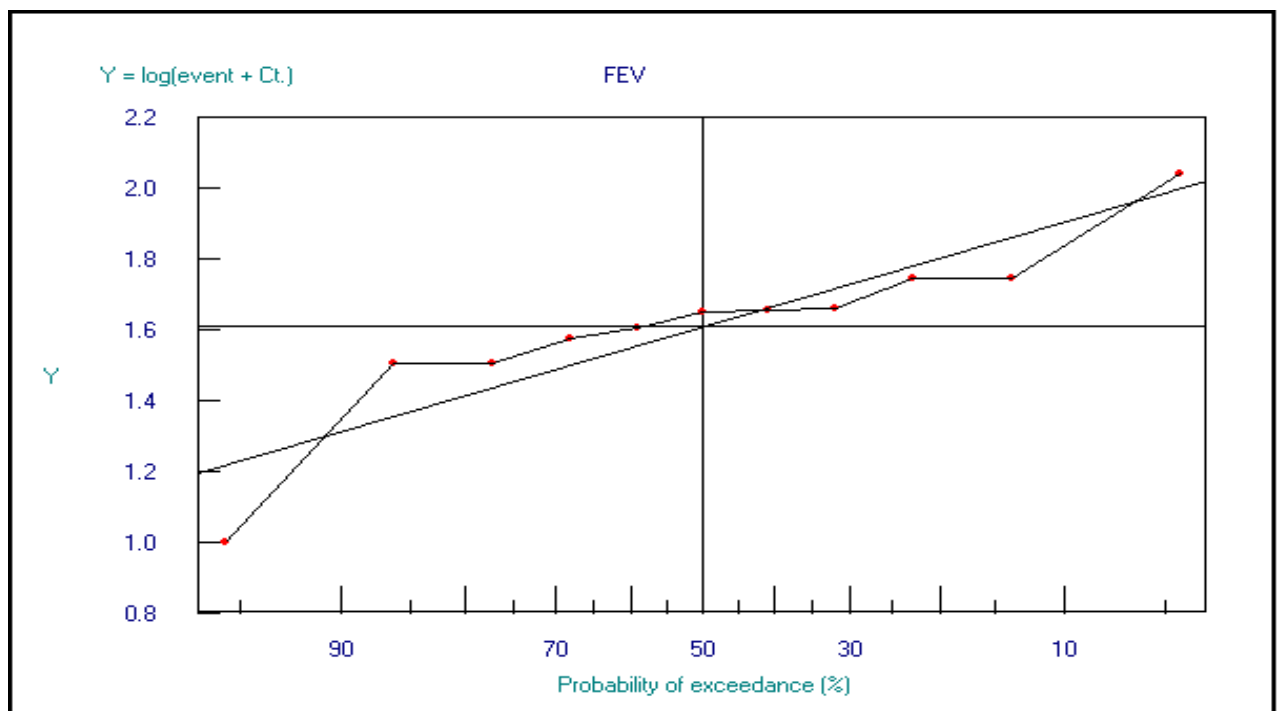


Figure A.III.6. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de février.

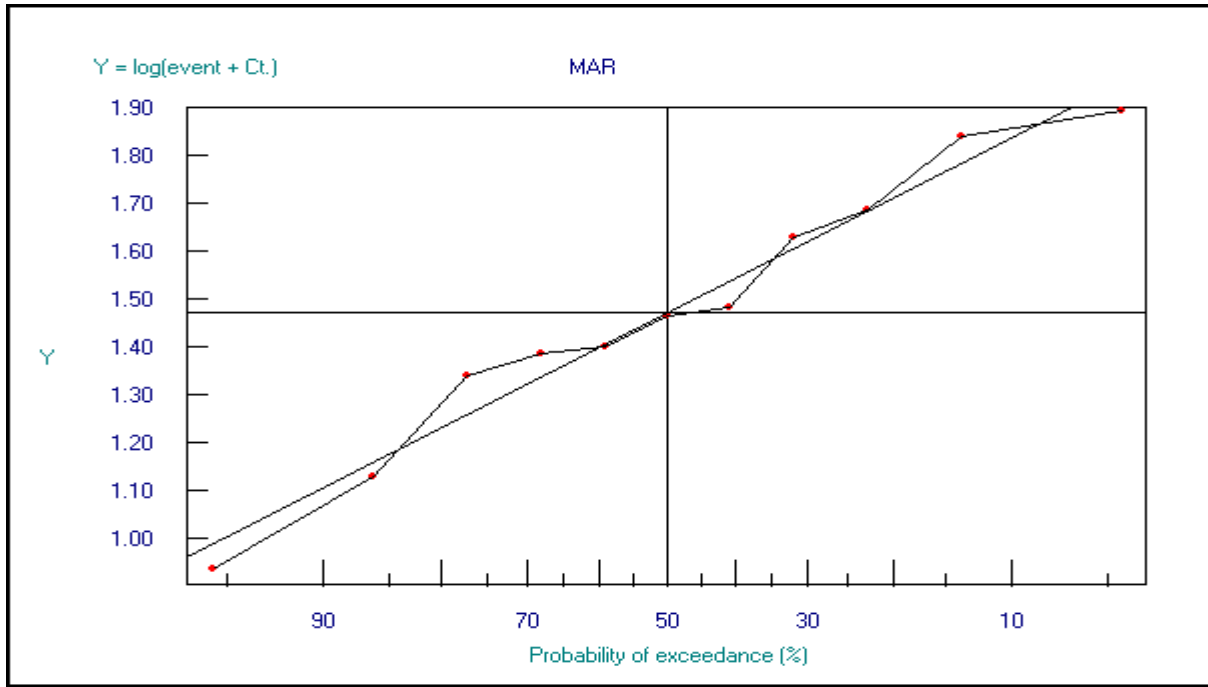


Figure A.III.7. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de mars.

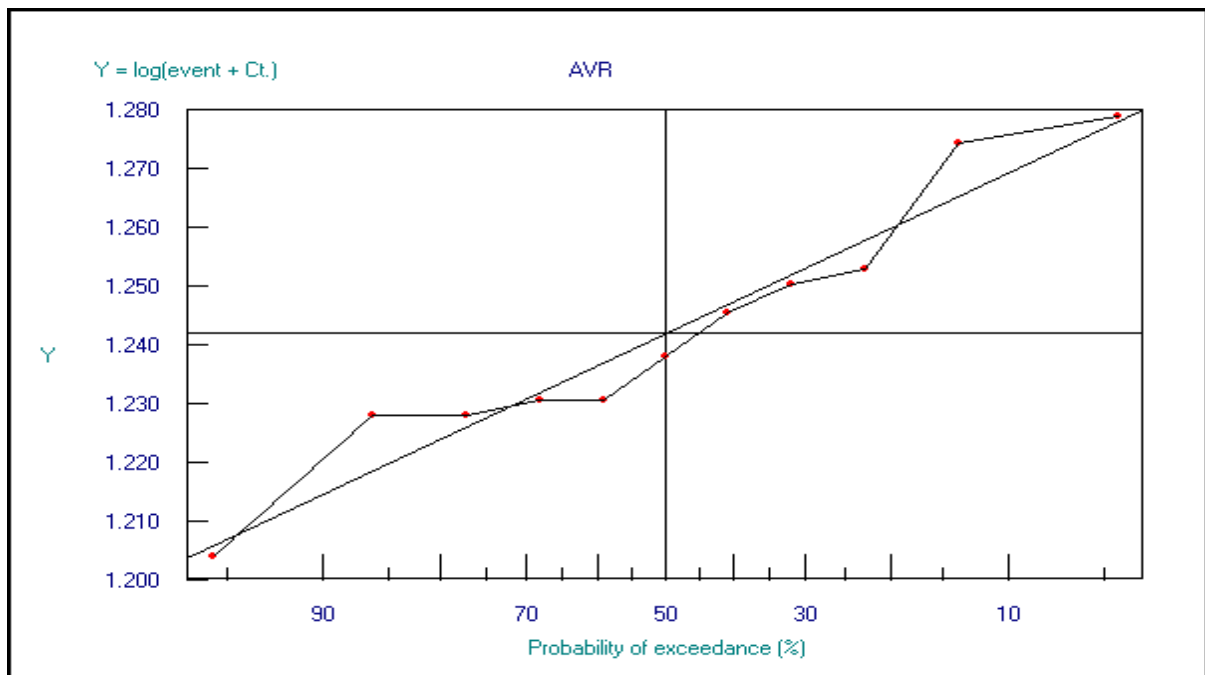


Figure A.III.8. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois d'avril.

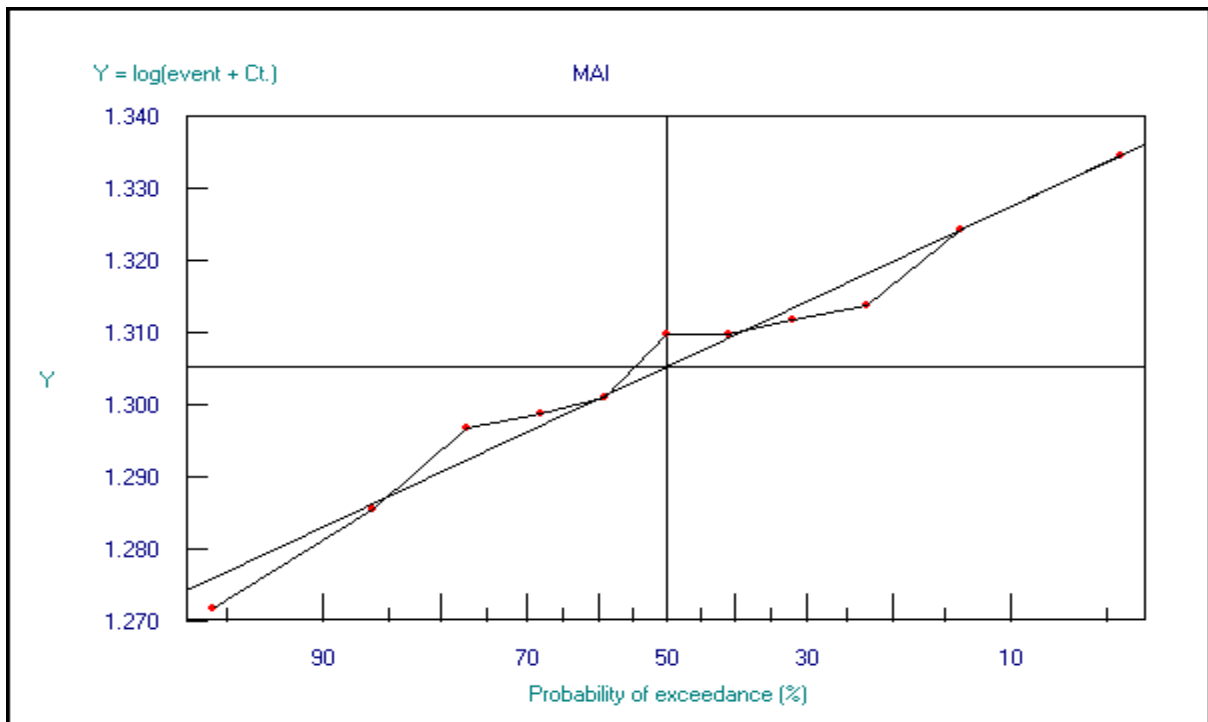


Figure A.III.9. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de mai.

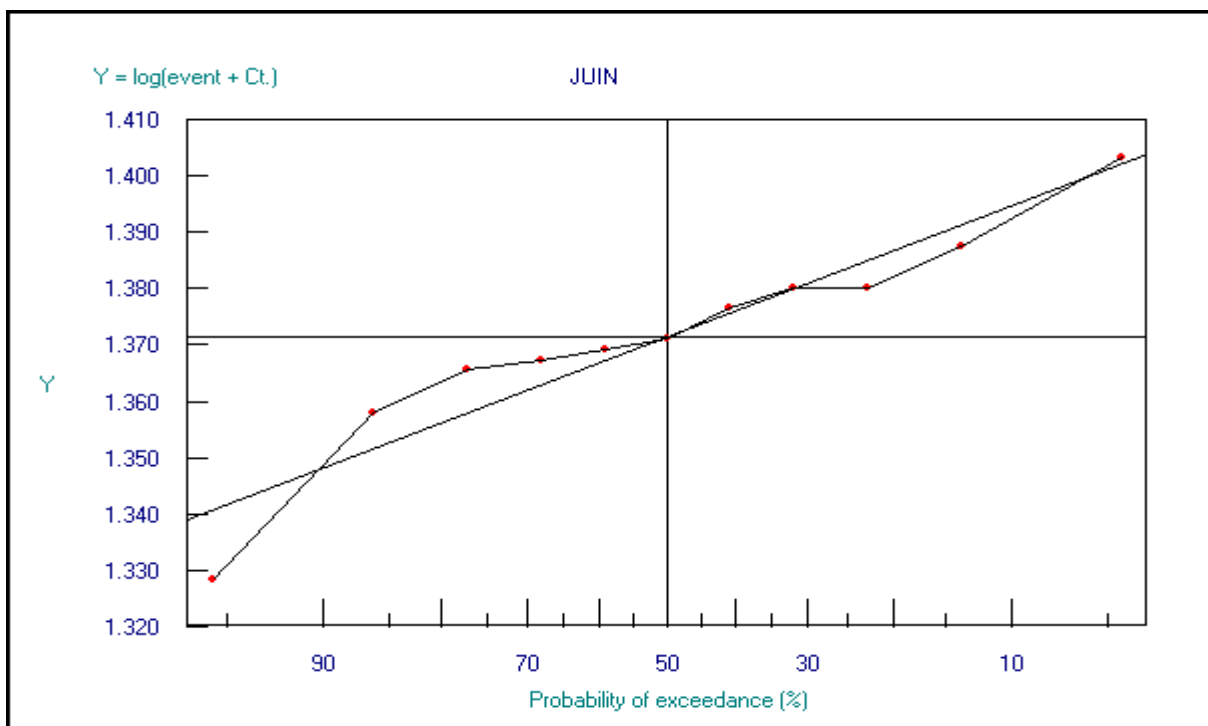


Figure A.III.10. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de juin.

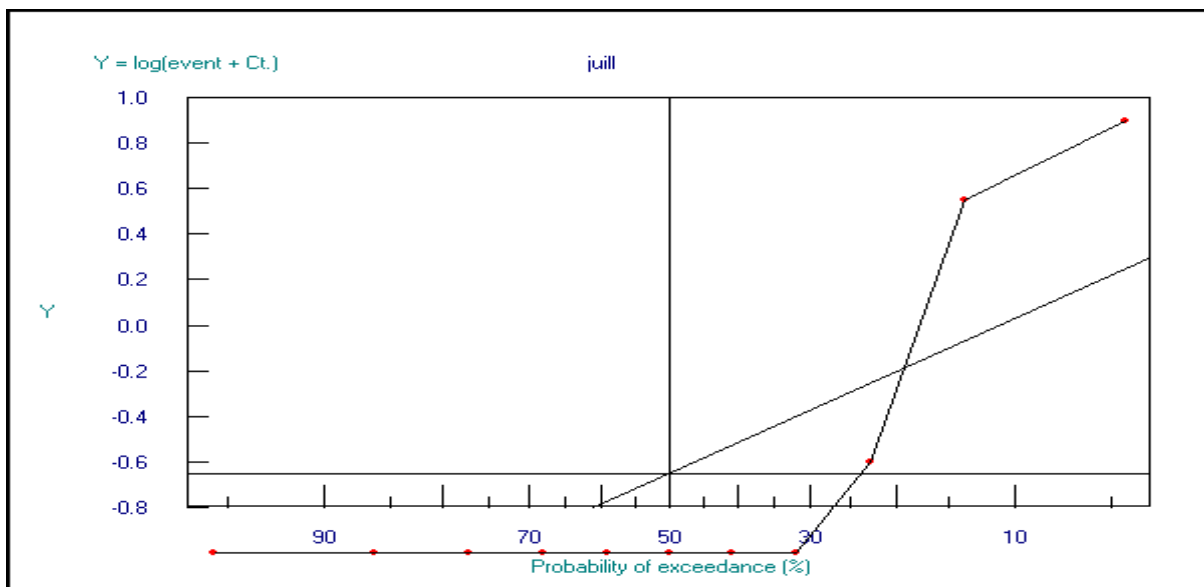


Figure A.III.11. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois de juillet.

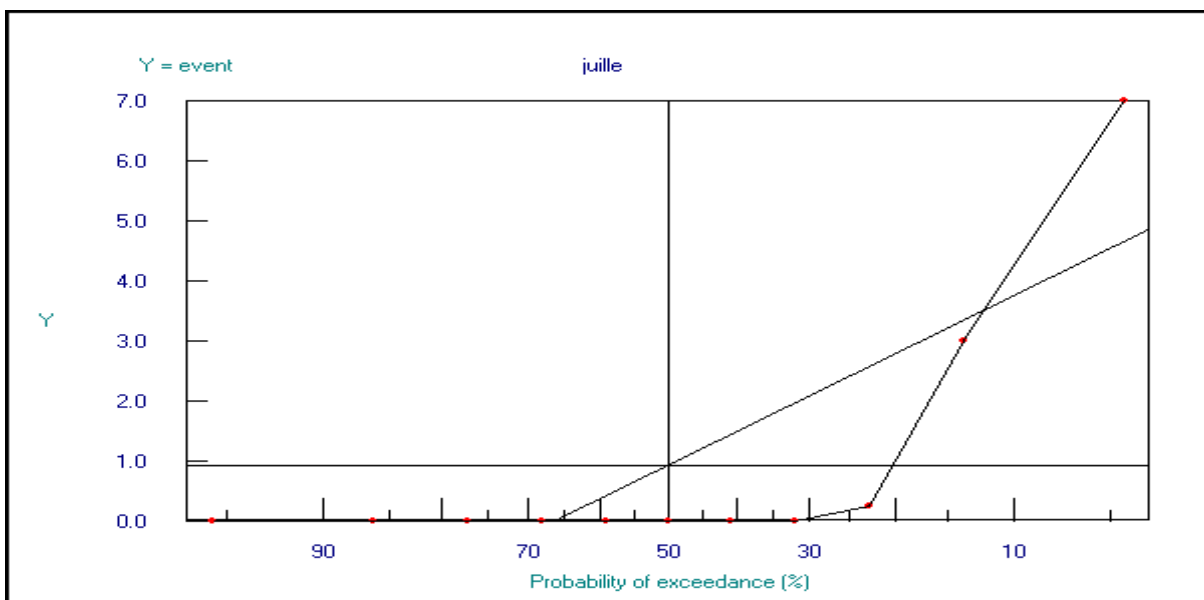


Figure A.III.12. Courbe d'ajustement a la loi normale du mois de juillet.

Remarque :

L'ajustement de mois de juillet n'existe pas soit à la loi normale ou loi log normale

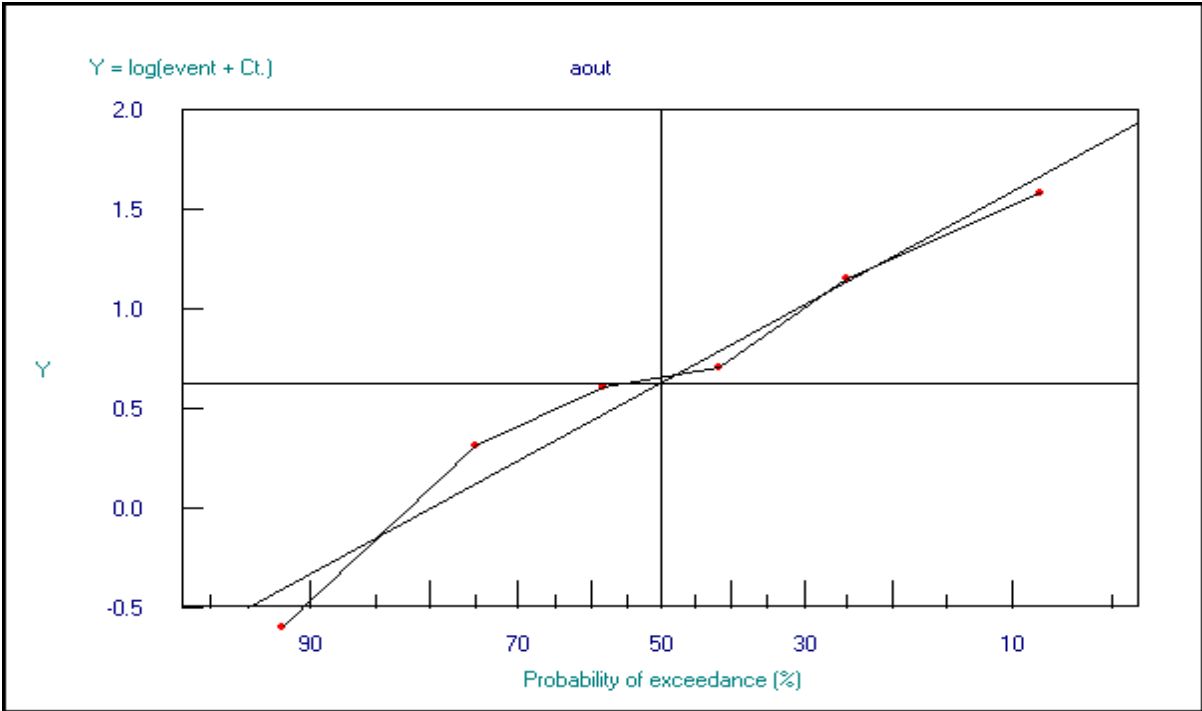


Figure A.III.13. Courbe d'ajustement a la loi log normal du mois d'août.