

**Universite kasdi Merbah Ouargla faculté des science de
technologie et science de la matière
département génie des procédés**

N°d'ordre:
N° de série:



**Mémoire
MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine :Sciences et techniques
Filière : Génie des procédés**

Spécialité :Génie de l' Environnement

Présenté par : DAHOU Abderahim

BREK Adem

Thème

**LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE
PERFORMANCE EPURATOIRES
CAS DE (REGION D'OUARGLA)**

Soutenu publiquement

le:

25/06/2013

Devant le jury :

ZEGHDI Saad	M.C.A	Université d'Ouargla	Président
BEBBA Ahmed Abdelhafid	M.C.A	Université d'Ouargla	Promoteur
HAMMADI Belkacem			Co-Promoteur
ZOBEIDI Ammar	M.A.B	Université d'Ouargla	Examineur

Année Universitaire : 2012/2013

Résumé :

Dans ce travail nous nous sommes intéressés au suivi des performances épuratoires d'un système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage aéré dans le contexte d'un climat aride à savoir la région de Ouargla

Lors de cette étude qui s'est étalée sur une période de trois mois, d'excellents taux d'épuration ont été obtenus : 80.5% pour DBO₅ , 67.83% pour DCO et 82% pour les MES.

La qualité des eaux épurées est conforme aux normes algériennes de rejet des eaux usées.

Il ressort que ce système peut être utilisé comme une alternative écologique et économique pour l'épuration des eaux usées dans la région d'Ouargla.

Mots clés: les eaux usées, épuration, lagunage aéré, paramètres de pollution, oasis de Ouargla

المخلص:

في هذا العمل أهتمنا برصد نجاعة معالجة مياه الصرف الحضرية بواسطة نظام أحواض التهوية في حالة طقس جاف كمنطقة ورقلة.

في هذه الدراسة التي أجريت على مدى فترة ثلاثة أشهر، تم الحصول على معدلات علاج ممتازة: 80.5% بالنسبة لـ BOD₅ ، 67.83% بالنسبة لـ COD و 82% بالنسبة لـ MES.

نوعية المياه المعالجة تلبى المعايير الجزائرية التفريغ الخاصة بالمياه المستعملة.

يتبين أن هذا النظام يمكن أن يستخدم كبديل صديق للبيئة واقتصادي لمعالجة مياه الصرف الصحي في منطقة ورقلة.

الكلمات المفتاحية : المياه المستعملة، التصفية، أحواض التهوية، معايير التلوث، واحة ورقلة

Summary:

In this work we are interested in monitoring treatment performance of a treatment of urban wastewater aerated lagoon system in the context of an arid region namely climate Ouargla

In this study which was conducted over a period of three months, excellent treatment rates were obtained: 80.5% for BOD₅ , 67.83% for COD and 82% for TSS.

The quality of treated water meets the Algerian standards wastewater discharge.

It appears that this system can be used as an environmentally friendly and economical alternative for wastewater treatment in the region of Ouargla.

Key words: wastewater, epuration, lagunage, parameters of pollution. oasis of Ouargla



REMERCIEMENTS

Dieu merci d'avoir terminé ce travail

Tout d'abord nous tenons à remercier Notre encadreur monsieur BEBBA Ahmed Abdelhafid et Copromoteur HAMMADI Belkaçem pour l'effort qu' il a déployé pour que se travaille voir le jour.

Nous tenons aussi à remercier tous les professeurs de la chimie qui nous ont aidés et qui ont contribué à notre formation durant la période de nos études universitaires.

Nous remercions les honorables membres du jury qui nous ont

font l'honneur de corriger et juger notre travail

A tous les enseignants, à toute la Promotion De 2eme Année Mastère En Genie Des Environnement, amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.



Liste des tableaux :

Tableau	Titre	Page
Tableau(I-01)	Relation entre la conductivité et la minéralisation	07
Tableau (I-02)	Caractéristiques moyennes des eaux résiduaires	09
Tableau (I-03)	Quelques micro-organismes pathogènes rencontrés dans les eaux usées	11
Tableau (III-01)	Données climatiques de la ville d'Ouargla (1997-2011)	28
Tableau (III-02)	les données de bases de la STEP	34
Tableau N°01	Les concentrations en Cl ⁻ pour les réactifs	Annexe
Tableau N°1	Analyse physico-chimiques des eaux brutes et traités de la S.T.E.P de Ouargla	Annexe
Tableau N° 02.	Volume d'échantillon d'après la DCO	Annexe
Tableau N°04	Résultats des analyses de DCO des eaux brutes et traitées	Annexe
Tableau N°05	Résultats des analyses de DB05 des eaux brutes et traitées	Annexe
Tableau N°06	Résultats des analyses des MES des eaux brutes et traitées.	Annexe
Tableau N° 07	Normes physico-chimiques de rejets de l'OMS, appliquées en Algérie	Annexe
Tableau N° 08	Normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation	Annexe

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
Figure (II-01)	Le principe d'un lagunage aéré	17
Féfigure (II-02)	les Deux types de lagunes aérées	20
Figure (III-01)	Position géographique de la région de Ouargla	27
Figure (III-02)	Diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla	30
Figure (III-03)	Climmagramme d'Emberger de la région d'Ouargla	31
Figure (III-04)	Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla	32
Figure (III-05)	Situation géographique de la station d'épuration de SaidOtba(setp)	33
Figure (III-06)	Vue aérienne de la station	35
Figure (III-07)	Entrée des eaux usées à la station (bassin de dégazage)	36
Figure (III-08)	Dégrilleur	37
Figure (III-09)	Dessableur	37
Figure (III-10)	Répartiteur vers les bassins d'aération	38
Figure (III-11)	Lagune aéré	39
Figure (III-12)	Aérateur	39
Figure (III-13)	Lagunes d'aération	39
Figure (III-14)	Bassin de finition	40
Figure (III-15)	la sortie des eaux épurées	40
Figure (IV-01)	Pompe à vide	43
Figure (IV-02)	Matière en suspension	43
Figure (IV-03)	Réactifs DCO	44
Figure (IV-04)	spectrophotomètre	44

Figure (IV-05)	Réacteur DCO	45
Tableau	Titre	Page
Figure (IV-06)	DBO-mètre	45
Figure (IV-07)	Conductimètre	46
Figure (IV-08)	pH-mètre	46
Figure (IV-08)	Oxymètre	47
Figure (V-01)	Variation de la température des eaux brutes et traitée dans le temps	49
Figure (V-02)	Variation journalière de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps	50
Figure (V-03)	Variation journalière de la conductivité des eaux usées brutes et traitées dans le temps	51
Figure (V-04)	Variation journalière de la salinité des eaux usées brutes et traitées dans le temps	52
Figure (V-05)	Variation journalière de l'Oxygène dissous des eaux usées brutes et traitées dans le temps.	53
Figure (V-06)	Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées dans le temps	54
Figure (V-07)	Variation moyenne mensuelle de la DCO des eaux brutes et traitées dans le temps	55
Figure (V-08)	Variation moyenne mensuelle des rendements de DCO dans le temps	56
Figure (V-09)	Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DB05) des eaux brutes et traitées dans le temps	56
Figure (V-10)	Variation moyenne mensuelle de la DB05 des eaux brutes et traitées dans le temps	57
Figure (V-11)	Variation de moyenne mensuelle de rendement de la DB05 dans le temps	58
Figure (V-12)	Variation de Rapport DCO/DB05 dans le temps	58
Figure (V-13)	Variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées dans le temps	59
Figure (V-14)	Variation moyenne mensuelle de la MES des eaux brutes et traitées dans le temps	60
Figure (V-15)	Variation moyenne mensuelle de rendement de MES dans le temps	61

Listes des abréviations

abréviations	Signification
ONA	Office National de l'Assainissement
STEP	Station d'Épuration
BCPL	Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocésol
CE	Conductivité Électrique
Colif.T	Coliformes totaux
Strept.T	Streptocoques totaux
Colif.F	Coliformes fécaux
Strept.F	Streptocoques fécaux
Clostr.:	Clostridium sulfito-réducteurs
SC	Simple Concentration
DC	Double Concentration
GVF	Bouillon Gélose Viande Foie
OMS	Organisation Mondiale de la santé
NPP	Nombre le Plus Probable
RS	Résidu Sec
ADE	Algérienne Des Eaux
EDTEA	Ethylène Diamine Tétra Acétique
MO	Matières Oxydantes
Sal	Salinité
TH	Dureté totale
SAR	Sodium Adsorption Ratio
FAO	Food and Agricultural Organisation
EH	Equivalent Habitant
DBO₅	Demande biochimique en oxygène en 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
pH	Potentiel d'hydrogène
MES	Matières en suspension
O.N.M	Office National de Météorologie
C.N.R.D.P.A	Centre national de recherche et de développement de la pêche et de l'aquaculture

Sommaire :

Introduction générale.....	01
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES EAUX USEES	
I-1-Définition des eaux usées	04
I-2- Les principaux rejets polluants	04
I-2-1- Eaux usées domestiques	04
I-2-2- Eaux usées industrielles	04
I-2-3- Eaux usées pluviales	04
I-2-4- Eaux usées urbaines	04
I-2-5- Eaux de drainage	05
I-3- Pollution des eaux	05
I-3-1- Définition de la pollution	05
I-3-2- Principaux types de pollutions	05
I-3-2-1- Pollution minérale	05
I-3-2-2- Pollution microbiologique	05
I-3-2-3- Pollution organique	05
I-4-Parametres de mesure de la pollution	06
I-4-1- Paramètres physiques	06
I-4-1-1-Température	06
I-4-1-2- Odeur	06
I-4-1-3- Couleur	06
I-4-1-4- Les matières en suspension et les colloïdes	06
I-4-1-5- Turbidité	06
I-4-2- Paramètres chimiques	06
I-4-2-1- Potentiel hydrogène (PH)	06
I-4-2-2- Conductivité	07
I-4-2-3- Demande biologique en oxygène (DB05).....	07
I-4-2-4- Demande chimique en oxygène (DCO)	07
I-4-2-5- Notion de biodégradabilité	08
I-4-2-6- Oxygène dissous	08
I-4-2-7- Autres éléments	08
a. Azote	08
b. Phosphore	08
c. Métaux lourds	08
I-4-3-Paramètres biologiques	09
I-4-3-1- Virus	09
I-4-3-2- Protozoaires	09
I-4-3-3- Helminthes	10
I-4-3-4- Bactéries	10
I-5- Epuraton des eaux usées	11
I-5-1- Définition de l'épuration	11
I-5-2- Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées	11
I-5-3- Rôle des stations d'épuration	12
I-5-4- Procédés d'épurations des eaux usées	12

I-5-4-1- Prétraitement	12
I-5-4-1-1- Dégrillage	12
I-5-4-1-2- Dessablage	12
I-5-4-1-3- Déshuilage dégraissage.....	12
I-5-4-2- Traitement primaire (traitement physico-chimique)	13
I-5-4-2-1- Décantation	13
I-5-4-2-2- Coagulation-floculation	13
I-5-4-2-3- Filtration	13
I-5-4-3- Traitement secondaire (épuration biologique)	13
I-5-4-3-1- Procédés biologiques intensifs	13
I-5-4-3-2- Procédés biologiques extensifs	13
I-5-4-4- Traitements tertiaires	14
CHAPITRE II : L'EPURATION DES EAUX USEES PAR LAGUNAGE AERE	
II-1- Définition	16
II-2- Principe de fonctionnement	16
II-2-1- Mécanismes mis en jeu	16
II-2-1-1- Dans l'étage d'aération	16
II-2-1-2- Dans l'étage de décantation	16
II-2-1-3- Lagune de finition	17
II-2-2- Rappel sur les microorganismes associés à l'épuration	17
II-2-2-1- Les bactéries	17
a) Les bactéries aérobies	17
b) Les bactéries anaérobies	17
c) Les algues (phyto-plancton)	17
d) Le zooplancton	18
II-2-3. Principaux mécanismes d'épuration dans la colonne d'eau	18
II-3- Diffintions types de lagunage aéré	19
II-3-1- Lagunage aérées aérobies	19
II-3-2- Lagunage aérées facultatives	20
II-4- Les facteurs influençant le pouvoir épuratoire.....	20
II-4-1- Les facteurs climatiques	21
II-4-1-1- Radiations solaires	21
II-4-1-2- Température.....	21
II-4-1-3- Le vent	21
II-4-1-4- Evaporation	21
II-4-2- Les facteurs physique	21
II-4-2-1- La forme, le Profondeur et le volume des bassins	21
II-4-2-2- Le temps de séjour	21
II-4-3- Les facteurs chimiques	22
II-4-3-1- Le pH	22
II-4-3-2- La charge organique	22
II-4-3-3- La composition en sels minéraux	22
II-5- Utilisation	22
II-6- Avantages et inconvénients du lagunage aéré	23
II-6-1- Avantages du procédé	23
II-6-2- Inconvénients techniques.....	23
II-7- Comparaison entre le lagunage naturel et le lagunage aéré	23
II-7-1- Temps de séjour	23
II-7-2- Superficie	23
II-7-3- Consommation d'énergie	24

Chapitre III : DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

III-1- Présentation de la région d'étude	27
III-1-1- Situation géographique	27
III-1-2- Climatologie	28
a) Température	28
b) Précipitations	29
c) Humidité relative	29
d) Évaporation	29
e) Insolation.....	29
f) Vent	29
III-1-3- Synthèse des données climatiques	30
III-1-3-1- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	30
III-1-3-2- Climagramme d'Emberger	30
III-1-4- La situation de l'assainissement dans la ville de Ouargla	31
III-2- Présentation de la station	32
III-2-1- Situation géographique	32
III-2-2- Objectif de traitement de la station : (fixé initialement)	33
III-2-3- Mode de fonctionnement de la station d'épuration par lagunage aérée	33
III-2-4- Description de l'installation	34
III-2-5- Dimensionnement de la station	34
III-2-6- Principe de l'épuration et filière de traitement	35
III-2-7- Amenée des eaux usées en entrée de la station	35
III-3-8- Procédés d'épurations des eaux usées dans la station	36
III-3-8-1- Prétraitement	36
III-3-8-1-1- Dégrillage	36
III-3-8-1-2- Dessablage	37
III-3-8-1-3- Ouvrage de répartition	37
III-3-8-2- Traitement secondaire	38
III-3-8-2-1- Lagunes d'aération	38
A-Lagunes d'aération (1er étage)	38
B- Lagunes d'aération (2ème étage)	39
III-3-8-2-2-Traitement complémentaire (Lagune de finition)	39
III-3-8-3- Evacuation des eaux épurées	40
III-3-8-4- Canal de transfert	40

Chapitre IV: MATERLELS ET METHODES

IV-1- Les analyses physico-chimiques	42
IV-1-1- Matières en suspension (M.E.S)	42
A- But d'analyse	42
B- Principe	42
C- Expression des résultats	42
IV-1-2- La demande chimique en oxygène (D.C.O)	43
A- But d'analyse	43
B- Principe.....	43
C- Réactif	43
D- Expression des résultats	43
IV-1-3- La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	44
A- Principe	44
B- Procédure	44
C- Expression des résultats	45

IV-1-4- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température	45
A- Principe	45
B- Appareillage	45
IV-1-5- Détermination de pH	46
A- But d'analyse.....	46
IV-1-6- Détermination de l'oxygène dissous	
.....	47
.....	47
CHAPITRE V : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	
V-1- Résultats et discussion	49
V-1-1- Evolution la température	49
V-1-2- Evolution du pH	50
V-1-3- Evolution de la conductivité	51
V-1-4- Evolution de la salinité (Sal)	52
V-1-5 : L'oxygène dissous (O ₂)	53
V-1-6 : Demande chimique en oxygène (DCO)	54
V-1-7- Demande biochimique en oxygène (DBO)	56
V-1-8- Rapport DCO/DBO5	58
V-1-9- Matières en suspension (MES)	59
Conclusion générale	62

Introduction générale

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, sa survie et son alimentation; elle est également indispensable pour ses activités agricoles, industrielles et touristiques, et la qualité de son environnement.

En effet, avec l'expansion des villes et l'évolution des modes de consommation, les eaux potables s'épuisent plus rapidement, augmentant le volume des eaux usées collectées qui sont rejetées, le plus souvent, sans traitements et de façon directe en milieu naturel.

Le traitement des eaux usées est devenu un impératif et un enjeu social et environnemental incontournable puisqu'un effluent non traité contamine le milieu naturel et celui de l'homme compte tenu des risques sanitaires qu'il présente.

Les méthodes conventionnelles d'assainissement sont efficaces mais soulèvent un certain nombre de contraintes : elles ne sont pas écologiques (production de boues) et nécessitent de lourds investissements, il convient donc de trouver des méthodes à bas coût capables de traiter efficacement les eaux.

En cela, les systèmes de traitement des eaux par lagunage sont une alternative adéquate. Elles fonctionnent comme assimilateurs biologiques en retirant des composés tant biodégradables que non biodégradables, ainsi que les micro-organismes pathogènes.

C'est dans ce cadre que la ville de Ouargla s'est dotée en 2009 d'une station d'épuration de lagunage aéré; Cette station se fixe comme objectifs de:

- Evacuer l'effluent sans altérer la qualité du milieu récepteur superficiel, ainsi que les ressources en eau tant superficielles que souterraines.
- Suppression des apports hydriques à la nappe superficielle
- Valorisation des effluents traités (valorisation agricole).

Notre travail vise la contribution à l'étude de la performances épuratoires de la station d'épuration par lagunage aéré à Ouargla, à partir de l'examen des résultats des analyses des eaux usées avant et après leur traitement.

Nous essayons de répondre aux questions suivantes :

- ↳ Est-ce que ce procédé d'épuration est efficace dans cette région notamment au niveau des charges polluantes?
- ↳ Quelles sont les rendements épuratoires de ce procédé ?

- ↳ La qualité de ces eaux épurées, est-elle confirmée aux normes de rejet et apte pour une utilisation agricole?

Notre manuscrit est composé de :

Une première partie bibliographique qui regroupe le nécessaire des connaissances théoriques en rapport avec notre thème, elle est subdivisée en deux chapitres :

- Le premier chapitre est consacré, d'une part, à la connaissance des eaux usées et leur origine et aux paramètres de pollution des eaux et d'autre part aux traitements que doivent subir les eaux usées avant d'être rejetées en milieu naturel et les différents usages possibles des eaux usées traitées.
- Le deuxième chapitre est consacré au lagunage aéré.

Une deuxième partie expérimentale qui se subdivise en deux chapitres :

- Le premier s'intéresse à la présentation de la région d'étude et du site expérimental
- Le second présente matériels et méthodes, et le troisième présente les résultats des analyses physicochimiques et microbiologiques, ainsi que leur interprétation.

Le manuscrit se termine par une conclusion générale avec quelques recommandations.

CHAPITRE -I
GENERALITES SUR
LES EAUX USEES

I-1-Définition des eaux usées:

Les eaux usées, ou les eaux résiduaires, sont des eaux chargées de résidus, solubles ou non provenant de l'activité humaine industrielle ou agricole et parvenant dans les canalisations d'évacuation des eaux usées.

Elles représentent, une fraction du volume des ressources en eaux utilisables mais leur qualité très médiocre exige une épuration avant leur rejet dans le milieu naturel (THOMAS ,1995).

Une eau est considérée comme « eau usée » lorsque son état, sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel. Aujourd'hui: on parle de plus de plus des notions d'eaux claires

I-2- Les principaux rejets polluants :

Les rejets sont de diverses origines classées en :

I-2-1- Eaux usées domestiques :

Ces eaux sont constituées par les eaux usées ménagères provenant des usages domestiques (eaux de bain et de lessive) et les eaux vannes (urines et fèces).

En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produit d'entretiens ménagers. Elles présentent une bonne biodégradabilité (MAJOURI et AMOURIA, 2000).

I-2-2- Eaux usées industrielles :

Elles sont représentées par les rejets des exploitations industrielles et semi-industrielles (station de lavage et graissage, station d'essences, etc.) qui sont caractérisés par une grande diversité de la composition chimique, présentant ainsi un risque potentiel de pollution (KHADRAOUI et TALAB, 2008).

I-2-3- Eaux usées pluviales :

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation.

Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie par deux mécanismes:

- ❖ Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées,
- ❖ La remise en suspension des dépôts des collecteurs (FRANCI|, 2002).

I-2-4- Eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines sont d'abord formées par un mélange d'eau usées domestiques et d'eaux usées industrielles. Il s'y ajoute une troisième composante formée par les eaux de pluie et les effluents des installations collectives (hôpitaux, commerces,casernes, etc.) (BANTUOX, 1993).

I-2-5- Eaux de drainage :

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

❖ Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisées comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissent la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.

❖ Apport des pesticides chlorés ou phosphores de désherbants et d'insecticides.

❖ En région viticole, apport du sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (RICHARD ,1996).

❖ En région désertique, c'est particulièrement le problème de salinité des eaux de drainage qui se pose.

Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants provenant de différents usages domestiques, des activités industrielles et agricoles et les eaux de ruissellement.

I-3- Pollution des eaux :

I-3-1- Définition de la pollution :

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers, risques sanitaires, etc.) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers, la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons (LADJEL, 2006).

I-3-2- Principaux types de pollutions :

I-3-2-1- Pollution minérale :

Elle est constituée essentiellement des métaux lourds en provenance des industries métallurgiques et de traitement de minerais, ex (plomb, du cuivre, du fer, du zinc et du mercure) (TCHIOMOGO, 2001).

I-3-1-2- Pollution microbiologique :

C'est une pollution d'origine humaine ou animale (LADJEL, 2006).

I-3-1-3- Pollution organique :

La pollution organique constitue la partie la plus importante et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont :

❖ **Les protides**

- ❖ Les lipides
- ❖ Les glucides (BOUTELLI et MENASRIA, 2008).

I-4-Parametres de mesure de la pollution :

I-4-1- Paramètres physiques :

I-4-1-1-Température :

La température régit la qualité d'oxygène dissous dans l'eau : quand la température augmente, l'oxygène dissous diminue.

Elle influe également sur la décomposition de la matière organique le développement des parasites responsables de certaines maladies et la prolifération d'algues bleues qui libèrent des toxiques (SLIMANI, 2003)

I-4-1-2- Odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde (LADJEL, 2006).

I-4-1-3- Couleur :

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible (THOMAS, 1995).

I-4-1-4- Les matières en suspension et les colloïdes :

Elles sont caractérisées par leurs natures de composition, elles sont toutes matières minérale ou organique représentées par les éléments suivants :

Le silice, le tartre provenant des canalisations, la poussière et les matières organiques non dissoutes.

Les matières en suspension présente dans l'eau usées ou naturelle peuvent être estimée grâce à des quantités de matières en suspension totales (MST).

I-4-1-5- Turbidité :

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matière en suspension d'origine minérale ou organique (DEGREMENT, 1989, SLIMANI, 2003).

I-4-2- Paramètres chimiques :

I-4-2-1- Potentiel hydrogène (PH) :

Le PH représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle (DALI et ZOUAOUI, 2007).

I-4-2-2- Conductivité :

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées (THOMAS, 1995).

Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau.

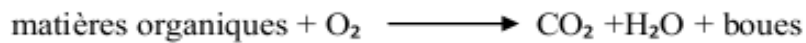
La relation entre la conductivité et la minéralisation est représenté dans le tableau (01)

Tableau(I-01): Relation entre la conductivité et la minéralisation (GAID, 1984).

Conductivité (µS/cm)	Appréciation
Conductivité < 100µS/cm	Minéralisation très faible
100 µS/cm < conductivité <200 µS/cm	Minéralisation faible
200µS/cm < conductivité <333 µS/cm	Minéralisation moyenne
333 µS/cm < conductivité <666 µS/cm	Minéralisation moyenne accentué
666 µS/cm < conductivité <1000 µS/cm	Minéralisation importante
conductivité <1000 µS/cm	Minéralisation élevée.

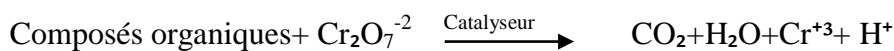
I-4-2-3- Demande biologique en oxygène (DB05) :

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20°C et pendant 5 jours a l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (TARADAT, 1992)



I-4-2-4- Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO est d'autant plus élevée qu'il ya des corps oxydables dans le milieu.



L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée (TARADAT, 1992).

I-4-2-5- Notion de biodégradabilité :

La biodégradabilité d'un effluent aqueux traduit son aptitude à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient :

$$K = \text{DCO}/\text{DB05}.$$

Si:

$K < 1.5$ l'effluent est biodégradable.

$K < 2.5$ l'effluent est moyennement biodégradable.

$K > 2.5$ l'effluent n'est pas biodégradable (LADJEL, 2006).

I-4-2-6- Oxygène dissous :

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

La teneur de l'oxygène dans l'eau ne dépasse rarement 10 mg/l.

Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; l'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (LADJEL, 2006).

I-4-2-7- Autres éléments :**a. Azote :**

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale ou organique ou inorganique (ammoniaque, nitrate, nitrite) ; il constitue la majeure partie de l'azote total.

L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique a essentiellement une origine urinaire.

On estime à environ 13mg/jour la quantité d'azote rejetée par un adulte.

L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (BECHAK et al, 1983).

b. Phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est dû essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent.

Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine. (LADJEL et BOUCHEFER, 2004).

c. Métaux lourds

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel, sans aucun doute.

Leur présence, est nuisible pour l'activité des micro-organismes, donc perturbe le processus d'épuration biologique (TCHIOMOGO, 2001).

En général, les caractéristiques des eaux résiduaires sont représentées dans le tableau (I-02)

-Tableau (I-02) : Caractéristiques moyennes des eaux résiduaires (MEKKAOUI et HAMDI, 2006)

Paramètres	Échelle de variation	Fraction de variation
pH	7.5 à 8.5	10
extrait sec mg /l	1000 à 2000	50 à 60
MES totales mg/l	150 à 500	20 à 30
DBO ₅ mg/l	100 à 400	20 à 30
DCO mg/l	300 à 1000	
COT mg/l	100 à 1000	10%
NTK mg/l	30 à 100	0%
N-NH ₄ ⁺ mg/l	20 à 80	0%
N-NO ₂ ⁻ mg/l	<1	0%
N-NO ₃ ⁻ mg/l	<1	0%
Détergents mg/l	6 à 13	0%
P mg/l	10 à 25	10%

1-4-3- Paramètres biologiques :

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes.

Parmi les éléments pathogènes les plus rencontrés, on cite :

1-4-3-1- Virus :

Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de 10³ à 10⁴ particules par litre.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal.

Parmi les virus entériques humains les plus importants, on peut citer les entérovirus, les rotavirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A qui ont une durée de vie d'environ 3 mois (DALI et ZOUZOU, 2007).

1-4-3-2- Protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries.

La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qui se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitement des eaux usées.

On peut citer parmi ceux-ci *Entamoeba histolytica*, responsable de la Dysenterie amibienne (BOUTELLI et MENASRIA, 2008).

I-4-3-3- Helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites.

Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines, voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10^1 à 10^3 œufs / l (FABY, 1997).

I-4-3-4- Bactéries :

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries/100 ml, dont 10^3 sont pathogènes.

Les plus connus sont les salmonelles responsables de la typhoïde et des troubles intestinaux, sans oublier les colibacilles qui ont une durée de vie de 2 à 3 mois et qui se multiplient dans l'environnement (DALI et ZOUAOUI, 2007).

Le dénombrement des bactéries dans les eaux usées traitées est tout aussi important que celui des helminthes lorsqu'une réutilisation agricole est envisagée. Le tableau (I-03) présente quelques agents pathogènes rencontrés dans les eaux usées :

Tableau (I-03): Quelques micro-organismes pathogènes rencontrés dans les eaux usées
(BOUTELLI, et MENASRIA, 2008).

Organisme	Symptômes, maladie	Nombre par litre	Voies de contamination principales
Virus			
Virus de l'hépatite A	Hépatite A	-	Ingestion
Virus de l'hépatite E	Hépatite E	-	Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée	400 à 85 000	Ingestion
Bactéries			
Salmonella	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80 000	ingestion
Shigella	Dysenterie bacillaire	10 à 10 000	ingestion
E. coli	Gastro-entérite	-	ingestion
Protozoaires			
Entamoeba histolytica	Dysenterie amibienne	4	ingestion
Giardia lamblia		125 à 100 000	ingestion
Toxoplasma gondi	Toxoplasmose : Ganglion, faible fièvre	-	Inhalation/ingestion
Helminthes			
Ascaris	Ascariadiase : diarrhée, Troubles nerveux	5 à 111	ingestion
Ancylostoma	Anémie	6 à 188	Ingestion/cutanée
Trichuis	Diarrhée, doubleur Abdominale	10 à 41	Ingestion

I-5- Epuration des eaux usées :

I-5-1- Définition de l'épuration :

En assainissement, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux résiduaires rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur il s'agit donc d'éviter une pollution l'Environnement et non de produire de l'eau potable (SAGGAI, 2003).

I-5-2- Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux Usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte :

- ❖ Des exigences du milieu récepteur.
- ❖ Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension...etc.).
- ❖ Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.).
- ❖ De la disponibilité du site.
- ❖ Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation).
- ❖ Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien (BEKKOUCHE et

ZIDANE ,2004).

I-5-3- Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ❖ Traiter les eaux.
- ❖ Protéger l'environnement.
- ❖ Protéger la santé publique.

Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement (BENZAOUI et ELBOUS, 2009).

I-5-4- Procédés d'épurations des eaux usées :

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et de degré d'épurations désiré pour qu'elles soient conformes avec les exigences du milieu récepteur.

I-5-4-1- Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers (LADJEL, 2006). Il comporte 3 parties principales :

I-5-4-1-1- Dégrillage :

Il consiste à faire passer l'effluent entre les barreaux d'une grille, dont l'écartement se mesure habituellement en centimètres (BECHAC et al. 1983).

Le dégrillage a pour objectif :

- ❖ L'élimination des déchets volumineux.
- ❖ La protection de la station de traitement (DEGRMONT, 2005).

I-5-4-1-2- Dessablage :

Cette opération est indispensable pour éviter le colmatage des canalisations, surtout si elles sont enterrées et protéger les équipements à pièces tournantes de la corrosion (axe de chaînes, rotors de centrifugeuse, pompes de relèvement, etc.) (MOUHAMMED OULI, 2001).

I-5-4-1-3- Déshuilage dégraissage :

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau (LADJEL, 2006).

I-5-4-2- Traitement primaire (traitement physico-chimique) :**I-5-4-2-1- Décantation :**

La décantation est la méthode la plus fréquente de séparation des MES et des colloïdes, 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 (OUALI, 2001).

I-5-4-2-2- Coagulation-floculation :

La turbidité et la couleur d'une eau sont principalement causées par des particules très petites, dites particules colloïdales. Pour éliminer ces particules, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation : la coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension. La floculation a pour l'objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts, entre les particules déstabilisées (LADJEL, 2006).

I-5-4-2-3- Filtration :

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat) (DEGREMONT, 2005).

I-5-4-3-Traitement secondaire (épuration biologique) :

Les techniques d'épuration biologiques 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 (BENZAOUÏ et ELBOUS, 2009).

I-5-4-3-1- Procédés biologiques intensifs :

Ce sont des systèmes d'épuration classiques qui occupent peu d'espace et consomment de l'énergie. En plus, ils ont un coût d'installation et de fonctionnement élevé.

On distingue les systèmes de traitement par boues activées, lits bactériens, disques biologiques etc.(EDELIN, 1980).

I-5-4-3-2- Procédés biologiques extensifs :

Ils reposent sur les phénomènes de l'auto-épuration naturelle et ils demandent une faible énergie mais nécessitent, en revanche, de grandes superficies et de longs séjours des eaux usées. Du point de vue économique, ils sont moins coûteux. Ce sont le lagunage, l'épandage, etc. (EDELIN, 1980).

I-5-4-4-Traitements tertiaires :

Les traitements complémentaires appelés aussi tertiaires, avancés, ou de finissage, sont des procédés qui permettent d'améliorer les caractéristiques d'une eau résiduaire après un traitement biologique ou un traitement physico-chimique.

On leur fait appel lorsqu'il est nécessaire d'assurer une protection complémentaire de milieu récepteur ou en raison d'une réutilisation immédiate.

Ces procédés ont notamment pour but :

- ❖ L'élimination de l'azote et du phosphore.
- ❖ La désinfection.

CHAPITRE -II
L'épuration des eaux
usées par lagunage
aéré

La station d'épuration traditionnelle, à boues activées, s'impose souvent à l'esprit lorsqu'il s'agit d'épuration des eaux usées. Pourtant, d'autres modes épuratoires existent. Ils s'appuient sur des processus d'autoépuration, se déroulant spontanément dans les étendues d'eau, dans lesquelles les microorganismes dégradent la matière organique et la transforment en élément minéraux. C'est le cas du procédé de lagunage.

Dans le procédé de lagunage, l'élimination de la charge polluante est assurée par les communautés de microorganismes de l'eau et des sédiments (algues et bactéries).

Ce procédé qui est très développé dans le monde, reste malheureusement encore peu utilisé dans les pays en développement.

II-1- Définition :

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique qui se caractérise par un ou plusieurs bassins de traitement dans lesquels la charge biodégradable de l'effluent est détruite par voie bactérienne, une partie au moins de ce traitement est réalisée en aérobiose grâce à un apport d'oxygène dissous dans l'eau artificiellement par les aérateurs. Il n'y a pas de recirculation de la culture bactérienne (STEP OUARGLA).

II-2- Principe de fonctionnement :

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air.

II-2-1- Mécanismes mis en jeu :

II-2-1-1- Dans l'étage d'aération :

Les eaux à traiter sont en présence de micro-organismes qui vont consommer et assimiler les nutriments constitués par la pollution à éliminer. Ces micro-organismes sont essentiellement des bactéries et des champignons.

II-2-1-2- Dans l'étage de décantation :

Les matières en suspension que sont les amas de micro-organismes et de particules piégées, décantent pour former les boues. Ces boues sont pompées régulièrement ou enlevées du bassin lorsqu'elles constituent un volume trop important. (BAUDOT et PERERA, 1991).

II-2-1-3- Lagune de finition :

Ces lagunes dépourvues de systèmes de brassage, permettant la séparation physique des boues et de l'eau traitée (STEP OUARGLA) .

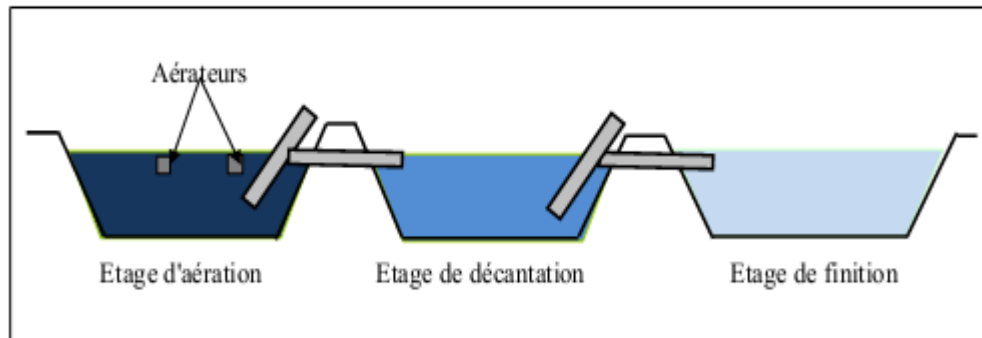


Figure (II-01): Le principe d'un lagunage aéré

II-2-2- Rappel sur les microorganismes associés à l'épuration :

Ces multiples espèces peuvent varier en fonction des effluents traités, des conditions climatiques, de la charge organique, de la profondeur d'eau. Les principaux groupes sont les bactéries, les algues et le zooplancton.

II-2-2-1- Les bactéries :

Ce sont des micro-organismes qui peuvent dégrader et assimiler une grande partie de la matière organique contenue dans les eaux usées. Ces bactéries rejettent dans le milieu des produits de dégradation qui sont les matières minérales solubles et les gaz dissous. On constate une régulation naturelle du taux bactérien en fonction de la matière organique présente dans le milieu et des autres conditions de développement (température, ensoleillement, pH, oxygène dissous...).

Quelque soit le processus biologique considéré, on trouve :

- e) **Les bactéries aérobies:** qui transforment en présence d'oxygène dissous, la charge organique dissoute en matières minérales (nutriments) et gaz.
- f) **Les bactéries anaérobies:** réalisent la transformation de la matière organique au niveau des sédiments (LIBES, 2010).
- g) **Les algues (phyto-plancton) :** Ce sont des plantes microscopiques qui, en présence de lumière, grâce à leur activité photosynthétique due à la chlorophylle

contenue dans leurs tissus, utilisent les substances minérales et le gaz carbonique rejetés par les bactéries, pour édifier leur matière et évacuer de l'oxygène.

Il s'agit des :

- Algues bleues (cyanophycées) proches des bactéries.
- Algues vertes (chlorophycées) .
- Algues brunes (chrysophycées).
- Eugléniens (BONDO et PIETRASANTA, 1994).

h) Le zooplancton : Le rôle du zooplancton est d'assurer la finition de l'épuration des eaux (prédation, filtration....). On trouve :

C-1 Les protozoaires, qui sont des prédateurs des bactéries.

C-2 Les cladocères, Leur rôle est intéressant car elles favorisent l'abattement du taux des matières en suspension. Elles permettent ainsi un éclaircissement du milieu et la pénétration de la lumière. Par contre elles provoquent une diminution du taux d'oxygène dissous à cause de leur respiration et de l'élimination des microalgues (STEP OUARGLA, 2012).

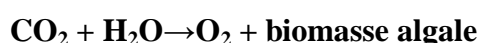
II-2-3- Principaux mécanismes d'épuration dans la colonne d'eau :

Dans tous les cas, l'effluent apporte des nutriments sous forme de sels dissous. Les matières décantables se déposent au fond du bassin pour former les sédiments. Les matières polluantes solubles vont être transformées par l'action des micro-organismes. La colonne d'eau est alors le lieu d'activité aérobie et anaérobie.

Du point de vue chimique, en zone aérobie la matière organique sera décomposée par dégradation biologique ou respiration bactérienne. Une association se crée, les bactéries aérobies consomment les matières organiques solubles en utilisant l'oxygène produit par les algues et fournissent du CO₂ et de la biomasse bactérienne :



Le CO₂ est utilisé par les algues pour réaliser la photosynthèse.



En zone anaérobie l'éclairage est pratiquement nul et la concentration en oxygène tend vers zéro.

La dégradation de la matière organique aboutit à un dégagement de CO_2 et de CH_4 qui vont alimenter en substrat carboné la zone aérobie.

L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes.

➤ **La nitrification** : La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes :

- Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas) .

- Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter).

La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium (NH_4) en nitrate (NO_3). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie.

➤ **La dénitrification** : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu (TCHIMOGO, 2001).

II-3- Diffintions types de lagunage aéré :

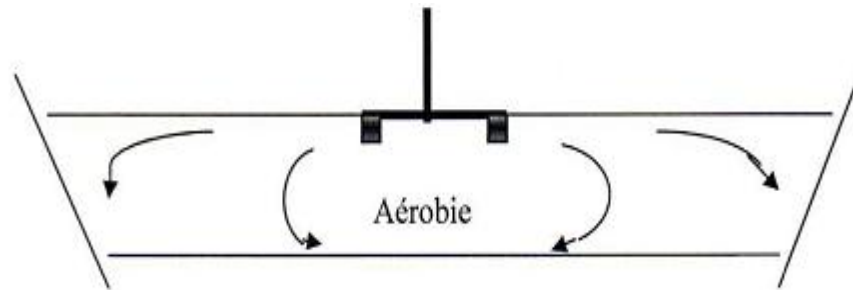
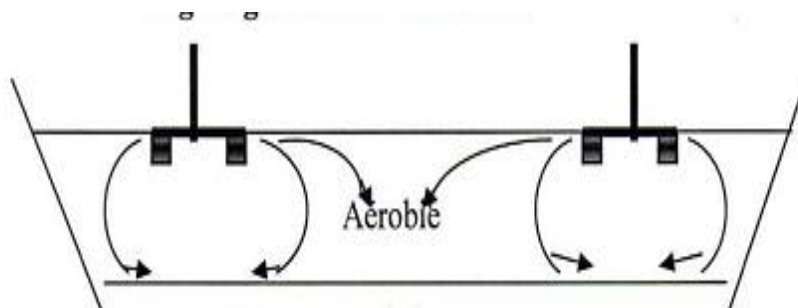
On distingue deux types de lagunes aérées :

II-3-1- Lagunage aérées aérobies :

Dans ce type de lagunes, on maintient une concentration en oxygène dissous dans tout le bassin. La profondeur peut être de 2.4 à 2.8 m, dans laquelle l'oxygène et les matières en suspension sont uniformément répartie dans le bassin .

II-3-2- Lagunage aérées facultatives :

Dans ce type de bassin, l'oxygène n'est maintenu que dans la partie supérieure et la plus grande partie des matières inertes en suspension et des matières biologiques non oxydées décantent au fond du bassin, où elles subissent une décomposition anaérobie. Le bassin peut être modifié pour comporter un compartiment séparé de décantation capable de fournir un effluent clarifié :

**Dépôts solides anaérobie****Lagunage aérobie – anaérobie****Féure (II-02) : les Deux types de lagunes aérées (BECHAC et al, 1983)****II-4- Les facteurs influençant le pouvoir épuratoire :**

L'efficacité des bassins de lagunage dépend de plusieurs facteurs qui sont d'ordre climatique, chimique, physique.

II-4-1- Les facteurs climatiques :

II-4-1-1- Radiations solaires :

Les rayons solaires ultraviolets possèdent des propriétés germicides importantes qui les font souvent considérer comme des bons agents naturels de désinfection (IDDER, 1998). L'importance exacte que ces radiations jouent effectivement dans l'élimination des germes dans les bassins de lagunage est cependant difficile à évaluer (IDDER, 1998).

II-4-1-2- Température :

La température est un facteur très important, elle agit directement sur la vitesse des réactions biologiques. L'activité biologique du milieu est d'autant plus importante que la température augmente (BOUKHETALA et IDDOU, 2010).

II-4-1-3- Le vent :

Le vent cause des turbulences qui assurent un brassage de la masse d'eau et favorise l'oxygénation des eaux des bassins

II-4-1-4- Evaporation :

Elle augmente la charge à la surface et diminue la qualité des effluents à traiter (BARIKA et SENOUSSE, 2005).

II-4-2- Les facteurs physique :

II-4-2-1- La forme, le Profondeur et le volume des bassins :

La forme des bassins doit être hydrodynamique pour faciliter la circulation des effluent et éviter aussi les zones mortes. La profondeur agit directement sur la pénétration de la lumière qui favorise la photosynthèse.

Le volume des bassins permet avec les débits de fixer un temps de séjour optimum dépendant de la charge admise et de la dépollution souhaitée (LABADI et MOUKAR, 2010).

II-4-2-2- Le temps de séjour :

Le temps de séjour désigne le temps nécessaire que doivent séjourner les eaux usées dans chaque bassin pour permettre leur épuration. Il varie en fonction des conditions climatiques et donc indirectement affecte les rendements attendus.

Les fortes évapotranspirations rencontrées pendant les saisons chaudes peuvent augmenter considérablement le temps de séjour et, par voie de conséquence, le rendement. Le gel d'une tranche d'eau supérieure en hiver, au contraire, réduit le temps de séjour (BAUDOT et PERERA, 1991).

II-4-3- Les facteurs chimiques :

II-4-3-1- Le pH :

Le pH est un facteur très important qui conditionne le pouvoir épuratoire. Un milieu très alcalin ou très acide ne peut être toléré puis qu'il existe une limite de tolérance imposée par les micro-organismes (DEKKICH, 2007).

II-4-3-2- La charge organique :

La charge organique a son poids dans le pouvoir épuratoire. Il faut la choisir de façon à répondre aux exigences des micro-organismes sans dépasser le seuil de surcharge ou un manqué de charge (TCHIMOGO, 2001).

II-4-3-3- La composition en sels minéraux :

Cette composition doit être suffisante pour assurer aux végétaux une croissance normale, tout excédent peut provoquer des inhibitions (BEKKOUCHE et ZIDANE, 2004).

II-5- Utilisation :

Le lagunage aéré est reconnu comme un procédé d'épuration efficace, notamment au niveau des charges oxydables (90%).

Au niveau de l'azote ammoniacal et des orthophosphates, les performances sont plus limitées: de l'ordre de 45 %.

Les performances sont fonction de la température (activité des microorganismes), de la charge appliquée et donc de la dilution des eaux entrantes (AERM, 2007).

II-6- Avantages et inconvénients du lagunage aéré :

II-6-1- Avantages du procédé :

Le lagunage aéré assure un traitement fiable dans de nombreuses situations difficiles. Il est particulièrement tolérant à de très nombreux facteurs influençant négativement d'autres procédés :

- Variations de charges hydrauliques et organiques importantes
- Effluents très concentrés, déséquilibrés en nutriments et même des produits toxiques (Olivier et al, 1998).
- Boues stabilisées
- Curage des boues tout les deux ans.

II-6-2- Inconvénients techniques

Ce procédé de traitement présente les principaux inconvénients suivants :

- Présence de matériels électromécaniques nécessitant l'entretien
- Nuisances sonores liées à la présence de système d'aération
- Une grande emprise de surface et forte consommation énergétique (BAUDOT et PERERA, 1991)

II-7- Comparaison entre le lagunage naturel et le lagunage aéré :

II-7-1- Temps de séjour :

Le temps de séjour dans le lagunage naturel est très élevé (peut aller jusqu'à 50 jours) par rapport au lagunage aéré (quelques jours).

II-7-2- Superficie :

La superficie nécessaire dans le lagunage naturel est très importante par rapport au lagunage aéré.

II-7-3- Consommation d'énergie :

Il n'y a pas de consommation d'énergie pour le lagunage naturel, par contre dans les lagunages aérés une consommation d'énergie pour l'aération est obligatoire

Chapitre - III

Description de la zone d'étude

III-1- Présentation de la région d'étude :

III-1-1- Situation géographique :

La ville d'Ouargla est située au Sud-est de l'Algérie, à une distance de 800 km d'Alger. La wilaya d'Ouargla couvre une superficie de 163 000 km². Elle se trouve dans le Nord-est de la partie septentrionale du Sahara (5° 19' longitude Est, 31°57' latitude Nord) (ROUVILLOIBRIGOL, 1975, DUBOST, 1991). La population est estimée à 633967 habitants, en 2010, répartie à travers 21 communes. Elle est limitée :

- Au Nord par les wilayas de Djelfa et d'El Oued.
- Au Sud par les wilayas d'Illizi et de Tamanrasset.
- À l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa.
- Et à l'Est par la Tunisie (KHADRAOUI, 2006).

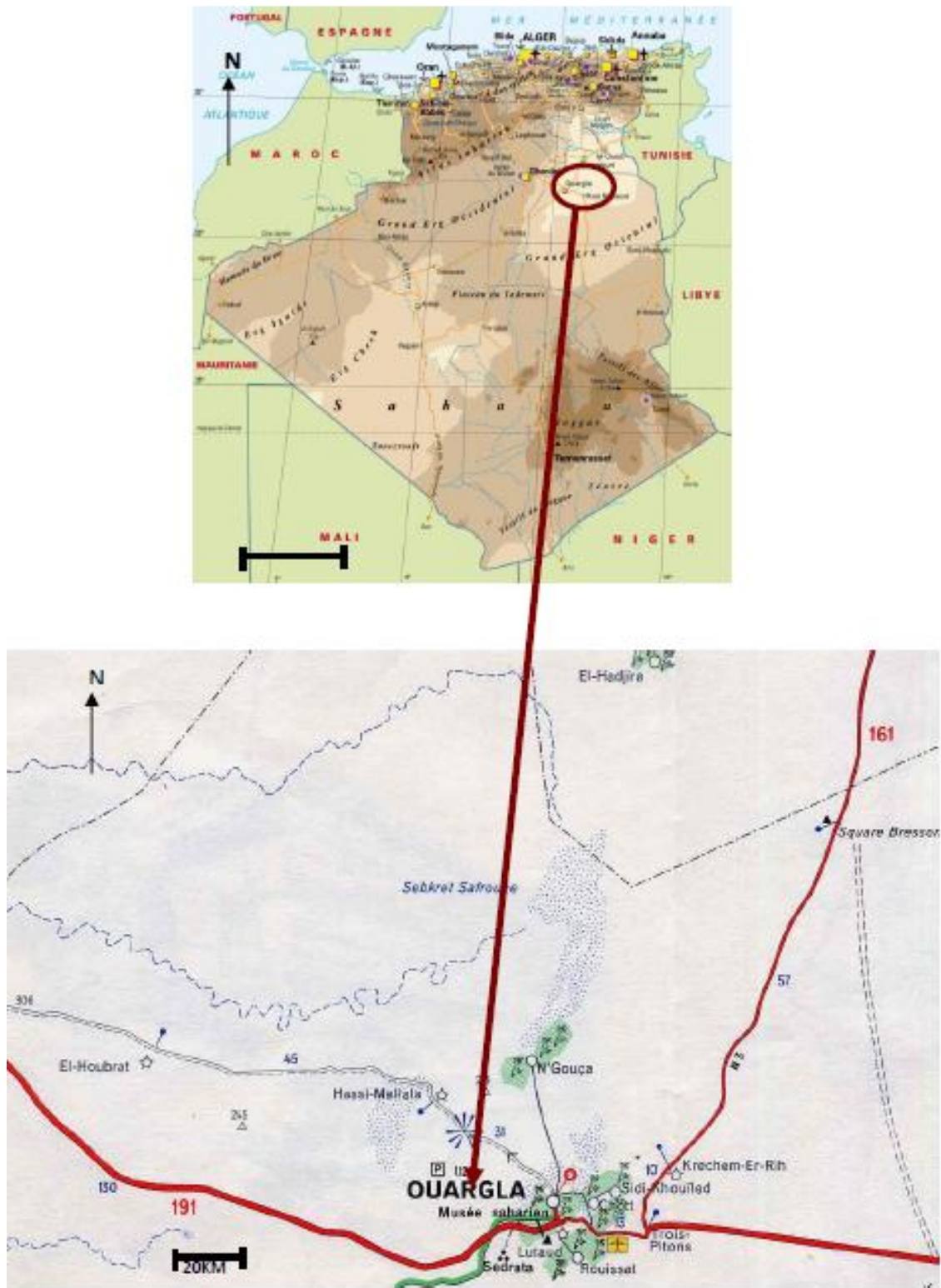


Figure (III-01) : Position géographique de la région de Ouargla

III-1-2- Climatologie :❖ *Donne météorologiques de la région de Ouargla :*

Ouargla est caractérisée par un climat saharien avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées et une forte évaporation.

Tableau (III-01): Données climatiques de la ville d'Ouargla (1997-2011) (O.N.M, 2012)

	Température			Humidité (%)	Vent (m/s)	Evaporation (mm)	Insolation (Heure)	Précipitation (mm)
	TX (°c)	TN (°c)	TM (°c)					
Javier	18.70	5.04	11.86	59.57	2.80	102.5	246.46	13.71
février	21.20	6.82	13.93	51.93	3.25	139.07	242.09	0.90
Mars	25.69	10.29	18.17	41.71	3.83	215.93	260.18	3.72
Avril	30.01	15.08	22.66	35.57	4.44	284.07	281.27	2.28
Mai	34.76	19.87	27.49	32.43	4.81	338.64	282.64	4.18
Juin	39.52	25.06	32.92	26.43	4.62	430.36	289.82	0.51
Juillet	43.69	28.01	35.24	24.86	4.16	479.86	335.38	0.66
Août	42.92	27.39	34.24	28.00	3.98	447.21	322.69	3.98
Septembre	37.54	23.64	30.67	38.43	3.79	312.14	255.92	5.78
Octobre	31.72	17.71	25.41	46.29	3.44	235.14	259.85	11.74
Novembre	23.94	10.06	16.92	56.21	2.80	135.86	247.38	6.46
Décembre	19.24	5.97	12.25	59.57	2.72	96.34	204.85	2.32
Moyennes et cumul	30.74	16.25	23.50	41.75	3.72	3217.13*	269.04	56.87*

TX : Température maximale.

TN : Température moyenne

TM : Température minimale.

* : Cumul

a) Température :

A partir du tableau 08, nous observons que la température moyenne maximale du mois le plus chaud est atteinte en Juillet avec 43,76 °C et la température moyenne minimale du mois le plus froid est atteinte en Janvier avec 5,04 °C. La température annuelle moyenne est de 16.25 °C.

b) Précipitations :

Généralement, il pleut rarement à Ouargla, les précipitations sont irrégulières entre les saisons et les années. Le cumul moyen annuel de (1997-2011) est de 56.87 mm. La période pluviale de l'année est très restreinte, elle est de 2 à 3 mois, par contre la période sèche s'étale sur le reste de l'année (Tableau 08).

c) Humidité relative :

L'air à Ouargla est très sec. L'humidité moyenne annuelle est de 41,75 %. Le taux d'humidité varie d'une saison à une autre. Le maximum d'humidité étant de 59.57 % pour le mois de décembre et Janvier, le minimum est de 24.86 % pour le mois de juillet à cause des fortes évaporations et des vents chauds durant ce mois (Tableau 08).

d) Évaporation :

L'évaporation est très importante surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Le cumul est de l'ordre de 3217.13 mm/an avec un maximum mensuel de 479.86 mm au mois de juillet et un minimum de 479.86 mm au mois de décembre (Tableau 08).

e) Insolation :

Dans la région d'Ouargla, la durée maximale d'insolation est de 335.38 heures enregistrés pour le mois de juillet et un minimum de 204.85 heures au mois de Décembre. La moyenne annuelle est de 269.04 heures (Tableau 08).

f) Vent :

Les vents dans la région sont fréquents, ils soufflent le long de l'année dans différentes directions en fonction des saisons :

- En hiver : se sont les vents d'Ouest qui dominent.
- En printemps : se sont les vents du Nord, du Nord-est et les vents de sables qui prédominent avec une vitesse maximale de 4.81 m/s. La vitesse moyenne annuelle des vents est de 3.72 m/s (Tableau 08).

III-1-3- Synthèse des données climatiques :***III-1-3-1- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen :***

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen permet de déterminer la période sèche suivant un principe d'échelle $P = 2T$.

P : Précipitation.

T : Température moyenne annuelle.

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche dans la région de Ouargla, cette période s'étale sur toute l'année .

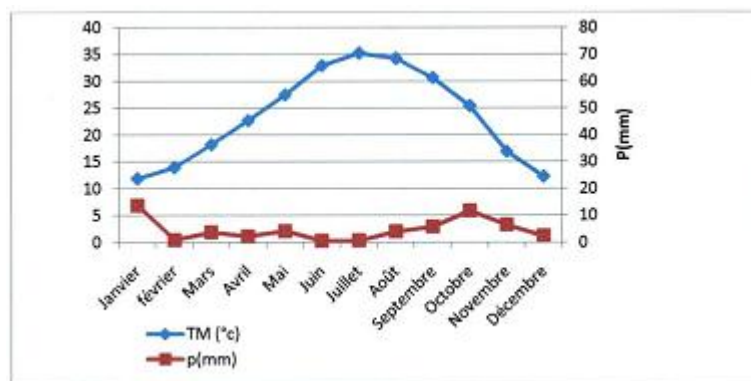


Figure (III-02): Diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla (1997-2011)

III-1-3-2- Climagramme d'Emberger :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat, avec :

En abscisse, la température moyenne du mois le plus chaud.

En ordonnées, le quotient pluviométrique d'Emberger.

Emberger a proposé le quotient pluviométrique suivant : $Q_2 = 2000P/M^2 - m^2$

Sachant que :

P = la moyenne annuelle des précipitations en (mm).

M = la moyenne des maxima du mois le plus chaud en (degré).

m = la moyenne des minima du mois le plus froid en (degré).

La région d'Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (figure n°).

A partir de ce Climagramme, on constate que l'étage bioclimatique de la région de Ouargla est saharien à hiver doux, $Q_2=0,40$ (Figure (III-03)).

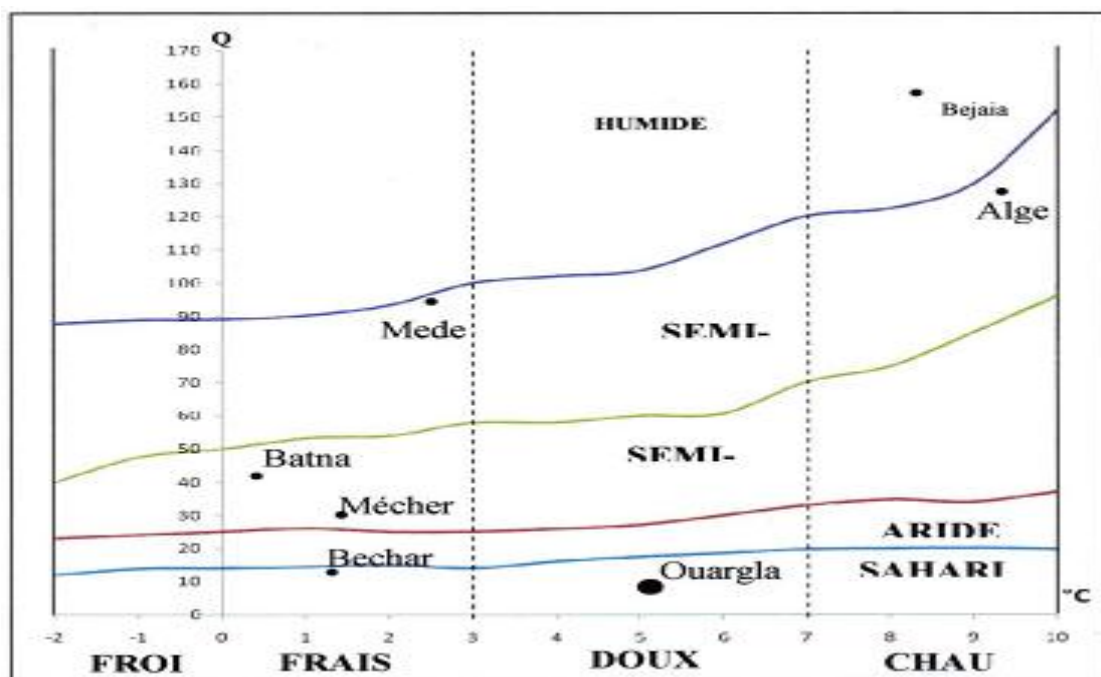


Figure (III-03) : Climagramme d'Emberger de la région d'Ouargla

III-1-4- La situation de l'assainissement dans la ville de Ouargla :

L'assainissement est par définition une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, les déchets provenant d'une agglomération humaine. Le réseau de l'assainissement urbain dans la ville de Ouargla est du type unitaire, il couvre les trois communes de Ouargla, Rouissat et Ain Beida (BAOUIA et HEBBAZ, 2006).

Les principales caractéristiques du réseau d'assainissement urbain de la ville de Ouargla sont résumé ci-dessous:

- 26 stations de relevage et de pompage.
- 106 km de canalisation et conduite de refoulement.
- 3 stations d'épurations (pour les 3 daïra de Ouargla, Sidi khouiled, N'goussa).
- 71 km de drains - Afin que :
- Les eaux de drainage agricoles soient progressivement collectées et évacuées d'une façon indépendante.
- Les eaux pluviales soient séparées des eaux usées.
- L'option zéro rejet d'eau usée soit atteint avec l'abandon de l'assainissement autonome.

- Les eaux de la nappe en ville soient récupérées dans les drains qui surplombent les collecteurs d'assainissement.
- La sabkhatsafioune soit l'exutoire final de Ouargla(ONA, 2011).

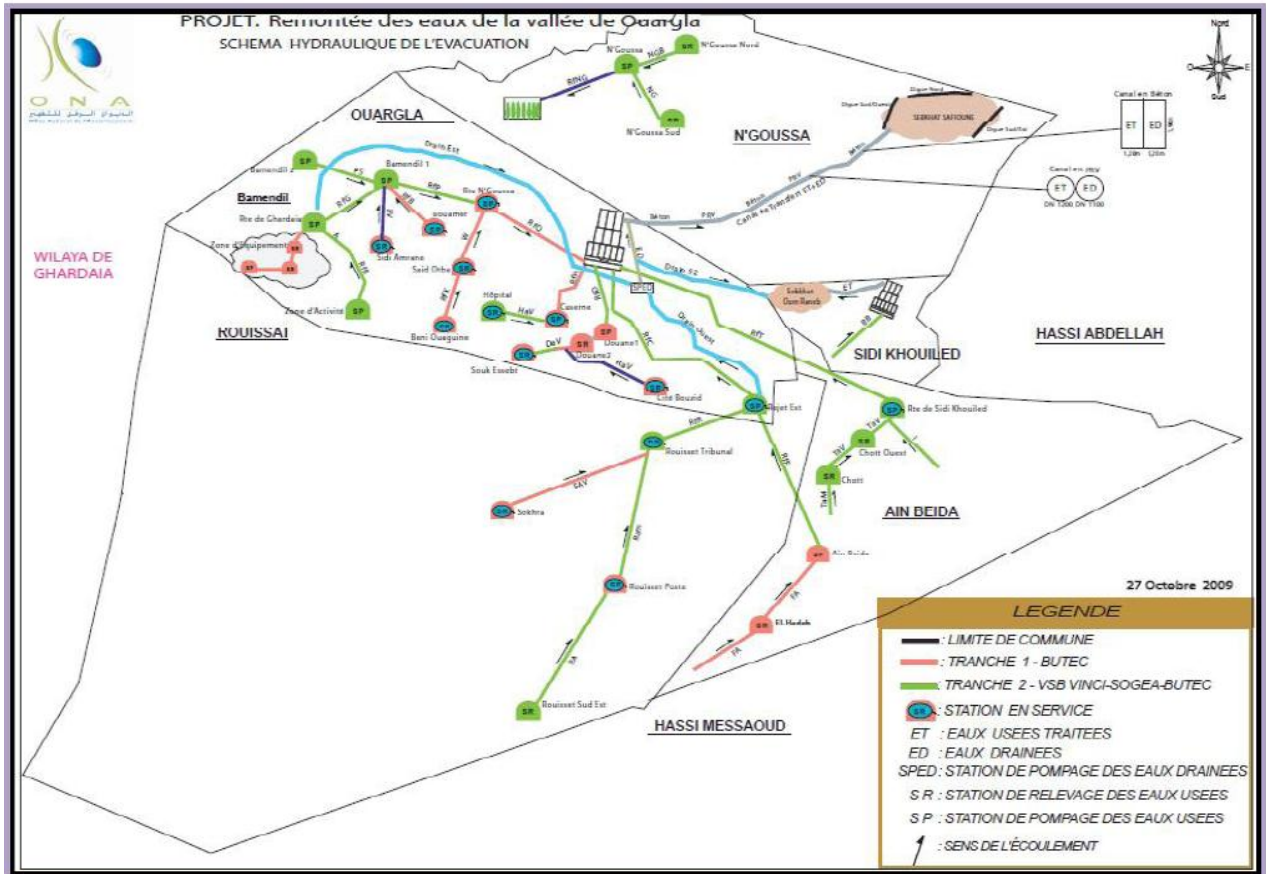


Figure (III-04): Le réseau d'assainissement de la ville de Ouargla(ONA, 2011)

III-2- Présentation de la station :

III-2-1- Situation géographique :

La station d'épuration des eaux usées par le lagunage aéré de Ouargla est située dans la région de **Saïd Otba** entre les deux branches du canal de drainage (figure (III-04)).



Figure (III-05): Situation géographique de la station d'épuration de SaidOtba(setp)

III-2-2- Objectif de traitement de la station : (fixé initialement)

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées.
- Protéger le milieu récepteur.
- Supprimer les risques de remontée des eaux en diminuant le niveau de la nappe phréatique.
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés.

III-2-3- Mode de fonctionnement de la station d'épuration par lagunage aérée :

Cette station d'épuration est de type lagunage aéré.

La filière de traitement retenue est constituée :

- De prétraitement.
- D'un premier étage de traitement par lagunage aéré.
- D'un second étage de traitement par lagunage aéré.
- D'un troisième étage de traitement par lagunage de finition.
- De lits de séchage des boues.

III-2-4- Description de l'installation :

L'installation se compose pour l'essentiel d'ouvrages à ciel ouvert, de caniveaux, canalisations, pompes, aérateurs, instruments de mesure, organes de vanneries et automatismes industriels avec commandes et dispositifs de régulation.

III-2-5- Dimensionnement de la station :

- Capacité: 400000 eq/habi
- Surface totale: 80 ha
- Nombre de lit de séchage: 11 lits
- Nombre de bassins: 08 bassins devisés en 03 niveaux

Tableau (III-02) : les données de bases de la STEP (STEP .Ouargla.2012)

Premier niveau	
Nombre de bassin 04 bassins d'aération	04 bassins d'aération
Volume total	3408000m ³
Volume par unité de bassin	25200m ³
Surface totale	9.6ha
Surface par unité de bassin	2.4ha
Profondeur des bassins	3.5m
Temps de séjour	5,5 jours
Nombre d'aérateur	12 aérateurs
Deuxième niveau	
Nombre de bassin 04 bassins d'aération	02 bassins d'aération
Volume total	227200m ³
Volume par unité de bassin	113600m ³
Surface totale	8.2ha
Surface par unité de bassin	4.1ha
Profondeur des bassins	2.8m
Temps de séjour	03 jours
Nombre d'aérateur	07 aérateurs
Troisième niveau	
Nombre de bassin 04 bassins d'aération	02 bassins de finition
Volume total	148054m ³
Volume par unité de bassin	74027m ³
Surface totale	9.8ha
Surface par unité de bassin	4.9ha
Profondeur des bassins	1.5m
Temps de séjour	02 jours
Nombre d'aérateur	8 dont 01 non fonctionnel



Figure (III-06): Vue aérienne de la station

III-2-6- Principe de l'épuration et filière de traitement :

La station fonctionne sur la base du procédé de traitement biologique extensif par lagunage aéré, elle est composée de 06 bassins de traitement dans lesquelles la charge biodégradable de l'effluent est détruite par voie bactérienne. En aval des lagunes d'aération se situent les deux lagunes de décantation, appelées aussi lagunes de finition, son rôle est de réduire à des teneurs très basses les polluants peu ou pas éliminés.

Afin de ne pas perturber le bon fonctionnement de la station d'épuration par des matières lourdes volumineuses ou difficilement biodégradables, et aussi de limiter la fréquence de curage des lagunes, le traitement biologique est précédé d'un prétraitement.

III-2-7- Aménée des eaux usées en entrée de la station :

Les eaux brutes arrivent à la station d'épuration par refoulement de cinq stations de refoulement.

Refoulement 01 : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de la station de pompage nœud hydraulique de Chott.

Refoulement 02 : conduite d'amenée des eaux usées DN 315mm de la station de pompage Sidikhouiled.

Refolement 03 : conduite d'amenée des eaux usées DN 400mm de la nouvelle station de pompage Caserne/Hôpital.

Refolement 04 : conduite d'amenée des eaux usées DN 500mm de la station de pompage Douane.

Refolement 05 : conduite d'amenée des eaux usées DN 700mm de la station de pompage rote N'Goussa.

Les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

Un canal venturi est placé à la sortie des ouvrages de prétraitement en vue de mesurer le débit d'entrée.

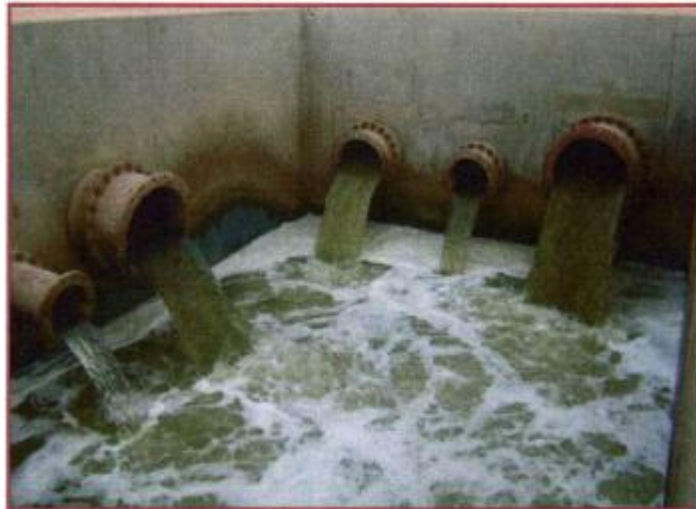


Figure (III-07) : Entrée des eaux usées à la station (bassin de dégazage)

III-3-8- Procédés d'épurations des eaux usées dans la station :

III-3-8-1- Prétraitement :

Le prétraitement comporte les éléments suivants :

III-3-8-1-1- Dégrillage :

Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle. Un canal de secours équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposé en parallèle permet de by-passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques.

Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets (ONA, 2009).

III-3-8-1-2- Dessablage :

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et 23m de long. Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque canal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable.

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage (S.T.E.P. Ouargla, 2009).



Figure (III-08): Dégrilleur

Figure (III-09): Dessableur

III-3-8-1-3- Ouvrage de répartition :

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par six seuils déversant identiques, de 1,50m de largeur, munis de **obstacles** pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service (ONA,2009).



Figure (III-10) : Répartiteur vers les bassins d'aération

III-3-8-2- Traitement secondaire :

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de lagunage aéré.

Cette étape est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

III-3-8-2-1- Lagunes d'aération :

Les bassins d'aération sont revêtus de géomembrane bitumineuse de type PHD (polyéthylène haute densité). Cette géomembrane est constituée par un liant bitumineux qui vient imprégner à cœur et surfer un géotextile non tissé polyester. Le géotextile confère à la géomembrane ses propriétés mécaniques et le liant l'étanchéité. (ONA, 2009).

A-Lagunes d'aération (1er étage) :

Les effluents sont répartis entre les quatre lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface. Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. Le temps de séjour minimal dans les lagunes d'aération du premier étage est supérieur ou égal à 5 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre l'ouvrage de répartition et les lagunes du premier étage, ainsi que la liaison entre deux lagunes d'étages différents est revêtue d'une géomembrane du même type PHD afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations et donc les affaissements. Actuellement, il n'y a que deux lagunes qui fonctionnent au niveau de cet étage (ONA, 2009).



Figure (III-11): Lagune aéré



Figure (III-12): Aérateur

B- Lagunes d'aération (2ème étage) :

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1er étage vers les lagunes aérées deuxétages (lagunes de décantation). Actuellement il n'y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

Curage : Les Lagunes de deux étages doivent être régulièrement curée afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts des boues (ONA, 2009).



Figure (III-13): Lagunes d'aération

III-3-8-2-2-Traitement complémentaire (Lagune de finition) :

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2ème étage sont dirigées vers les deux lagunes de finition. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspensions (amas de micro-organismes et de particules piégées), Actuellement il n'y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permet de mesurer de manière continue les débits (ONA, 2009)



Figure (III-14): Bassin de finition



Figure (III-15): la sortie des eaux épurées

- Curage mécanique par pompage des boues sur les lits de séchage.

III-3-8-3- Evacuation des eaux épurées :

Les eaux épurées sont évacuées gravitairement vers le canal de transfert vers Sebkhata Sefioune.

III-3-8-4- Canal de transfert :

Les eaux rejetées par la S.T.E.P et les eaux issues des drainages sont conduites d'Ouargla jusqu'à Sebkhata Sefioune située à environ 40 km au nord.

L'ouvrage conduit parallèlement deux débits dans deux chenaux isolés l'un de l'autre, ces chenaux contiennent :

- Dans la partie Ouest : les eaux usées traitées par la STEP de Ouargla, il s'agit d'eaux claires, suffisamment épurées pour servir éventuellement d'eau d'irrigation.
- Dans la partie Est : les eaux de drainage salées collectés par les deux grands drains périphériques Ouargla (ONA, 2009).

Chapitre IV :
Matériels et méthodes

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination du pollution pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP. Nous avons suivi les paramètres suivants : T°, pH, CE, Salinité, DBO₅, DCO, O₂ dissous, MES, NO₂⁻, NO₃⁻ et PO₄⁻³.

IV-1- Les analyses physico-chimiques :

• Prélèvement et échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.).

(RODIER, 2005).

Les prélèvements sont réalisés au niveau des ouvrages de prétraitement (à l'entrée de la STEP), et à la sortie (bassin de finition) au matin (8:30h) pendant un période de 03 mois (de Mars à mai).

La mesure de paramètres physico-chimique ont été réalisées au laboratoire de la station d'épuration (STEP) de l'Algérienne des eaux (ADE).

IV-1-1- Matières en suspension (M.E.S) :

D- But d'analyse :

Est de déterminer la teneur de matières en suspensions d'une eau usée

E- Principe

L'eau est filtrée et le poids des matières retenues est déterminé par différence de pesée.

F- Expression des résultats :

On calcule de la teneur en MES selon l'expression :

$$\text{MES} = 1000(M1-M0)/V \dots\dots\dots (*)$$

MES : La teneur en MES en (mg/l).

M1 : La masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C

M0 : La masse en (mg) de la capsule vide.

V : Volume de la prise d'essai en (ml).



Figure (VI-01) : Pompe à vide



Figure (VI-02) : Matière en suspension

IV-1-2- La demande chimique en oxygène (D.C.O) :

E- But d'analyse :

Mesure de la demande chimique en oxygène nous renseigne sur la bonne marche des bassins d'aération et nous permettant d'estimer le volume de prise d'essai de DBO5.

F- Principe :

Il s'agit d'une oxydation chimique des matières réductrices contenues dans l'eau par excès de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu acidifié par acide sulfurique (H_2SO_4), en présence de sulfate d'argent (Ag_2SO_4) et de sulfate de mercure ($HgSO_4$).

G- Réactif :

- ▶ Réactifs DCO (LCK 314) gamme (15 à 150 mg/l) pour les faibles concentrations.
- ▶ Réactifs DCO (LCK 114) gamme (150 à 1000 mg/l) pour les fortes concentrations.

H- Expression des résultats :

La teneur en DCO est donnée en mg/l.



Figure (VI-03):

Réactifs DCO



Figure (VI-04):

spectrophotomètre



Figure (VI-05):

Réacteur DCO

IV-1-3- La demande biologique en oxygène (DBO₅) :

D- Principe :

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostaté est mis sous incubation. On fait la lecture de la masse d'oxygène dissous, nécessaire aux microorganismes pour la dégradation de la matière organique biodégradable en présence d'air pendant cinq (5) jours. Les microorganismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacés en permanence par l'oxygène de l'air, contenu dans le flacon provoquant une diminution de la pression au dessus de l'échantillon. Cette dépression sera enregistrée par une OXI TOP.

E- Procédure :

La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour la DBO₅.

Volume de la prise d'essai (DBO₅) = DCO (mg/l) × 0.80.....(**), pour les eaux urbaine.



Figure (VI-06) :

DBO-mètre

F- Expression des résultats :

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{Lecteur} \times \text{Facteur. (***)}$$

VI-1-4- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température :

C- Principe :

La valeur de la conductivité est un paramètre cumulé pour la concentration en ions d'une solution mesurée. Plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée. L'unité de conductivité est $\mu\text{S/cm}$, Pour sa mesure, nous avons eu recours à la méthode électrochimique de résistance à l'aide du **Conductimètre de poche Cond 340 i**

D- Appareillage :

- ▶ Conductimètre de poche Cond 340 i
- ▶ Pissette eau déminéralisé.
- ▶ Solution KCl (3 mol/L) pour calibrage.



Figure (VI-07):

Conductimètre

IV-1-5- Détermination de pH :

B- But d'analyse :

Détermination de l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau.

Pour sa mesure est effectuée à l'aide du pH-mètre de poche.



Figure (VI-08):

pH-mètre

IV-1-8- Détermination de l'oxygène dissous :**A- Principe**

La concentration réelle en oxygène dépend en outre de la température, de la pression de l'air, de la consommation d'oxygène due à des processus microbiologique de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple par les algues. Actuellement la mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différents normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de poche Oxi340i



Figure (VI-08) :

Oxymètre

***Chapitre V:
Résultats et
Interprétations***

V-1- Résultats et discussion :

- **Induction :**

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau brute et épurée par la station d'épuration des eaux usées par lagunage aère de la ville de Ouargla.

Afin de déterminer la qualité des eaux usées de la station d'épuration de Ouargla, nous avons effectué les analyses de différents paramètres de pollution .

Les tableaux bruts des résultats d'analyses sont présentés en annexes (01).

V-1-1- Evolution la température :

On constate que les valeurs journalières de la température présentent une moyenne de 24.22°C elles varient entre une valeur maximale relevée en mai de (27.7°C) et une valeur minimale relevée en mars de (19.7°C) pour les eaux brutes et entre 24.6°C et 16.6°C pour les eaux traitées (Figure 01).

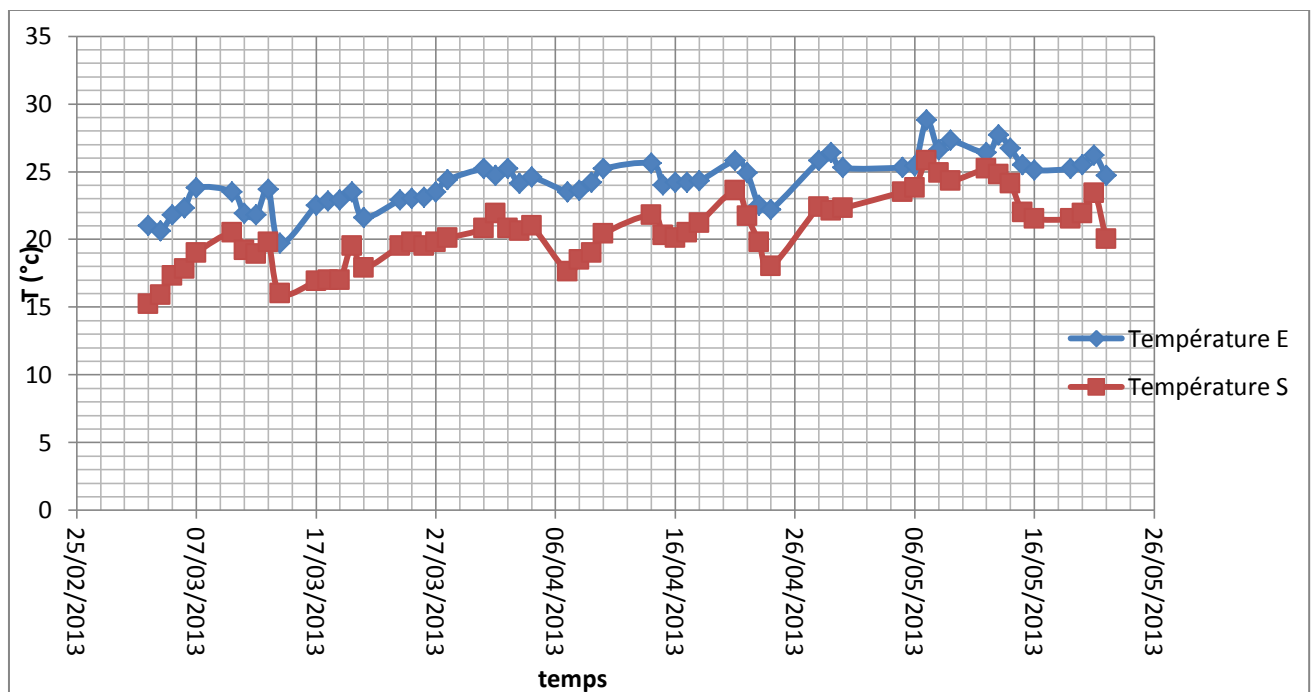


Figure (V-01) : Variation de la température des eaux brutes et traitée dans le temps

Ces fluctuations de ce paramètre abiotique sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau.

On observe une diminution des valeurs de température des eaux traitées par rapport aux eaux brutes à cause, notamment, ceci peut s'expliquer l'effet de brassage exercé par les aérateurs mécaniques et des mouvements des eaux dans les bassins et entre les étages.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de rejets des eaux usées dans la nature qui sont de l'ordre de 30°C (voir décret 06-141).

V-1-2- Evolution du pH :

Les valeurs obtenues sont rassemblés dans la figure(02).

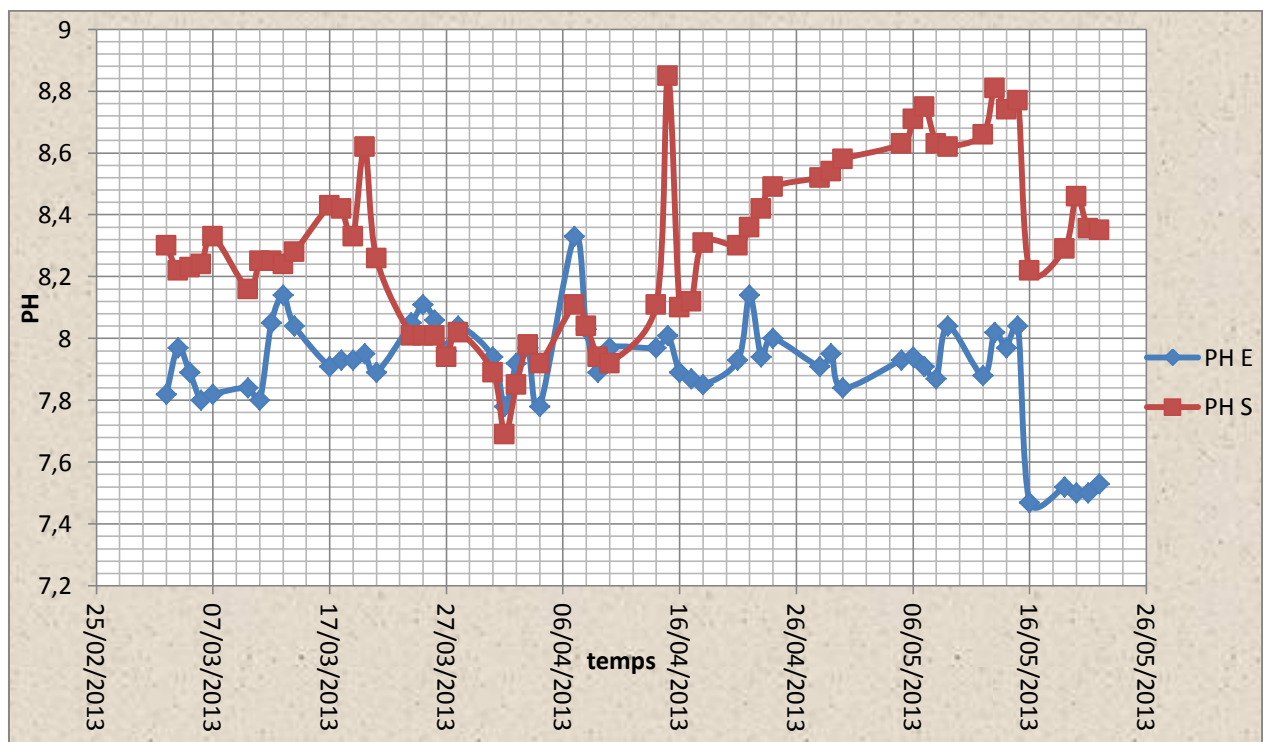


Figure (V-02): Variation journalière de pH des eaux usées brutes et traitées dans le temps.

On remarque que les valeurs du pH mesurées durant notre période d'étude varient pour les eaux brutes entre 7,5 et 8,33, avec une valeur moyenne de 7,9.

Pour les eaux traitées, le pH varie entre 7,69 et 8,85, avec une valeur moyenne de 8,3 sur la durée totale de l'expérience.

Les résultats du pH des eaux brutes montrent que ces valeurs sont caractéristiques des eaux résiduaires urbaines et ceux des eaux traitées montrent que ces valeurs répondent aux normes de rejet Algériennes (voir décret 06-141).

V-1-3- Evolution de la conductivité :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure(03) et dans l'annexe (01).

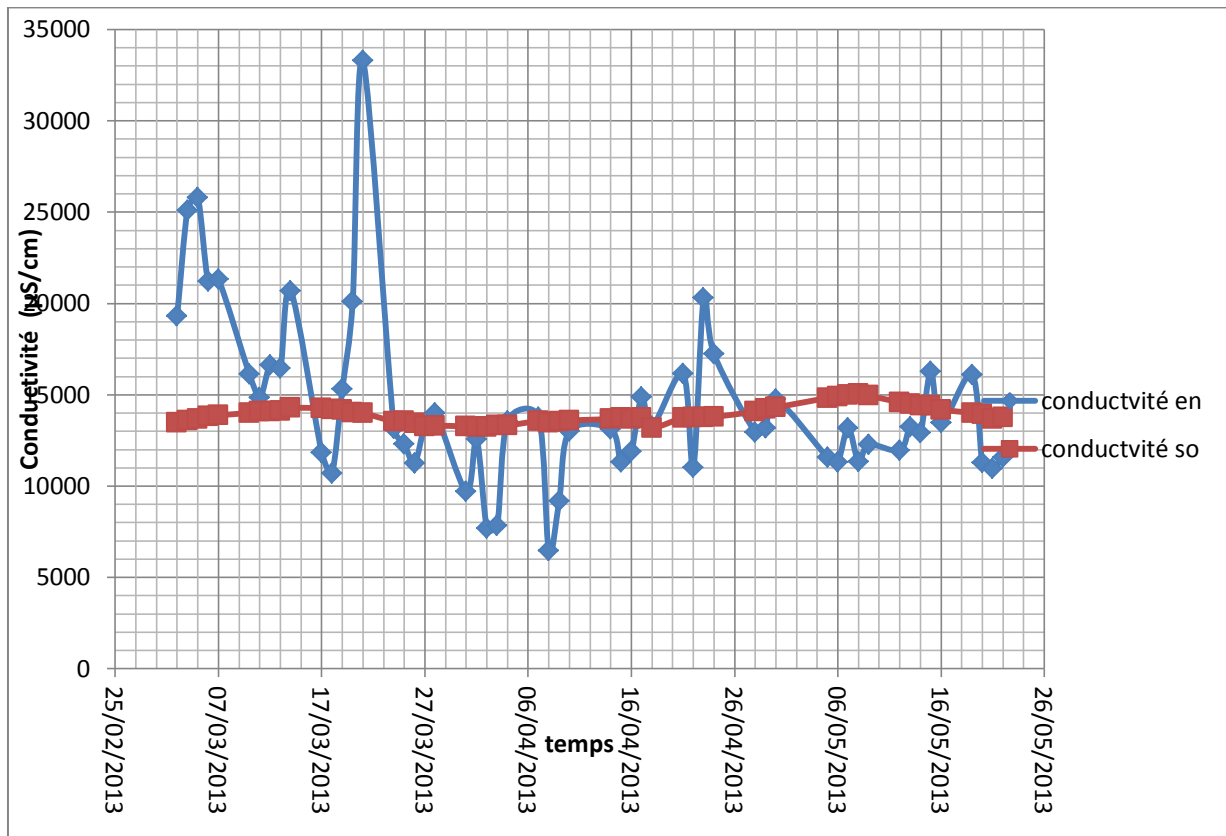


Figure (V-03): Variation journalière de la conductivité des eaux usées brutes et traitées dans le temps.

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de CE mesurées sont de l'ordre de 14440 µS/cm pour les eaux brutes, et de 13915µS/cm pour les eaux traitées.

Les valeurs journalières de la CE des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 6480 µS/cm au maximum de 33300 µS/cm.

Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...) dans le eaux qui arrivent à la STEP, ainsi que les eaux de drainage qui aboutissent aux réseaux d'assainissement.

A la sortie on constate une stabilisation de la conductivité suite au traitement, la concentration en sels se stabilise.

V-1-4- Evolution de la salinité (Sal) :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure(04) et dans l'annexe (01).

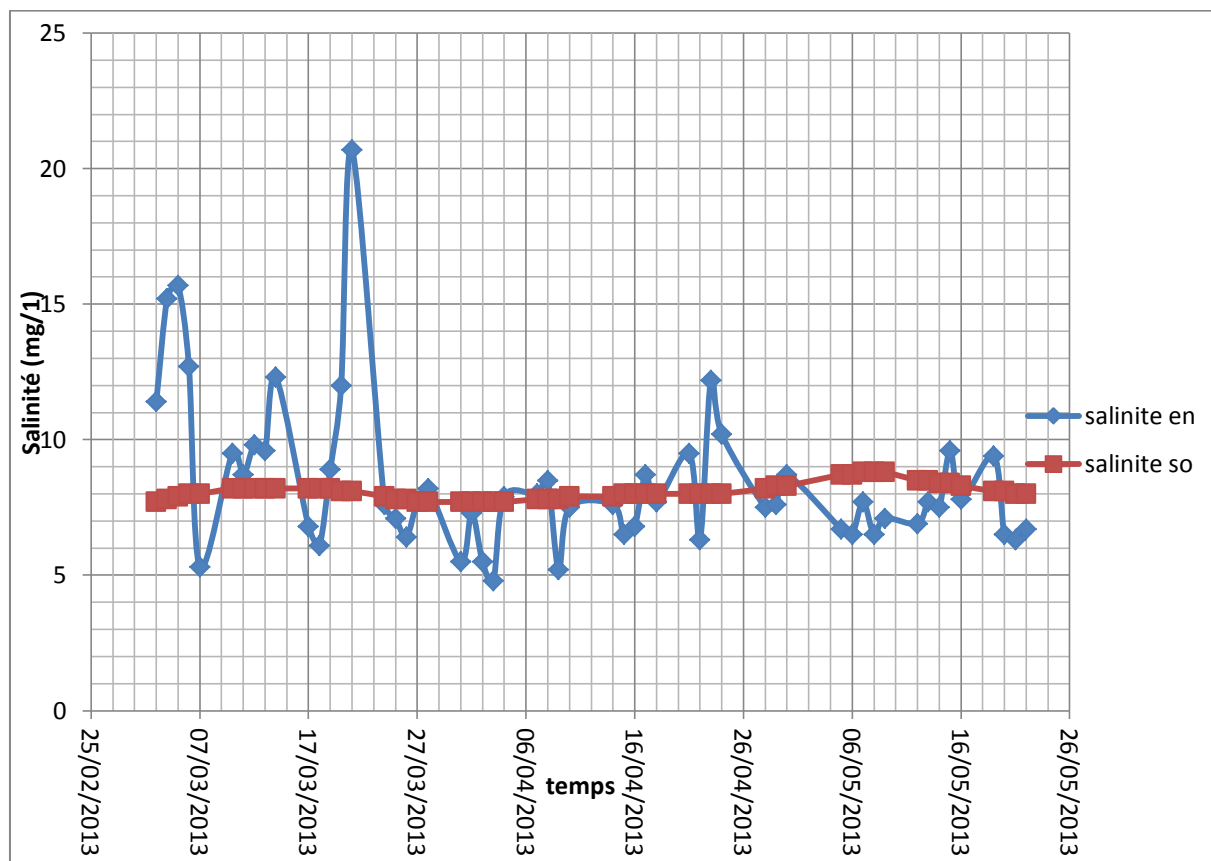


Figure (V-04): Variation journalière de la salinité des eaux usées brutes et traitées dans le temps.

Les résultats de la salinité montrent que les valeurs journalières de cette dernière varient d'un minimum de 5 g/l à un maximum de 20.7 g/l avec une moyenne de 8.43 g/l pour les eaux brutes. Tandis que pour les eaux traitées les valeurs de la salinité varient d'une manière légère, elles se situent entre 7.7 g/l et 8.8 g/l, avec une moyenne de 8.08 g/l (Figure N°04).

Pour les eaux traitées malgré l'évaporation on constate une faible variation de la salinité suite aux grandes superficies des bassins de lagunage, on ne constate pas une variation de la concentration en sels.

D'une façon générale, pour chaque la concentration moyenne de la salinité des eaux traitées est inférieure à celle des eaux brutes dû principalement à la précipitation des sels dissous de l'eau au fond du bassin.

V-1-5 : L'oxygène dissous (O_2) :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure (05) et dans l'annexe(01).

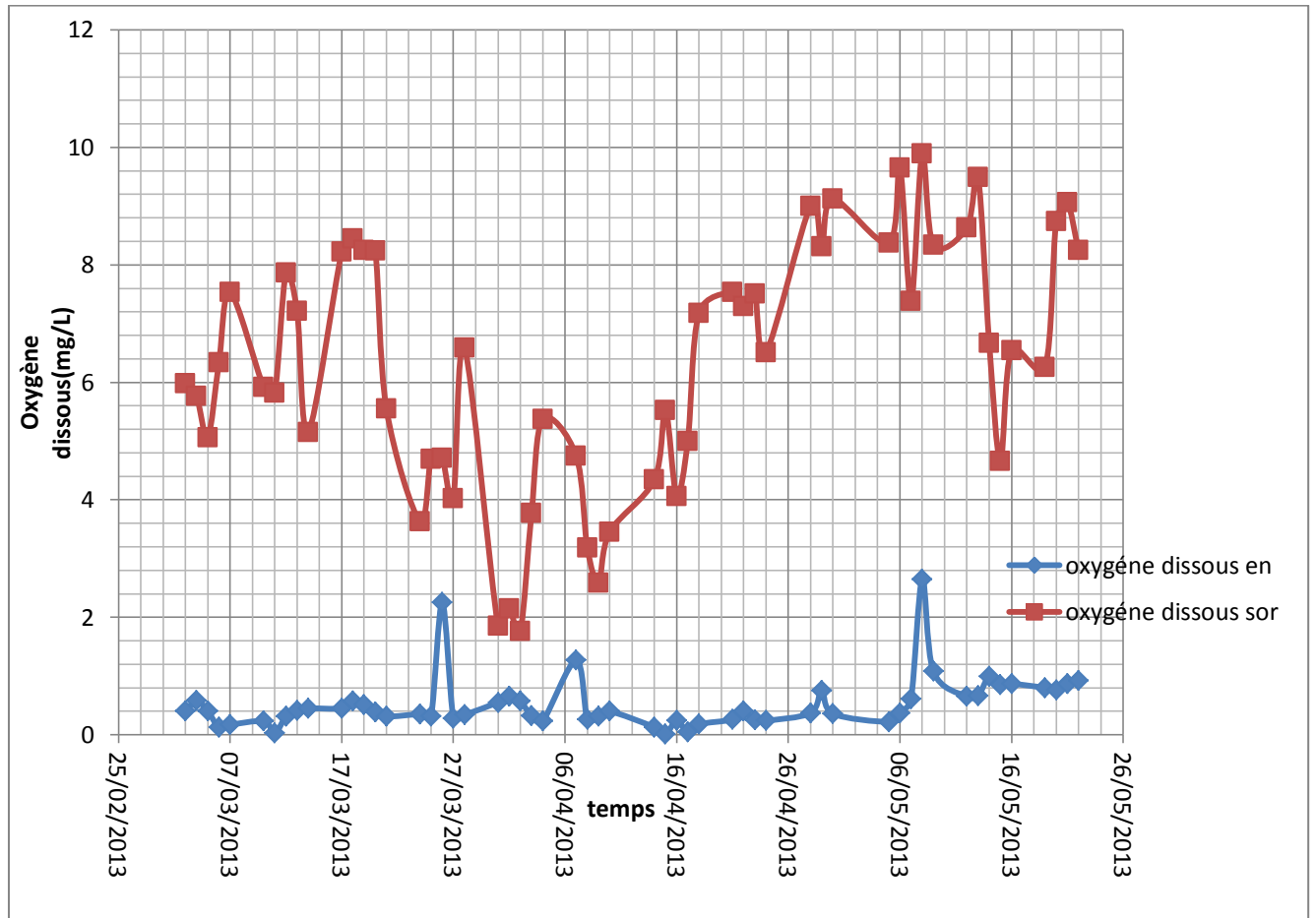


Figure (V-05): Variation journalière de l'Oxygène dissous des eaux usées brutes et traitées dans le temps.

D'après la figure (05), on remarque que les teneurs en oxygène dissous varient journalièrement dans les eaux brutes et les eaux traitées. Pour les eaux brutes, la concentration moyenne, est faible (1.27 mg/l) et souvent proches de zéro (0.01 mg/l) enregistré le 15/04/2013, exceptée pour un seul prélèvement où l'oxygène a augmenté jusqu'à 2.67 mg/l (08/05/2013). Pour les eaux traitées, le taux de YO2 dissous varie entre 1.85 mg/l et 9.89 mg/l, avec une valeur moyenne de 6.31 mg/l pour toute la durée de l'expérience.

Les fluctuations de la teneur en oxygène dissous de l'eau sont liées aux variations saisonnières de la température et la salinité de l'eau qui ont un impact direct sur le processus de solubilité de l'oxygène. Nous notons en effet, une augmentation des valeurs moyennes mensuelle des concentrations en oxygène des eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation peut être expliquée par la présence de l'aération artificielle, et par l'action photosynthétique des algues dans les bassins d'aération.

La chute d'oxygène durant la période de 27/03/2013 à 16/04/2013 dans les eaux traité peut également être due a une avarie au niveau des aérateurs qui a provoqué la diminution de la teneur en oxygène dissous.

La valeur moyenne obtenue sur toute la période de l'expérience pour les eaux traitées est de 6.31 mg/l. cette valeur est proche des normes OMS de rejets (O_2 dissous = 5 mg/l) (tableau 06), ce qui conforme l'efficacité du traitement.

V-1-6 : Demande chimique en oxygène (DCO) :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure (06) et dans l'annexe (02).

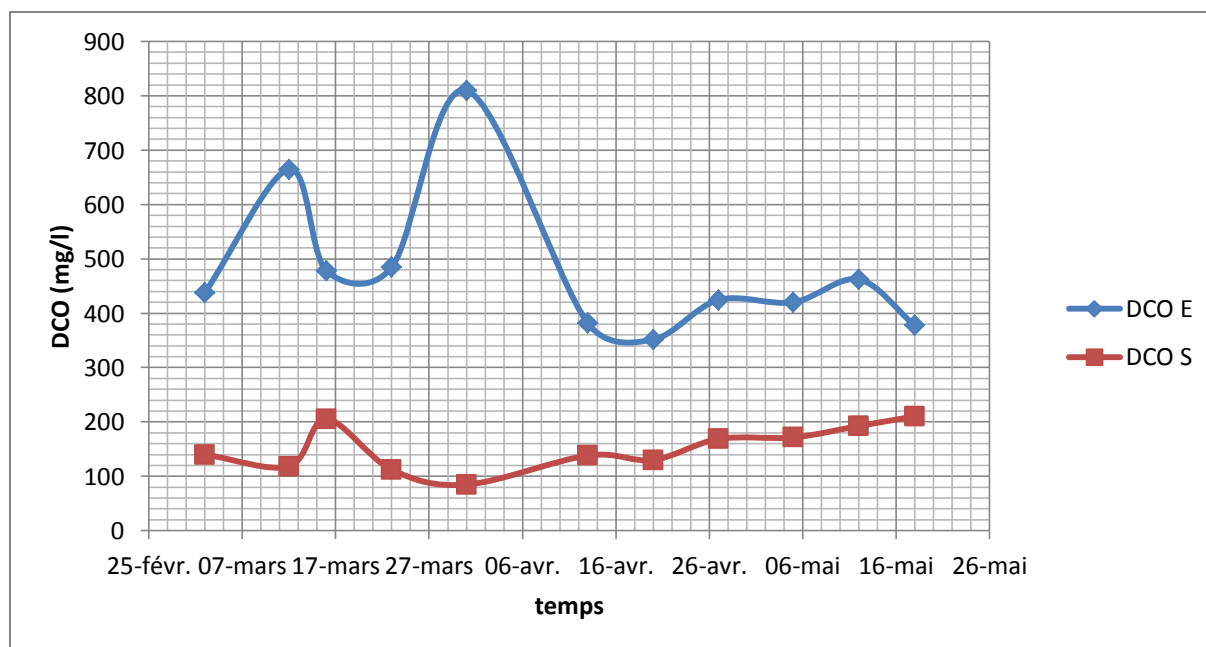


Figure (V-06): Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) des eaux brutes et traitées dans le temps.

A la lumière des résultats obtenus dans le tableau (N°03), les valeurs de concentration de la DCO des eaux brutes de la STEP de Ouargla varient entre un maximum de 810 mg/l et un minimum de 351.66 mg/l. En revanche, les valeurs des concentrations des eaux traitées varient entre un maximum de 210.22 mg/l et un minimum de 84.65 mg/l, avec une moyenne de 68.42 mg/l durant la durée de notre expérience.

La figure (N° 06) présente l'évolution des valeurs de DCO de l'eau brute et traitée de la STEP de Ouargla durant la durée de notre expérience. On observe un intervalle très important entre les valeurs de DCO de l'entrée et de la sortie des bassins de la station. Ces dernières ne dépassent pas la norme de la directive des communautés : Normes extrêmes limitées (125 mg/l) (tableau 06) et la norme de l'OMS appliquée en Algérie (90 mg/l).

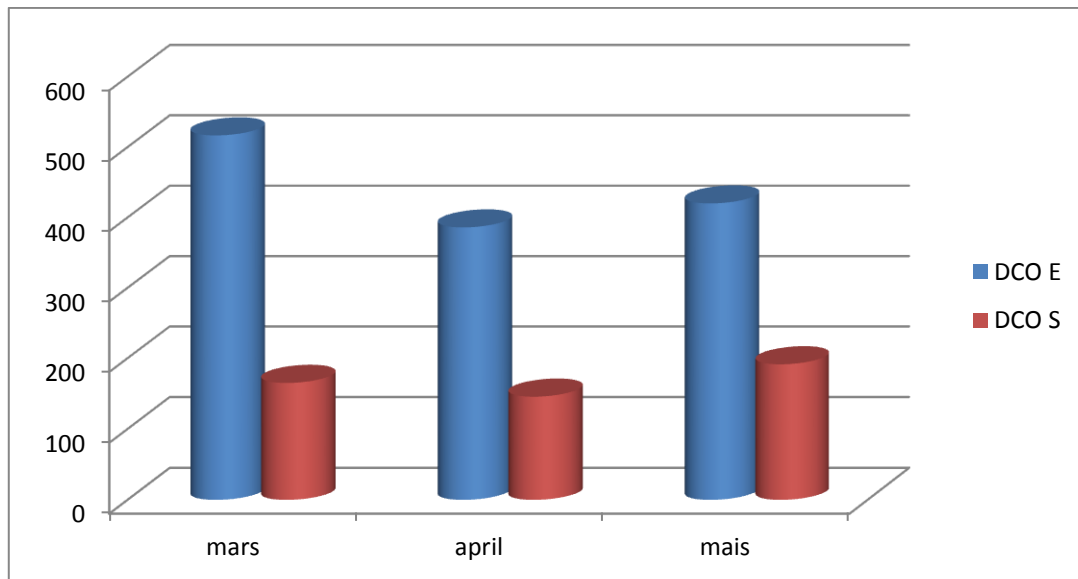


Figure (V-07): Variation moyenne mensuelle de la DCO des eaux brutes et traitées dans le temps.

La figure (N°07) présente la variation moyenne mensuelle de la DCO des eaux brutes et traitées, où on observe une diminution de cette moyenne au cours du mois d'avril par rapport au mois de mars.

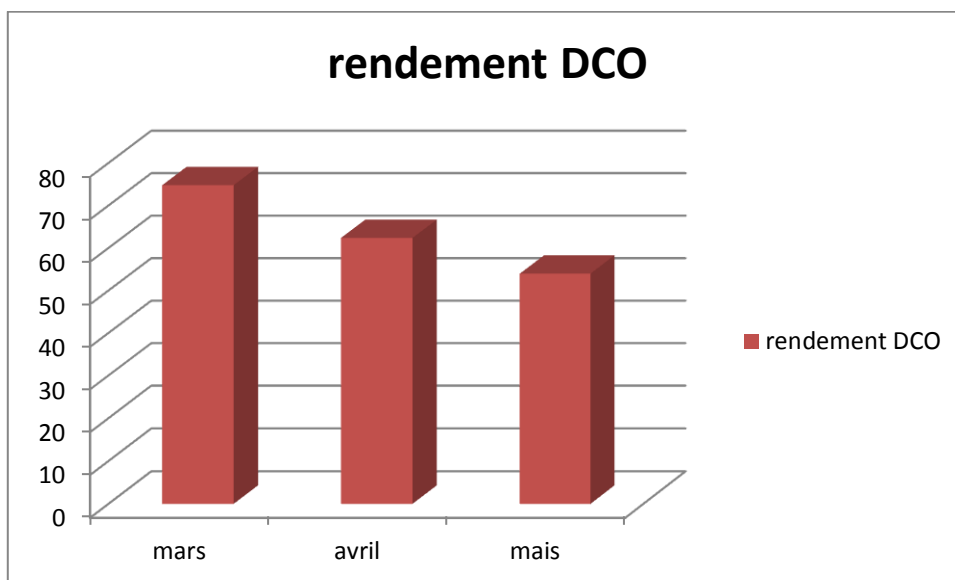


Figure (V-08): Variation moyenne mensuelle des rendements de DCO dans le temps

La figure (N° 08) montre le taux moyen de rendement aux cours de notre expérience où on observe une diminution de rendement au cours de mois d'Avril par rapport au mois de mars.

V-1-7- Demande biochimique en oxygène (DBO) 5 :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure (09) et dans l'annexe (02).

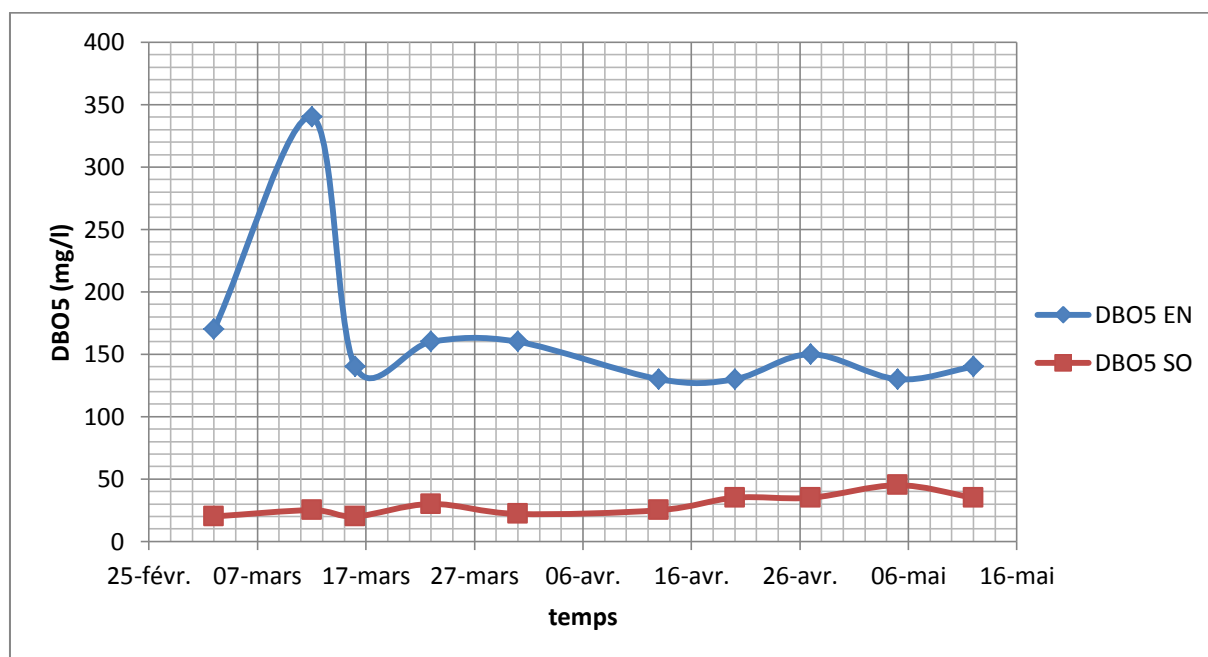


Figure (V-09): Variation journalière de la demande biologique en oxygène (DBO5) des eaux brutes et traitées dans le temps.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que la moyenne des valeurs de la DB05 brute est de 165 mg/l et celles de l'eau traitée est de 29.2 mg/l.

Cette dernière valeur est inférieure aux normes de rejets mentionnées dans la directive des communautés Algériens (25 mg/l) (annexe 05).

Elle est également inférieure aux normes de l'OMS appliquées en Algérie (30mg/l) avec une moyenne de rendement égale à 80.49% pour toute la durée de notre expérience.

La figure (N°09) présente l'évolution des teneurs de la DB05 en fonction du temps et montre la grande différence entre les concentrations de l'eau brute et celles de l'eau traitée.

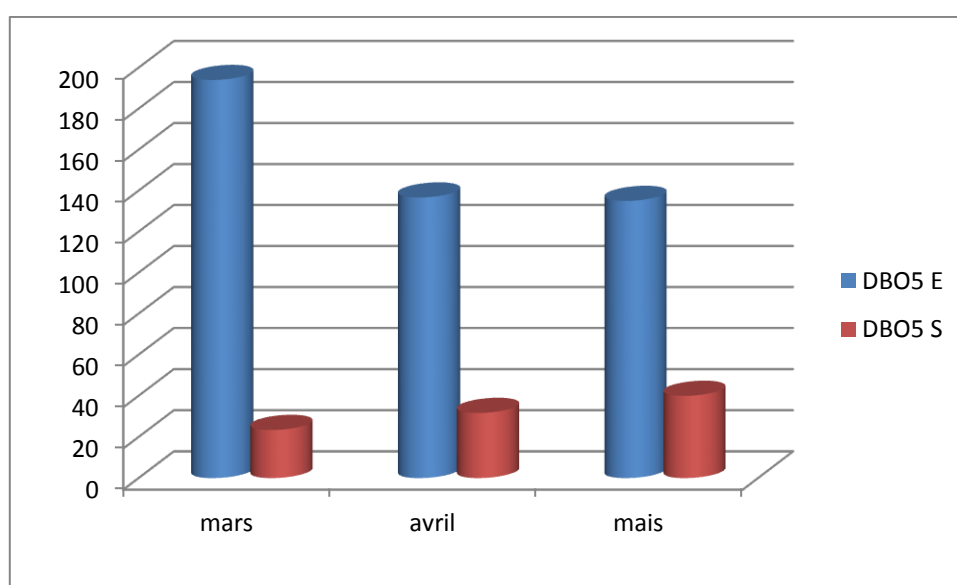


Figure (V-10): Variation moyenne mensuelle de la DB05 des eaux brutes et traitées dans le temps.

La figure (N°10) présente les valeurs moyennes mensuelles de la DB05 de l'eau brute et traitée de la STEP de Ouargla.

On constate une diminution de la DBO5 durant la période de notre expérience, suite à l'aération favorable à l'activité des microorganismes.

On remarque que la moyenne des DB05 de l'eau brute du mois de mars est très élevée par rapport aux autres mois, cette variation des valeurs est en relation avec la charge en matières organiques biodégradables, ainsi qu'avec leur richesse en micro-organismes.

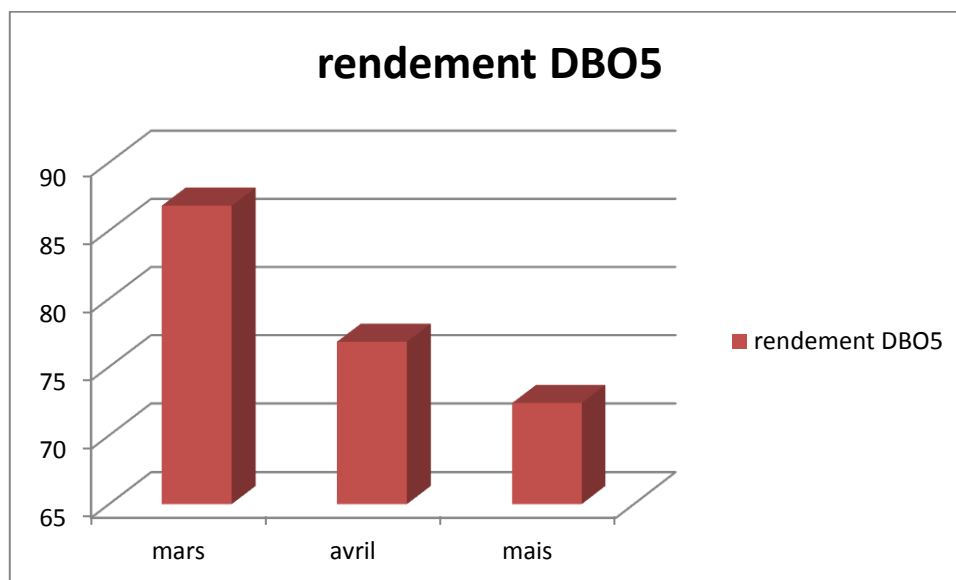


Figure (V-11): Variation de moyenne mensuelle de rendement de la DB05 dans le temps.

Les valeurs de rendement de DB05 au cours de la durée de notre expérience (figure N°11) varient d'un mois à l'autre où elles atteignent leur maximum au mois de mars 92.64 %. Nous pouvons déduire qu'au-delà du mois de mars, l'effet de l'augmentation de la température influe négativement sur le rendement de la DB05 dans les conditions de notre expérience (contexte saharien).

V-1-8 Rapport DCO/DBO5

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure (12)

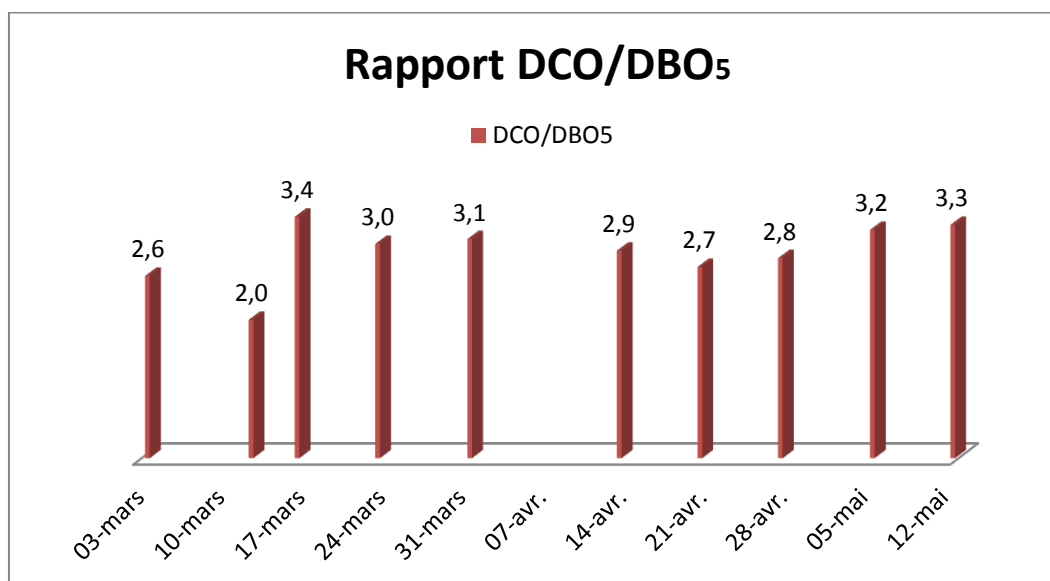


Figure N°(V- 12) : Variation de Rapport DCO/DBO5 dans le temps.

Résultats varient entre un maximum de 3.4 et un minimum de 2 avec une moyenne de 2.9.

La diminution de la DCO à la sortie de la station s'interprète par la dégradation de la matière organique.

Les différences des résultats obtenus par la DCO et la DB05 constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables, ce présente par le rapport DCO/DBO.

V-1-9- Matières en suspension (MES) :

Les résultats que nous avons obtenus sont rassemblés dans la figure(13) et dans l'annexe (03).

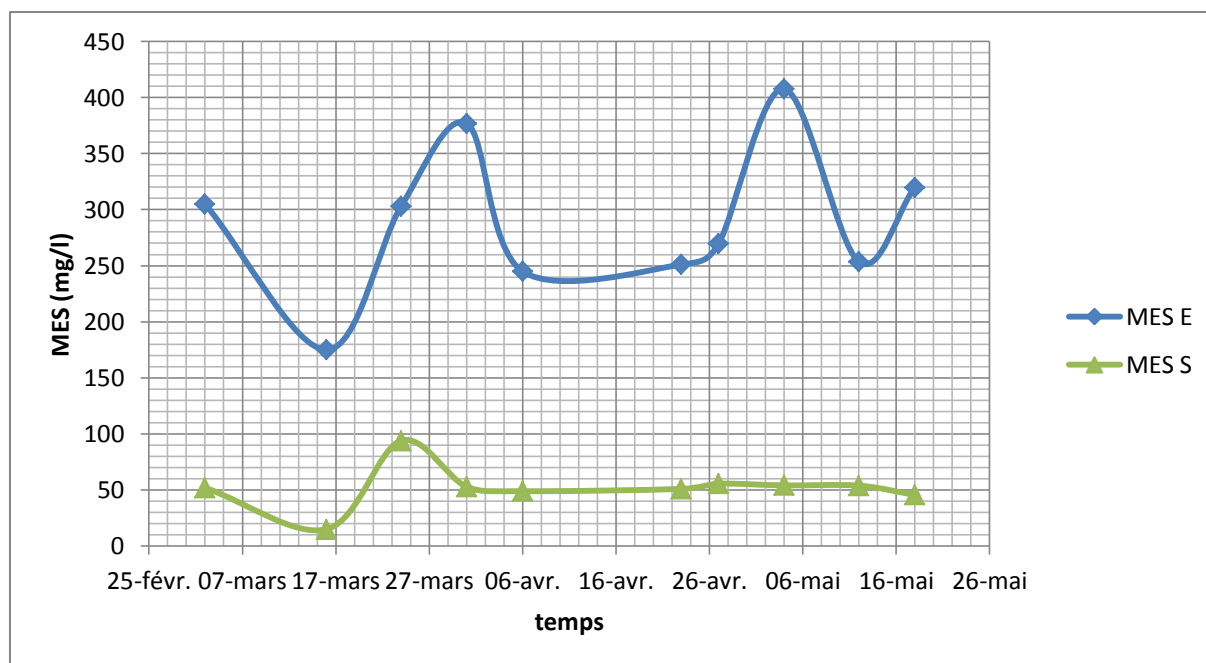


Figure (V-13): Variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées dans le temps.

D'après les résultats obtenus nous observons que les valeurs journalières des MES varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 175 mg/l à un maximum de 407.8mg/l pour les eaux brutes et entre 15 mg/l et 94 mg/l pour les eaux traitées.

Par comparaison entre les valeurs des MES des eaux brutes qui ont une moyenne de 135.42 mg/l et celles des eaux traitées qui sont de l'ordre de 52.66 mg/l, nous notons un rendement moyen total de 81.95%.

A la sortie, nous avons obtenu une valeur moyenne de l'ordre de 81.95 mg/l sur la durée de l'expérience figure (N°13). Cette valeur est supérieure à la norme de rejet de directive des communautés : Normes extrêmes limitées (35 mg/l) (tableau N° 06) et à celle de l'OMS appliquée à l'Algérie (30 mg/l) (tableau 05).

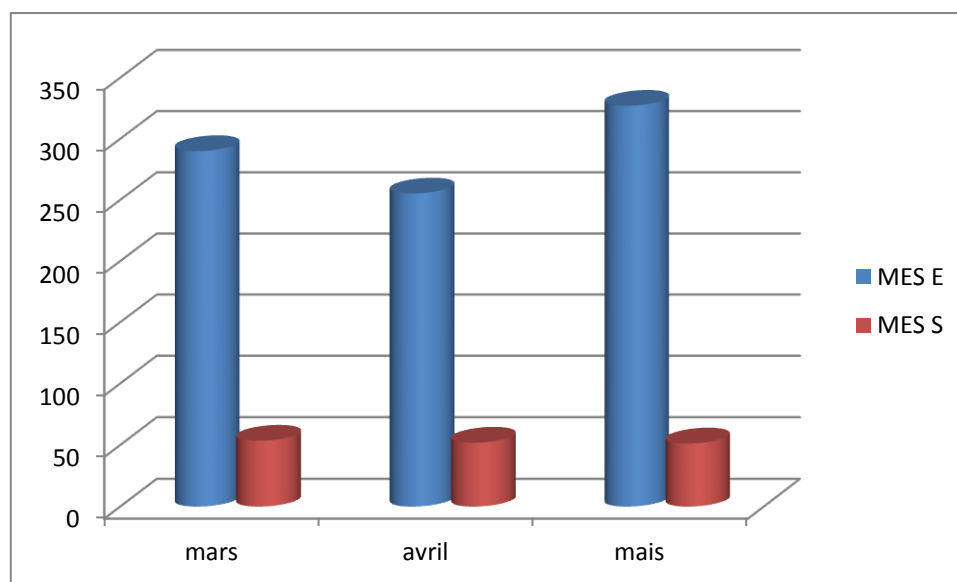


Figure (V-14): Variation moyenne mensuelle de la MES des eaux brutes et traitées dans le temps.

La figure (N°14) présente les valeurs moyennes mensuelles des eaux brutes et celle des eaux traitées en MES au cours de deux mois de notre expérience, on observe un meilleur abattement des MES pendant le mois de mars, ce qui est confirmé par les meilleurs taux de rendement obtenus pendant le mois de mars par rapport au mois d'avril figure (N°15).

L'abattement des MES peut être interprété par la décantation des matières en suspension.

Les valeurs obtenus sont proches de la concentration des MES dans les eaux usées domestiques aux conditions favorables telle que la température.

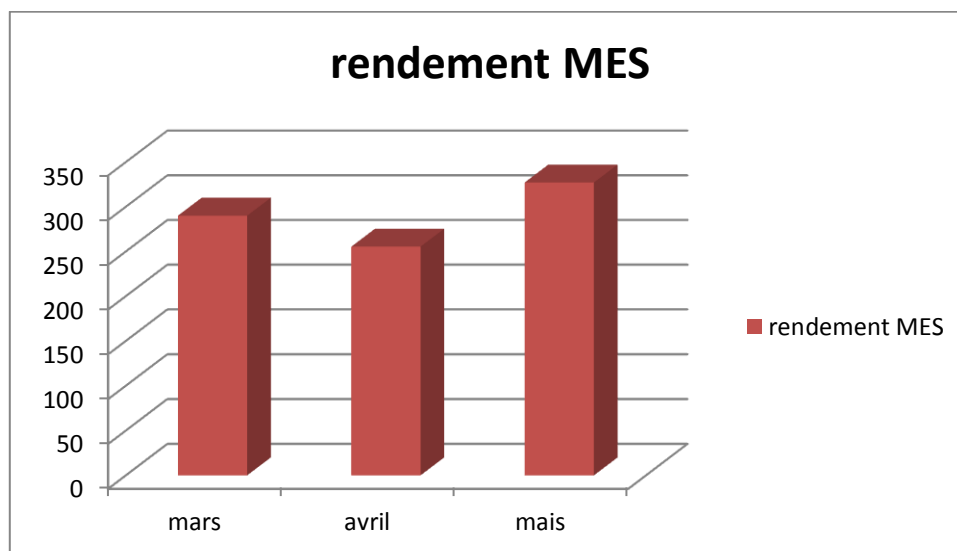


Figure (V-15): Variation moyenne mensuelle de rendement de MES dans le temps.

La variation des rendements moyennes mensuelles des MES est en fonction de certains facteurs (la charge organiques des effluents, climat, saison... etc) .

L'augmentation de la charge dès MES ne représente pas une pollution en soi, tant que le milieu récepteur est assez grand peut accepter cette charge de matière organique vivante.

Pour cette raison, les stations de lagunage doivent éviter des rejets dans des milieux clos et/ou trop petits, sous risque d'entraîner des phénomènes d'eutrophisation.

Conclusion générale

A travers ce travail, nous avons tenté d'étudier les performances épuratoire de la station d'épuration des eaux usées par lagunage aéré de la ville de Ouargla à travers le suivi des paramètres globaux de pollution tel que (MES, DCO, DBO₅,) et certains paramètres physico-chimiques (pH, conductivité électrique ,oxygène dissous) .

Au terme de notre étude, et selon les résultats obtenus, nous distinguons une grande différence entre les valeurs de pollution des eaux traitées et celles des eaux brutes, ceci dénote que le procédé de lagunage aéré est très utile pour l'épuration des eaux usées, des abattements de 80.5% pour la DCO ,de 67.83% pour la DBO₅ et de 82% pour les MES sont observés.

D'autres résultats disponibles au niveau de la station montrent une faible élimination de la pollution azotée (ammonium, nitrites et des nitrates) ainsi qu'une faible élimination du phosphore total.

Concernant l'abattement des microorganismes et par comparaison entre la quantité des germes dans les eaux brutes et les eaux traitées d'après les résultats disponibles au niveau de la station ,la réduction est très satisfaisante ce qui évite tous risque de contamination pour une éventuelle réutilisation agricole des eaux épurées.

Le lagunage aéré apparaît donc comme une technique performante dans le traitement des eaux usées sous le climat saharien, comme celui de la région de Ouargla.

A partir de cette étude, nous recommandons

- D'approfondir les études sur les performances épuratoires du lagunage aéré sous un climat aride.
- Equiper le poste de prétraitement par un système de déshuilage-dégraissage pour assurer un bon fonctionnement des bassins d'aération.
- Ajouter un traitement primaire (décantation) pour fournir une bonne élimination des matières colloïdales et en suspension pour faciliter les traitements ultérieurs.
- Prendre en charge les analyses parasitologiques pour un meilleur contrôle de la qualité microbiologique des eaux épurées.
- Résoudre le problème de prolifération intensive des algues pour augmenter les rendements d'abattement dès MES
- Un traitement tertiaire est indispensable (désinfection) pour une épuration entière des eaux.

Références bibliographiques

AERM, 2007. Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse.120p.

Actu-Environnement, © 2003 - 2011 COGITERRA - CNIL N°845317 - ISSN N°2107-6677)

ARADAM., (2007). L'épuration des eaux usées : le lagunage naturel. Cas de la station de Mèze-loupian/ecosite du pays de Thou. [Pageperso-orange.fr/ardam/image/pdf7d lagunage %20\(ad\).pdf](http://Pageperso-orange.fr/ardam/image/pdf7d%20lagunage%20(ad).pdf).

BAOUIA, A., HABBAZ, D.2006. La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux

usées de la ville de Ouargla et caractérisation des eaux de Chott de Ain El Baida. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Univ de Ouargla.22p.

BARIKA, A., SENOUSSE, D. 2005. Dimensionnement d'une station d'épuration de la ville de Hassi Messaoud.Mém. Ing.Hydrolique Saharienne. Univ de Ouargla.36p.

BAUDOT,B. et PERERA,P. 1991. Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités. 21p

BAOUIA A., HABBAZ D., (2006). La situation d'assainissement et d'évacuation des eaux usées de la ville d'OUARGLA ET caractérisation des eaux de Chott de Ain baida. Mém. Ing. Eco et Env. Ecos. Steppique et saharien. Univ. d'Ouargla. 118p.

BECHAC J., BOUTIN P., MERCIER B., (1983). Traitement des eaux usées. 2 Eme Edition.

BANZAOUI N et ELBOUZ F. (2009). Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt. Mem. Ing. chimie.Univ. de Annaba.

BEKKOUCHE M., ZIDANE F (2004). Cpnception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage. Mem. Ing. Hydraulique saharienne. Univ. de Ouargla.67p.

BOUTELLI M., MENASIA S., (2008). Conception d'une station d'épuration pour la ville de

Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurées. Mém. Ing. Hydraulique. Hydraulique urbaine. Univ. d'Ouargla. 132p.

BOUTOUX J., (1993). Introduction à l'étude des eaux douce (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson). Qualité et santé. 2ème édition, CEBEDOC. Paris, 160-165p.

BONDO, D. et PIETRASANTA, Y.1994. Le lagunage écologique. Ed.Economica

BOUKHATALA, Y . et IDDOU, K. 2010. Etude de rendement épuratoire de la nouvelle station d'épuration par lagunage de la ville d'Ouargla. Mém. Ing. Hydraulique. hydraulique urbaine. Univ de Ouargla. 27p.

DEKKICH, S. 2007. Conception d'une station d'épuration des eaux usées par lagunage commune de Zaouïa El Abedia-Touggourte. Mém. Ing. Hydraulique. Univ de Ouargla. 96p.

DALI H., ZOUAOUI K., (2007). Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ de Ouargla.68p.

DEGREMANT, (2005). Mémento technique de l'eau. Tomel. 9 Eme 6d.

FABY J., BRISSAID F. (1997) L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation, Office internationale de l'eau. Etude réalisé pour le compte de ministère de l'agriculture et de la pêche et de l'alimentation. FNDE

FAO, (2002). Les méthodes de production d'alevins de tilapia nilotica. ADCP/REP/89/46 :120p

FRANCK R., (2002). Analyse des eaux, Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. 165-170, 183-239p.

GAID A., (1984). Épuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU, Alger, 261p.

IDDER T., (1998). La dégradation de l'environnement urbain liée au excédents hydriques au Sahara algérienne. Impacte des rejets d'origine agricole et urbaine et technique de remédiassions proposées. L'exemple de Ouargla. Thèse de doctorat. Univ. Angers.284p.

IDDER TAHAR., SANI LOUALL, YANSAMBOU BOUBAKAR., ROMAIN KAVA., ABBA MALMOUDOU., YAYE AISSATOU. (2005). Étude préliminaire de l'utilisation de sous produits du lagunage pour l'arrosage au Niger.2005 ;58 :11-17.

KHADRAOUI, A. 2006. Eaux et sols en Algérie, gestion et impact sur l'environnement.

Khadraoui A., Taleb S. (2008). Qualité des eaux de sud Algérien. Pollution et impact sur le

LABBADI K., MOUKAR M., (2010). Étude des performances de la station de traitement des eaux usées urbains par lagunage de la ville de Ouargla. 112p.

LADJEL F., (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p.

LABADI, K. et MOUKAR, M.2010. Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbaines par lagunage de la ville de Ouargla. Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharienn. Univ de Ouargla. 29p.

LIBES, Y. 2010. Les eaux usées et leur épuration MEZOUAR, M. et TRIKI, S.2010. Contribution à l'étude de l'efficacité de filtration

MADJOURI H., AMOURIA H. (2007). Contribution au traitement des eaux usées en vue de leur réutilisation en irrigation Étude site- S.T.E.P de Touggourt. Mém. D.E.A. Traitement des eaux et des fluides. Univ. de Ouargla.85p.

MEKAOUI Y., HAMDID., (2006). Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation. Mem. Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Univ. D'Ouargla.60p.

MONELLO., (2009).étude de performances épuratoires d'un lagunage à macrophytes.54p

MOUHAMMED OUALI S (2001). Procédés unitaires biologiques de traitement des eaux, Ed OPU, Alger. 70p.

O.N.A, 2009. Projet de la remontée des eaux de la vallée de Ouargla.

O.N.M, 2011. Les données climatiques de Ouargla. Office Nationale de Météorologie.

RODIER, J. 2005. L'analyse de l'eau. Ed Dunod, Paris.

Rouvillos-Brigol M., 1975. Le pays de Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation milieu. Ed. Khyam. 367p.

RICHARD C, (1996). Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris.

RODIER J, C, BROUTIN J.-P., CHAMBON P., CHAMPSAUR, H. ET RODI, L. (2005). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition. Ed. Dunod, Paris. 1383p.

RUWET J.C., VOSS J., HANEL. Et MOCHA J.C. (1967) - biologie et élevage des tilapias. Symposium FAO/CPCA sur l'aquaculture en Afrique, Accra, Ghana, de 30 septembre au 6 octobre 1976, 27p.

SAGGAI M, M (2004). Contribution à l'étude d'un System d'épuration à plantes macrophytes pour les eaux usées de la ville de Ouargla. Mem. Mgister. Univ. Ouargla. 64p.

SLIMANI R., (2003). Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique. Mem. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Univ d'Ouargla. 85p.

SOLTANE S., (2007). Essais de lagunage des eaux usées sur un sol alluvionnaire (cas de la région d'El Mellah-biskra). univ de Biskra. 172p.

Taradat, M.H., (1992). Chimie des eaux. Première, le Griffon d'argile inc, Canada. 537p.

THOMAS O., (1955). Météorologie des eaux résiduaires, Tec et Doc, Ed Lavoisier, Cedeboc, 135-192 p.

Références électroniques

Anonyme1, 2008. Disponible sur: www.science and life.com

Anonyme2, 2011. Disponible sur: www.ecologiea.com

Anonyme3, 2001. www.wikipédia.com

Annexe (01):Mode opératoire des analyses physico-chimiques

1-Matière en suspension

Appareillage

- Balance de précision électronique (KERN, ABT)
- Filtre
- Etuve (MEMMERT, UNB)
- Dessiccateur
- Pompe à vide

a -préparation des filtres par l'eau distillée

- On laver le filtre par l'eau distillée-
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105c° pendant 02 heures
- Laisser refroidir dans le dessiccateur
- Peser

b -filtration de l'échantillon

- Placer le filtre sur le support de filtration
- Agiter le flacon d'échantillon
- Verser un volume de 100 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée
- Filtrer l'échantillon
- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pince
- Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105 c° pendant 02 heures
- Laisser refroidir dans le dessiccateur
- Peser

2-Résidu sec

Appareillage

- Balance de précision électronique (KERN, ABT)
- Etuve (MEMMERT, UNB)

-Bicher

-Dessiccateur

Procédure

-Peser le bicher vide

-Verser un volume de 50ml d'échantillon dans le bicher

-Mettre le bicher dans l'étuve à 105c° pendant 24 heures

-Laisser refroidir dans le dessiccateur

-Après constat d'évaporation totale de l'eau peser le bicher

3-Détermination de la conductivité électrique, salinité et la température

Appareillage

-Conductimètre de poche cond 340i

-Pissette eau déminéralisée

-Solution KCl (03 mol/l) pour calibrage

Procédure

-Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe

-Plonger l'électrode dans la solution à analyser

-Lire la conductivité électrique (CE) et la salinité et la température dès stabilisé de celle-ci

-Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserver l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée

4-Détermination de pH

Appareillage

-Un pH-mètre portable

-Solution étalon 4.7 et 10

-Pissette eau déminéralisée

Procédure

-Vérifier le calibrage de l'appareillage suivant le procédure ci jointe

-Plonger l'électrode dans la solution à analyser

-Lire le pH à température stable

-Bien rincer l'électrode après usage et conserver l'électrode toujours dans une solution électrolyte

5-Détermination de l'oxygène dissous

Matériel nécessaire

-Un oxymètre

-Solution alcaline électrolyte pour calibrage

-Pissette eau déminéralisé

6-La demande chimique en oxygène DCO

Pour la mesure de DCO, NT, N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, P-PO₃, on a utilisé des réactifs de LCK suivante

La dilution d'échantillon

Les réactifs qui nous utilisons dans nos analyses physico-chimiques chaque un est utile

par une concentration de chlorure déterminée, et puisque notre eau usée a une concentration de chlorure supérieur à celle déterminée; on fait la dilution de l'échantillon.

Tableau N°01: Les concentrations en Cl⁻ pour les réactifs

Paramètre	P-PO ₃	N-NO ₃	N-NO ₂	N-NH ₄	NT	DCO
mg/l[Cl ⁻]	2000	500	2000	1000	800	1500

Exemple:

Calcule la dilution pour DCO pour eau de sortie qui a une concentration en Cl⁻ de 2500mg/l

On a l'expression suivante:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$1500 \times 1000 = 2500 \times V_2$$

$$V_2 = 1500 \times 1000 / 2500 = 600 \text{ml}$$

Donc on prend 600ml d'échantillon et on complète 1000ml par l'eau distillée.

Appareillage

- Pipette jaugée à 2ml
- Spectrophotomètre (DR2800)
- Réacteur DCO à 150c° (HACH, LANGE)

Procédure

- Agiter 2ml d'échantillon en tube de réactif DCO
- Agiter et placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer 2 heures à 148 c°
- Laisser refroidir à température ambiante
- Mesurer directement la concentration de DCO par spectrophotomètre DR2800

7-La demande biologique en oxygène DBO5

Appareillage

- Réfrigérateur conservant une température de 20c°
- Un agitateur magnétique
- Bouteilles brunes de 510ml
- OXITOP
- Pastilles hydroxyde de sodium (pour absorber le co2 dégager par les microorganismes)

Procédure

-La détermination de la DCO est primordiale pour connaître les volumes à analyser pour le DBO5

Volume de la prise d'essai:(DBO_5)=DCO (mg/l) \times 0.80 pour les eaux urbaines

-Introduit la quantité de l'eau à analyser suivant le tableau en fonction de la valeur de DCO

Tableau N°14: Analyse physico-chimiques des eaux brutes et traités de la S.T.E.P de Ouargla.

paramètres	T°C)		PH		Conductivité		Salinité (mg/1)		Oxygène dissous (mg/L)	
	DATES	T° brute	T° traité	PH brute	PH traité	Con brute	Con traité	Sal brute	sal traité	O ₂ brute
03/03/2013	21	15,2	7,82	8,3	19320	13480	11,4	7,7	0,4	5,98
04/03/2013	20,6	15,9	7,97	8,22	25100	13590	15,2	7,8	0,58	5,76
05/03/2013	21,8	17,3	7,89	8,23	25800	13690	15,7	7,9	0,4	5,06
06/03/2013	22,3	17,8	7,8	8,24	21200	13820	12,7	8	0,13	6,34
07/03/2013	23,8	19	7,82	8,33	21320	13880	5,3	8	0,17	7,53
10/03/2013	23,5	20,5	7,84	8,16	16120	14010	9,5	8,2	0,23	5,92
11/03/2013	21,9	19,2	7,8	8,25	14834	14100	8,7	8,2	0,03	5,82
12/03/2013	21,8	18,9	8,05	8,25	16640	14090	9,8	8,2	0,31	7,86
13/03/2013	23,7	19,8	8,14	8,24	16460	14110	9,6	8,2	0,41	7,21
14/03/2013	19,7	16	8,04	8,28	20700	14280	12,3	8,2	0,45	5,15
17/03/2013	22,5	16,9	7,91	8,43	11840	14270	6,8	8,2	0,45	8,22
18/03/2013	22,8	17	7,93	8,42	10710	14210	6,1	8,2	0,57	8,44
19/03/2013	22,9	17	7,93	8,33	15320	14170	8,9	8,2	0,51	8,25
20/03/2013	23,5	19,5	7,95	8,62	20100	14030	12	8,1	0,39	8,24
21/03/2013	21,6	17,9	7,89	8,26	33300	14000	20,7	8,1	0,31	5,55
24/03/2013	22,9	19,5	8,05	8,01	13160	13540	7,6	7,9	0,35	3,63
25/03/2013	23	19,8	8,11	8,01	12310	13570	7,1	7,8	0,31	4,69
26/03/2013	23,1	19,5	8,06	8,01	11260	13440	6,4	7,8	2,25	4,71
27/03/2013	23,5	19,8	7,96	7,94	13340	13280	7,7	7,7	0,28	4,02
28/03/2013	24,4	20,1	8,04	8,02	14000	13310	8,2	7,7	0,34	6,59
31/03/2013	25,2	20,8	7,94	7,89	9720	13270	5,5	7,7	0,55	1,85

01/04/2013	24,7	21,9	7,78	7,69	12570	13230	7,3	7,7	0,65	2,15
02/04/2013	25,2	20,8	7,92	7,85	7690	13250	5,5	7,7	0,57	1,76
03/04/2013	24,1	20,6	7,97	7,98	7840	13320	4,8	7,7	0,32	3,77
04/04/2013	24,6	21	7,78	7,92	13570	13320	7,9	7,7	0,23	5,37
07/04/2013	23,5	17,6	8,33	8,11	13770	13560	8	7,8	1,27	4,75
08/04/2013	23,6	18,5	8,03	8,04	6480	13470	8,5	7,8	0,26	3,18
09/04/2013	24,2	19	7,89	7,94	9190	13530	5,2	7,8	0,31	2,58
10/04/2013	25,2	20,4	7,97	7,92	13000	13600	7,5	7,9	0,4	3,45
14/04/2013	25,6	21,8	7,97	8,11	13120	13670	7,6	7,9	0,13	4,34
15/04/2013	24	20,3	8,01	8,85	11300	13740	6,5	8	0,01	5,52
16/04/2013	24,2	20,1	7,89	8,1	11890	13670	6,8	8	0,24	4,06
17/04/2013	24,2	20,5	7,87	8,12	14890	13730	8,7	8	0,05	5
18/04/2013	24,3	21,2	7,85	8,31	13260	13190	7,7	8	0,18	7,18
21/04/2013	25,8	23,6	7,93	8,3	16150	13750	9,5	8	0,26	7,53
22/04/2013	24,9	21,7	8,14	8,36	11010	13780	6,3	8	0,4	7,29
23/04/2013	22,5	19,8	7,94	8,42	20300	13760	12,2	8	0,25	7,51
24/04/2013	22,2	18	8	8,49	17230	13790	10,2	8	0,24	6,51
28/04/2013	25,8	22,4	7,91	8,52	12950	14080	7,5	8,2	0,37	9
29/04/2013	26,4	22,1	7,95	8,54	13180	14240	7,6	8,3	0,75	8,31
30/04/2013	25,3	22,3	7,84	8,58	14770	14310	8,7	8,3	0,36	9,12
05/05/2013	25,3	23,5	7,93	8,63	11570	14830	6,7	8,7	0,22	8,37
06/05/2013	25,4	23,8	7,94	8,71	11320	14920	6,5	8,7	0,37	9,65
07/05/2013	28,8	25,8	7,91	8,75	13190	14980	7,7	8,8	0,61	7,38
08/05/2013	26,6	24,9	7,87	8,63	11350	15040	6,5	8,8	2,65	9,89
09/05/2013	27,3	24,3	8,04	8,62	12270	14950	7,1	8,8	1,08	8,34

12/05/2013	26,4	25,2	7,88	8,66	11960	14590	6,9	8,5	0,65	8,63
13/05/2013	27,7	24,8	8,02	8,81	13230	14510	7,7	8,5	0,66	9,49
14/05/2013	26,7	24,1	7,97	8,74	12930	14400	7,5	8,4	0,99	6,67
15/05/2013	25,5	22	8,04	8,77	16280	14420	9,6	8,4	0,85	4,66
16/05/2013	25,1	21,5	7,47	8,22	13470	14190	7,8	8,3	0,87	6,54
19/05/2013	25,2	21,5	7,52	8,29	16100	14010	9,4	8,1	0,8	6,26
20/05/2013	25,5	21,9	7,5	8,46	11280	13930	6,5	8,1	0,76	8,74
21/05/2013	26,2	23,4	7,5	8,356	10970	13690	6,3	8	0,87	9,06
22/05/2013	24,7	20	7,53	8,35	11580	13780	6,7	8	0,92	8,25

Tableau N° 02: Volume d'échantillon d'après la DCO.

La charge	DCO (mg/l)	Prise d'essai (ml)	Facteur	Inhibiteur (gouttes)
Très faible	0-40	432	1	10
Faible	0-80	365	2	10
Moyenne	0-200	250	5	5
Plus que moyenne	0-400	164	10	5
Un peu chargée	0-800	97	20	3
Chargée	0-2000	43.5	50	3
Très chargée	0-4000	22.7	100	1

-Introduit la barre aimantée (agitateur) et les 02 pastilles d'hydroxyde de sodium

-Viser la tête de mesure sur les bouteilles

-Appuyer simultanément sur les touches (S+M) durant 03 secondes jusqu'à apparition du message (00)

-Mettre au réfrigérant à 20c° pendant cinq jours

-Lire au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle

Tableau N°04 : Résultats des analyses de DCO des eaux brutes et traitées

Dates	DCO		
	Eau brute	Eau traitée	Rendement
03/03/2013	438,33	139,82	68,10
12/03/2013	665	118,44	82,19
16/03/2013	478,33	205,17	57,11
23/03/2013	485	112,24	76,86
31/03/2013	810	84,65	89,55
13/04/2013	381,66	138,27	63,77
20/04/2013	351,66	130	63,03
27/04/2013	424,44	168,66	60,26
05/05/2013	420	171,55	59,15
12/05/2013	462,22	192,44	58,37
18/05/2013	377,77	210,22	44,35

Tableau N°05 : Résultats des analyses de DBO5 des eaux brutes et traitées

Dates	DBO5		Rendement
	Eau brute	Eau traitée	
03/03/2013	170	20	88,24
12/03/2013	340	25	92,65
16/03/2013	140	20	85,71
23/03/2013	160	30	81,25
31/03/2013	160	22	86,25
13/04/2013	130	25	80,77
20/04/2013	130	35	73,08
27/04/2013	150	35	76,67
05/05/2013	130	45	65,38
12/05/2013	140	35	75,00

Tableau N°06 : Résultats des analyses des MES des eaux brutes et traitées.

Dates	MES		
	Eau brute	Eau traitée	Rendement
03-mars	305	52	82,95
16/03/2013	175	15	91,43
24/03/2013	303	94	68,98
31/03/2013	377	53	85,94
06/04/2013	245	49	80,00
23/04/2013	251	51	79,68
27/04/2013	269,8	167	38,10
04/05/2013	407,8	162,4	60,18
12/05/2013	253,6	152,8	39,75
18/05/2013	319,8	137	57,16

Tableau N° 07: Normes physico-chimiques de rejets de l'OMS, appliquées en Algérie

Paramètres		Normes
T°	C°	30
pH		6.5-8.5
O2	mg/l	5
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	30
Zinc	mg/l	2
Chrome	mg/l	0.1
Azote total	mg/l	50
Phosphates	mg/l	2
Hydrocarbures	mg/l	10
Détergents	mg/l	1
Huiles et graisses	mg/l	20

Tableau N° 08: Normes extrêmes limitées aux eaux d'irrigation

Paramètres	Normes
Ph	6.5 à 8.5
Conductivité électrique (ms/cm)	< 3*
MES (mg/l)	< 70*
DCO (mg/l)	< 40*
DBO ₅	< 30*
NO ₃ (mg/l)	< 50*
NO ₂ (mg/l)	< 1*
PO ₄ ³⁻ (mg/l)	< 0.94*
HCO ₃ (mg/l)	500**
SO ₄ ⁻² (mg/l)	400**
CL ⁻ (mg/l)	1065**
Ca ²⁺ (mg/l)	400**
Na ⁺ (mg/l)	920**
Mg ²⁺ (mg/l)	60.75**
Cd ²⁺ (mg/l)	0.01*
Pb ²⁺ (mg/l)	0.05*
Zn ²⁺ (mg/l)	2*
Cr ⁶⁺	0.1*
NH ₄ ⁺ (mg/l)	< 2*

Source: *OMS, ** FAO