

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des sciences appliquées

Département de génie des procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Techniques

Filière: Génie des procédés

Génie de l'environnement

Présenté par: GAGUI Rabah

Thème

**Étude des processus biologique
d'épuration des eaux usées appliquée à
la région saharienne**

Devant le jury:

Mme. MOKHBI Yasmina

M.A.A Université d'OUARGLA

Présidente

Mme. AKCHICHE Zineb

M.A.A Université d'OUARGLA

Examinatrice

Mme. BOUZIANE Khadedja

M.C.A Université d'OUARGLA

promotrice

Année Universitaire : 2016-2017

Remerciements :

Je tien tout d'abord à remercier dieu de m'avoir donné la force d'aller jusqu'au bout de ce Travail et de m'avoir entouré des personnes qui m'ont aidé tout le long de mon parcours
Au terme de ce travail, je tiens à remercier avec gratitude : Mme. BOUZIANE Khadîdja
Maître de conférence qui a accepté de m'encadrer, de diriger ce travail, et pour tous ses
Conseils.

J'adresse aussi mes remerciements aux membres du jury : Mme. MOKHBI Yasmina, maitre de conférences à l'U.K.M.O, et Mme. AKCHICHE Zineb, maitre de conférences A à l'U.K.M.O.

Je tiens également à exprimer mes remerciements à tous les personnes de laboratoire D'Algérien des eaux (ADE) et toutes les personnes de laboratoire de l'ONA.

Je tiens à remercier tous les enseignants de mon cursus universitaire, qui ont contribué à ma formation.

Enfin je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Liste des abréviations :

ONA : Office National de l'Assainissement.

STEP : Station d'Épuration.

CE : La conductivité électrique.

DBO₅ : La demande biologique en oxygène.

DCO : La demande chimique en oxygène.

L : Litre.

MO : La matière organique.

MES : matière en suspension.

EU : eau usée.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

PH : Le potentiel hydrogène.

Sal : Salinité.

T° : La température.

V : Volume.

μ : Micromètre.

Liste des tableaux:

Tableau	titre	page
Tableau (I-1)	Les normes de rejets de l'OMS et celles de l'ALGÉRIE	7
Tableau (I-2)	les Avantages et Inconvénients entre les processus biologique (boues actives et Lagunage aéré).	15
Tableau (II-1)	les données de bases de la STEP (STEP Ouargla).	21
Tableau (III-1)	Volume d'échantillon d'après la DCO.	38
Tableau 01	Résultats des analyses de DCO des eaux brutes et traitées.	56
Tableau 02	Résultats des analyses de DB05 des eaux brutes et traitées.	57
Tableau 03	Résultats des analyses des MES des eaux brutes et traitées.	57
Tableau 04	Résultats des analyses des PH des eaux brutes et traitées.	58
Tableau 05	Résultats des analyses des CE des eaux brutes et traitées.	58
Tableau 06	Résultats des analyses des Oxygène dissous des eaux brutes et traitées.	59
Tableau 07	Résultats des analyses des Salinité des eaux brutes et traitées.	59
Tableau 08	Les concentrations en Cl ⁻ pour les réactifs.	60

Liste figure :

Numéro	Titre	Page
Figure (I-1)	La décantation.	9
Figure (I-2)	Le filtre à sable.	11
Figure (I-3)	Le filtre planté de roseaux.	12
Figure (I-4)	Les disques biologiques.	12
Figure (I-5)	Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique.	13
Figure (I-6)	Le lit bactérien.	13
Figure (I-7)	Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien.	14
Figure (I-8)	Les boues activées.	16
Figure (I-9)	Synoptique d'une boue activée - aération prolongée.	16
Figure (I-10)	La filtration membranaire.	17
Figure (II-1)	le réseau d'assainissement de la ville d'Ouargla (S.T.E.P. Ouargla).	19
Figure (II-2)	situation géographique de la STEP par rapport à la ville d'Ouargla. (S.T.E.P. Ouargla).	19
Figure (II-3)	vue aérien de la station.	22
Figure (II-4)	Dégrilleur.	25
Figure (II-5)	dessablage.	26
Figure (II-6)	Répartiteur vers les bassins d'aération.	26
Figure (II-7)	Lagune aéré.	27
Figure (II-8)	aérateurs.	28
Figure (II-9)	bassins de finition.	29
Figure (II-10)	sortie des eaux épurées.	30
Figure (III-1)	Unité de filtration avec pompe à vide.	34
Figure (III-2)	Balance.	35
Figure (III-3)	Etuve.	35
Figure (III-4)	Réactifs DCO.	37
Figure (III-5)	Spectrophotomètre.	37
Figure (III-6)	Réacteur DCO.	37
Figure (III-7)	DBO mètre.	39
Figure (III-8)	Conductimètre.	40
Figure (III-9)	PH mètre.	41
Figure (III-10)	Oxymètres.	42
Figure (V-1)	Variation de la température des eaux brutes et traitée dans le temps.	44
Figure (V-2)	Variation de pH des eaux brutes (E) et des eaux traitées (S) en fonction du temps.	45
Figure (V-3)	Variation de CE des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S) en fonction du temps.	45
Figure (V-4)	Variation d'O ₂ des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S) en fonction du temps.	46
Figure (V-5)	Variation de la Sal des eaux brutes(E) et des eaux traitées (S) en fonction du temps.	47
Figure (V-6)	Evolution de la DBO ₅ des eaux brutes en fonction du temps.	47
Figure (V-7)	Evolution de la DCO des eaux brutes en fonction du temps.	48
Figure (V-8)	Variation de Rapport DCO/DBO ₅ dans le temps.	49

Figure (V-9)	Variation journalière de MES des eaux usées brutes et traitées dans le temps.	49
Figure (V-10)	Comparaison les résultats obtenus entre deux processus biologique (boues actives et Lagunage aéré).	51

Sommaire:

Titre	Page
Introduction générale	1
Chapitre I: généralité des eaux usées	
I-1) Définition des eaux usées	3
I-2) Origines des eaux usées	3
I-2-1) Les eaux usées domestiques	3
I-2-2) Les eaux usées pluviales	3
I-2-3) Les eaux industrielles	3
I-2-4) Les eaux usées agricole	4
I-3) Principaux types de pollutions	4
I-3-1) Pollution minérale	4
I-3-2) Pollution microbiologique	4
I-3-3) Pollution organique	4
I-4) Paramètres de mesure de la pollution	4
I-4-1) Paramètres physiques	4
I-4-1-1) La couleur	4
I-4-1-2) L'odeur	5
I-4-1-3) La turbidité	5
I-4-1-4) Les matières en suspension (MES)	5
I-4-2) Paramètres chimiques	5
I-4-2-1) Le pH	5
I-4-2-2) Demande chimique en oxygène (DCO)	5
I-4-2-3) Demande biochimique en oxygène (DBO5)	6
I-4-2-4) Indice de biodégradabilité	6
I-4-2-5) Oxygène dissous	6
I-4-2-6) Conductivité	6
I-5) Autres éléments	6
a- Azote	6
b- Phosphore	7
c- Métaux lourds	7
I-6) Normes de rejets de l'OMS et celle de L'ALGERIE	7
I-7) Epuration des eaux usées	7
I-7-1) Définition de l'épuration	7
I-7-2) Rôle des stations d'épuration	8
I-7-3) Procédés d'épurations des eaux usées	8
I-7-3-1) Prétraitement	8
a- Dégrillage	8
b- Dessablage	8
c- Déshuilage dégraissage	8
I-7-3-2) Traitement primaire	8
I-7-3-2-1) Décantation	8
I-7-3-2-2) Coagulation-floculation	9
I-7-3-3) Traitement secondaire (épuration biologique)	9
I-8) Procédés biologiques intensifs	9
I-9) Procédés biologiques extensifs	10
I-10) Les différents procédés de traitement des eaux usées	10

I-10-1) Le lagunage	10
I-10-1-1 Définitions types de lagunage aéré	10
I-10-1-2-1) Lagunage aérées aérobies	10
I-10-1-2-2) Lagunage aérées facultatives	10
I-10-2) Le filtre à sable	11
I-10-3) Le filtre planté de roseaux	11
I-10-4) Les disques biologiques	12
I-10-5) Le lit bactérien	13
I-10-6) Les boues activées	14
I-10-7) Principe du procédé de boues activées	15
I-10-8) La filtration membranaire	16
I-10-9) La biofiltration	17
Chapitre II : Présentation de la STEP	
II-1) La situation d'assainissement dans la ville d'Ouargla	18
II-2) Etude du site expérimental	19
II-3) Description de l'installation	20
II-4) Dimensionnement de la STEP Ouargla	20
II-5) Traitements de la station	22
II-5-1) L'objectif de traitement de la station	23
II-5-2) Principe de traitement	23
II-6) Prétraitement et traitement primaire	24
II-6-1) Dégrillage	24
II-6-2) Dessablage	25
II-7) Traitement secondaire	27
II-7-1) Lagune d'aération	27
II-7-2) Lagune de décantation	28
II-8) Traitement complémentaire Lagune de finition	29
II-9) Evacuation des eaux épurées	29
II-10) Canal de transfert	29
II-11) Traitement des boues	30
Chapitre III : Mode opératoire des analyses physicochimiques	
Introduction	33
III-1) Matières en suspension (M.E.S)	33
III-1-1) But d'analyse	33
III-1-2) Principe	33
III-1-3) Appareillage	33
a- Préparation des filtres par l'eau distillée	33
b- Filtration de l'échantillon	33
III-1-4) Expression des résultats	34
III-2) Résidu sec	35
III-2-1) Appareillage	35
III-2-2) Procédure	35
III-2-3) Expression des résultats	35
III-3) La demande chimique en oxygène (D.C.O)	36
III-3-1) But d'analyse	36
III-3-2) Principe	36
III-3-3) Appareillage	36
III-3-4) Réactif	36

III-3-5) Procédure	36
III-3-6) Expression des résultats	36
III-4) La demande biologique en oxygène (DBO5)	37
III-4-1) Principe	37
III-4-2) Appareillage	37
III-4-3) Procédure	38
III-4-4) Expression des résultats	39
III-5)- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température	39
III-5-1) Principe	39
III-5-2) Appareillage	40
III-5-3) Procédure	40
III-6) Détermination de pH	40
III-6-1) Appareillage	40
III-6-2) Procédure	41
III-7) Détermination de l'O2 dissous	41
III-7-1) Principe	41
III-7-2) Matériel nécessaire	42
Chapitre V : Résultats et discussions	
V-1) introduction	44
V-1-1) Evolution la température	44
V-1-2) Le pH	45
V-1-3) La conductivité (CE)	45
V-1-4) L'oxygène dissous	46
V-1-5)- La salinité	47
V-1-6) DBO ₅	47
V-1-7) DCO	48
V-1-8) Rapport DCO/DBO ₅	49
V-1-9) Matières en suspension (MES)	49
V-2) Comparaison entre les processus biologique (boues actives et Lagunage aéré)	50
Conclusion.	52
Référence	53
annexe	55

Introduction générale :

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain et leur activité journalière. Dès le XIX^{ème} siècle, le souci de protection de la santé publique avait montrée la nécessité de préserver les ressources et de maintenir la qualité des eaux destinée à la consommation humaine .plus récemment la prise de la conscience des conséquences néfastes du rejet des eaux résiduaires pour l'environnement à placer les problèmes de l'assainissement au centre les pris occupation des collectivités locales [1].

Face à tous les problèmes que connaît notre pays en matière d'assainissement et de gestion des stations d'épuration, le recours à d'autres techniques d'épuration, moins coûteuses et plus simples à gérer est devenu incontournable, si l'on veut protéger les ressource en eau, la santé publique et sauvegarder les milieux récepteurs.

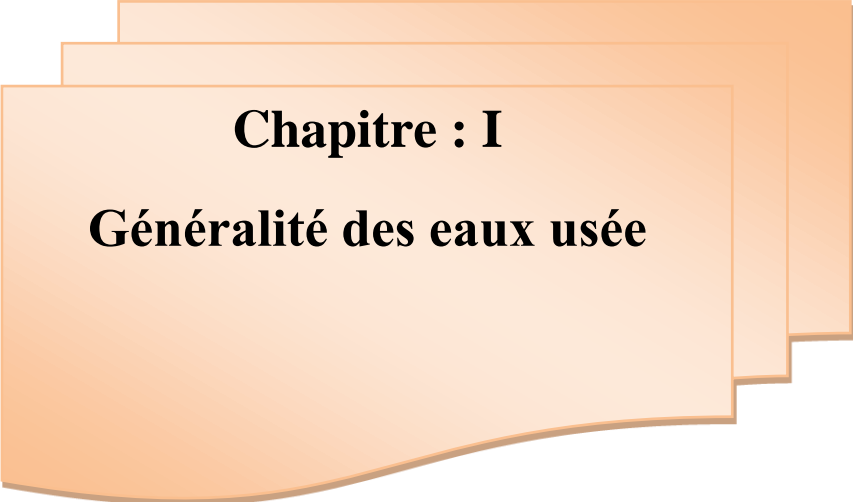
La qualité de l'eau constitue un enjeu environnemental primordial. Les polluants contenu dans les eaux usées ont des origines diverses. Les cinq principales catégories de pollueurs sont : l'industrie, l'agriculture, les ménages, les transports et l'urbanisation. Le rejet de ces eaux dans le milieu naturel est la principale pollution qui affecte nos cours d'eaux et plus généralement tout le milieu naturel [2].

Dans le traitement des eaux industrielles ou le traitement des eaux domestiques on utilise souvent les traitements biologiques afin d'éliminer les éléments organiques comme les graisses, sucres, protéines, etc. La dégradation de ces éléments organiques est assurée par des microorganismes (bactéries) qui consomment les matières organiques en présence d'oxygène (méthode aérobie) ou sans oxygène (méthode anaérobie) [12].

Le travail de ce mémoire est composé en quatre chapitre, La première chapitre présente un aperçu bibliographique de la généralité des eaux usée et des généralités sur les propriétés physico-chimiques des eaux usée, alors que la seconde chapitre récapitule les

Présentation de la **STEP**, puis le chapitre trois présente expérimentale, Mode opératoire des analyses physicochimiques. Les résultats des différentes analyses des eaux présentés dans le quatrième chapitre, ainsi que leurs interprétations accompagnées d'une conclusion.

- Dans ce travail, nous étudierons ces processus biologique d'épuration des eaux usées pour trouver le meilleur procédé adapté à la région saharienne.



Chapitre : I
Généralité des eaux usée

I-1) Définition des eaux usées :

Une eau usée (résiduaire) est un mélange hétérogène de matières organiques et minérales plus ou moins toxique, ces eaux ont été utilisées pour le lavage le nettoyage dans l'agglomération urbaines et les industries [3].

I-2) Origines des eaux usées :

Elles sont identifiées selon leurs origines comme suit:

I-2-1) Les eaux usées domestiques :

Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent : des eaux de cuisines qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protéines) et des produits détergents : des eaux de buanderie contenant principalement des détergents, des eaux de salle de bains, chargées en produits pour l'hygiène corporelle. Généralement de matières grasses hydrocarbonées [3].

I-2-2) Les eaux usées pluviales :

Ce sont 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.

Les déchets solides ou liquides déposés par temps sec sur ces surfaces sont entraînés dans le réseau d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent.

- La remise en suspension des dépôts des collecteurs par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts [3].

I-2-3) Les eaux industrielles :

Les eaux industrielles ou résiduaires véhiculent souvent des produits chimiques toxiques (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers métaux lourds). Elles posent à l'heure actuel de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants. [3]

I-2-4) Les eaux usées agricole :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau [3].

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais.
- Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides.
- Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection de vignes en région viticole [3].

I-3) Principaux types de pollutions :**I-3-1) 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) [4].

I-3-2) Pollution microbiologique :

C'est une pollution d'origine humaine ou animale [4].

I-3-3) 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 [4].

I-4) Paramètres de mesure de la pollution :**I-4-1) Paramètres physiques :****I-4-1-1) La couleur :**

Elle liée au déversement de composés chimiques solubles fréquentant une coloration marquée [3].

I-4-1-2) L'odeur :

L'eau d'égout fraîche à une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde [3].

I-4-1-3) La turbidité :

La turbidité des effluents résiduaux et des eaux polluées est en générale très élevée, elle ne peut de ce fait être exprimée en gouttes de silice ou de mastic. La turbidité est donc définie par absorptiomètre [5].

La turbidité, opposée à la limpidité, est une mesure de la capacité d'une eau à empêcher la pénétration des rayons lumineux grâce aux matières non décantables qu'elle contient [5].

I-4-1-4) Les matières en suspension (MES) :

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoute de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau [3].

Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale.

I-4-2) Paramètres chimiques :**I-4-2-1) Le pH :**

La mesure de pH doit s'effectuer sur place de préférence, par la méthode Potentiométrique [5].

La mesure électrique quoique délicate peut seul donner une valeur exacte car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, de la turbidité et des matières colloïdales.

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

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité d'oxygène consommé par les matières oxydables contenues dans un litre d'eau, elle est exprimée par mg/l [3].

I-4-2-3) Demande biochimique en oxygène (DBO₅) :

La demande biochimique en oxygène exprimé la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction (dégradation) les matières organique d'une eau par les microorganismes du milieu [3].

I-4-2-4) Indice de biodégradabilité :

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent aqueux 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 :

$$K = \text{DCO} / \text{DBO}_5.$$

Si :

- ✓ $K < 1.5$ l'effluent est biodégradable.
- ✓ $1.5 < K < 2.5$ l'effluent est moyennement biodégradable.
- ✓ $K > 2.5$ l'effluent n'est pas biodégradable [6].

I-4-2-5) Oxygène dissous :

La présence d'oxygène dissous dans l'eau est indispensable, l'oxygène permet de maintenir plusieurs des qualités de l'eau, notamment son goût et son degré d'aseptise. Il est essentiel pour la survie de nombreux organismes aquatiques [4].

I-4-2-6) 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 [4].

I-5) 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 [4].

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

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 [4].

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 [4].

I-6) Normes de rejets de l'OMS et celle de L'ALGERIE :

Les normes de rejets de l'OMS et celle de L'ALGERIE sont notées dans le tableau :

Tableau (I-1): Les normes de rejets de l'OMS et celles de l'ALGÉRIE.

Paramètre	Normes de l'OMS	Normes algériennes
T(c°)	25 -30	30
PH	6.9 -9	5.5 -8.5
MES (mg/l)	30	30
DBO5 (mg O2 /l)	30	40
DCO (mg O2 /l)	90	120
Phosphate (mg/l)	2	2
Huiles et graisses	20	20

I-7) Epuration des eaux usées :

I-7-1) 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 [7].

I-7-2) Rôle des stations d'épuration :

Ce rôle peut être résumé dans les points suivants :

- ✓ Traiter les eaux.
- ✓ Protéger l'environnement.
- ✓ Protéger la santé publique [7].

I-7-3) Procédés d'épurations des eaux usées :**I-7-3-1) 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 [7].

Il comporte 3 parties principales :

a- Dégrillage :

Le dégrillage a pour objectif élimination des éléments solides ou particulaires les plus grossiers, les sables, les graisses et les huiles [6].

b- 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.) [7].

c- 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 [7].

I-7-3-2) Traitement primaire :**I-7-3-2-1) Décantation :**

La décantation est séparation mécanique, sous l'action de la gravitation. Les particules en suspension laissées au repos tombent vers le fond ou remontent à la surface

selon leur densité et leur diamètre, sous l'action combinée de leur poids et de la poussée d'Archimède [6].

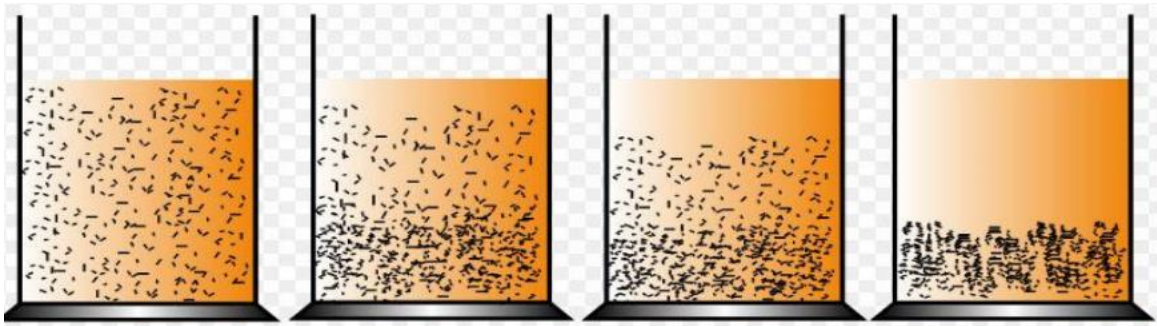


Figure (I-1) : La décantation.

I-7-3-2-2) 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 [7].

I-7-3-3) 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 [9].

les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs : Le lagunage, boues activées, cultures fixes, La bio filtration, et Les procédés membranaires [9].

I-8) 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 [9].

I-9) Procédés biologiques extensifs :

Ils reposent sur les phénomènes de l'autoépuration 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 [9].

I-10) Les différents procédés de traitement des eaux usées:**I-10-1) Le lagunage:**

L'épuration est assurée par des bactéries aérobies grâce à un long temps de séjour dans plusieurs bassins en série (en général au nombre de trois). L'oxygénation des bassins est assurée par la grande surface d'échange gazeux entre l'air et l'eau, et par le phénomène de photosynthèse : la tranche d'eau supérieure est exposée à la lumière et cela permet l'apparition d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies [7].

I-10-1-1) Définitions types de lagunage aéré :

On distingue deux types de lagunes aérées :

I-10-1-2-1) 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 [7].

I-10-1-2-2) 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 [7].

Le bassin peut être Modifié pour comporter un compartiment séparé de décantation capable de fournir un effluent clarifié.

Les charges organiques appliquées sont telles que l'épuration des effluents est réalisée essentiellement par des bactéries aérobies. L'apport en oxygène nécessaire est assuré essentiellement par la photosyn-thèse des algues, en l'occurrence des microphytes,

et secondairement par les échanges air/eau à la surface dépendant des vents. On parle également de lagunes à microphytes car on privilégie le développement des micro-algues [7]

I-10-2) Le filtre à sable:

Ce système épuratoire consiste à infiltrer des eaux usées prétraitées (traitement primaire par décanteur-digester, fosse toutes eaux ou lagune de décantation) dans un milieu granulaire insaturé (présence d'oxygène) sur lequel est fixée la biomasse épuratoire [8].



Figure (I-2): Le filtre à sable.

I-10-3) Le filtre planté de roseaux:

Contrairement au filtre à sable, l'alimentation se fait directement avec des eaux usées brutes sur le 1^{er} étage. Cette filière de traitement est généralement constituée de deux étages en série [2].

Il se forme alors une accumulation de boues sur le 1^{er} étage. Le rôle principal des roseaux est d'empêcher la formation d'une couche colmatante en surface. Cette technique d'épuration repose, comme pour le filtre à sable, sur les mécanismes de filtration superficielle et d'oxydation de la pollution par les bactéries aérobies fixées sur le milieu granulaire [8].



Figure (I-3): Le filtre planté de roseaux.

I-10-4) Les disques biologiques:

Il s'agit d'un procédé de traitement aérobie à biomasse fixée. Les disques partiellement immergés dans l'effluent à traiter servent de support pour la microflore épuratrice (appelée boues). Leur mouvement de rotation assure à la fois le mélange et l'aération. Généralement, l'effluent est préalablement décanté et les boues qui se décrochent des disques sont séparées de l'eau traitée par clarification (ou par filtres plantés de roseaux en variante) [8].



Figure (I-4): Les disques biologiques.

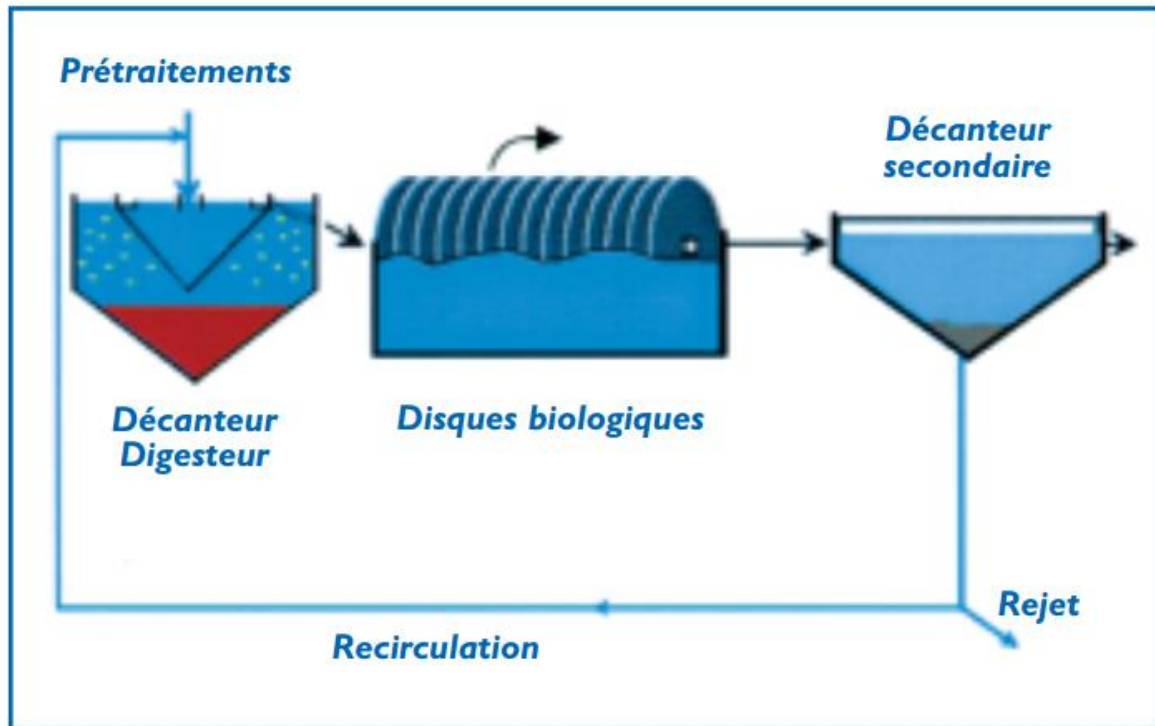


Figure (I-5) : Synoptique d'une station d'épuration comportant un disque biologique.

I-10-5) Le lit bactérien:

Cette filière consiste à alimenter en eau, préalablement décantée en général, un ouvrage contenant une masse de matériau (pouzzolane ou agrégats plastiques) servant de support aux micro-organismes épurateurs. La satisfaction des besoins en oxygène est obtenue par voie naturelle ou par aération forcée. Le biofilm biologique (les boues) qui se forme sur le matériau support, se décroche au fur et à mesure que l'eau percole. Celui-ci

Est alors piégé au niveau d'un décanteur secondaire (ou de filtres plantés de roseaux en variante) [8]



Figure (I-6) : Le lit bactérien.

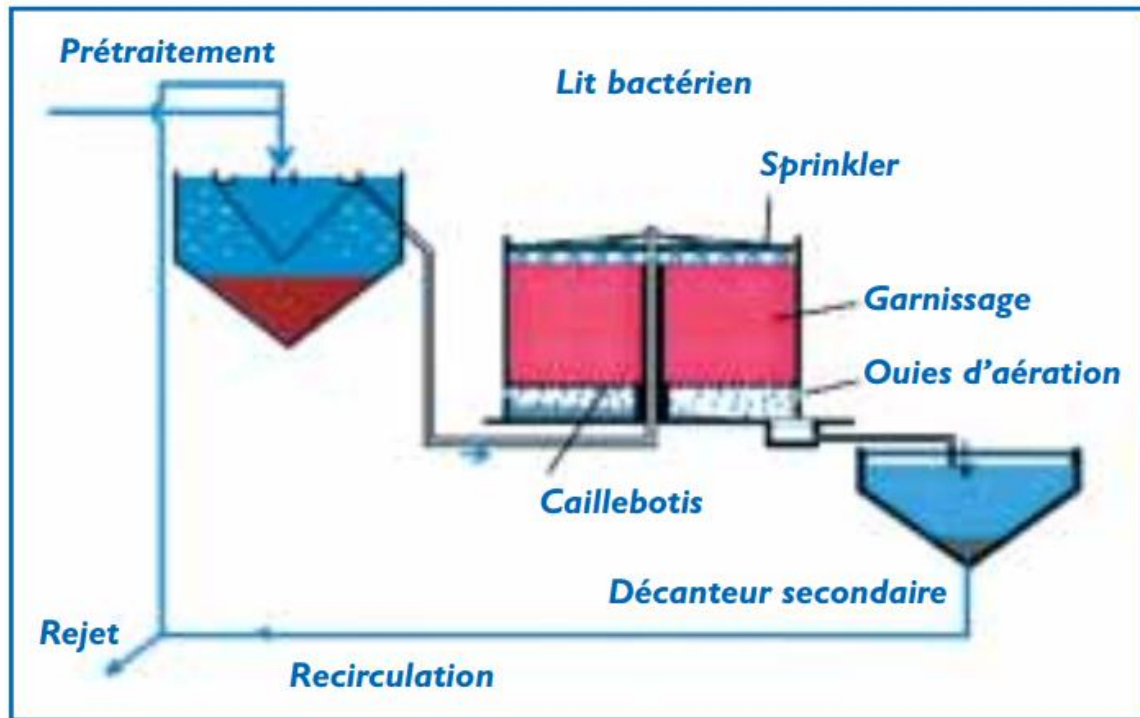


Figure (I-7) : Synoptique d'une station d'épuration comportant un lit bactérien.

I-10-6) Les boues activées :

Le procédé à boue activée est une technique biologique d'épuration des eaux. Il représente une alternative efficace et relativement écologique (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques d'épuration les plus couramment utilisées [8].

Le procédé "boues activées" consiste à mélanger et à agiter des eaux usées brutes avec des boues activées liquides, bactériologiquement très actives. La dégradation aérobie de la pollution s'effectue par mélange intime des microorganismes épurateurs et de l'effluent à traiter. Ensuite, les phases "eaux épurées" et "boues épuratrices" sont séparées [8].

✚ Une installation de ce type comprend les étapes suivantes :

- ✓ les traitements préliminaire et, éventuellement, primaire.
- ✓ Le bassin d'activation (ou bassin d'aération).
- ✓ Le décanteur secondaire avec reprise d'une partie des boues.
- ✓ L'évacuation des eaux traitées.
- ✓ les digesteurs des boues en excès provenant des décanteurs.

✚ Le dimensionnement du bassin d'aération s'effectue comme suit, dans le cas d'une aération prolongée :

- ✓ Charge massique : $\leq 0,1$ kg DBO₅/kg MES.j.
- ✓ Charge volumique : $\leq 0,35$ kg DBO₅/m³.j.
- ✓ Concentration de boues : 4 à 5 g MS/l.
- ✓ Temps de séjour : 24 heures environ.
- ✓ Besoins en O₂ : de l'ordre 1,8 kg O₂/kg DBO₅ éliminée.
- ✓ Puissance de brassage :
 - ✓ 3 à 10 W/m³ pour les brasseurs.
 - ✓ 10-20 W/m³ pour les systèmes d'aération de fines bulles d'air.

I-10-7) Principe du procédé de boues activées :

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants.

Les boues activées sont des systèmes qui fonctionnent biologiquement essentiellement comme les lagunes aérées. L'aération est également artificielle, la différence réside dans la recirculation des organismes actifs (les boues activées) du décanteur secondaire vers le bassin d'aération [11].

Tableau (I-2) : les Avantages et Inconvénients entre les processus biologique (boues actives et Lagunage aéré) [11].

Traitement	Avantages	Inconvénients
Lagunage	<ul style="list-style-type: none"> -faible coût -peu d'entretien -coût d'exploitation faible -bonne qualité de l'eau traitée -pas de décantation primaire, ni recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> - surface au sol importante -odeurs et moustiques peuvent se développer
Boues activées	<ul style="list-style-type: none"> -bonne qualité de l'eau traitée, mais peut subir des fluctuations -surface au sol relativement réduite 	<ul style="list-style-type: none"> -décanteur primaire -décanteur secondaire -problèmes de boues -coût d'exploitation plus élevé, entretien mécanique



Figure (I-8): Les boues activées.

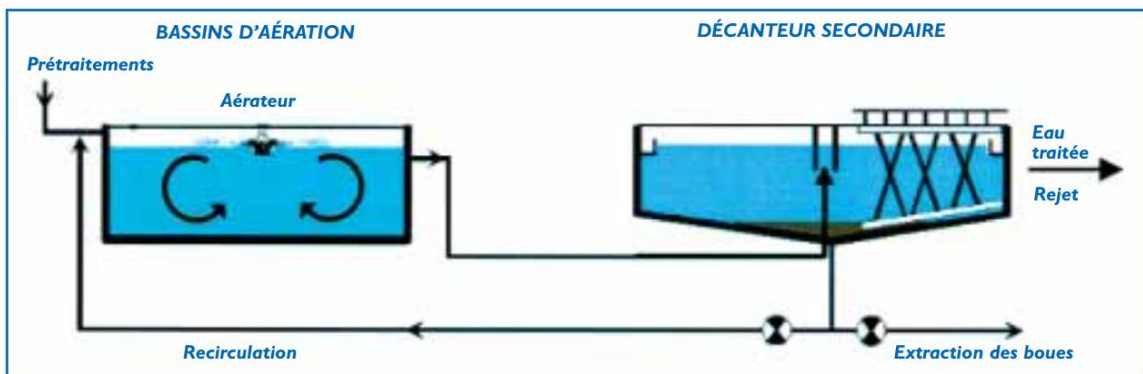


Figure (I-9): Synoptique d'une boue activée - aération prolongée.

I-10-8) La filtration membranaire:

Cette technique est une variante du procédé des boues activées. Le réacteur, grâce à des membranes organiques avec des pores inférieurs à $0,05 \mu\text{m}$ (ultrafiltration), filtre les boues activées et remplace l'étape de clarification des traitements classiques [8].



Figure (I-10): La filtration membranaire.

I-10-9) La biofiltration:

Le principe de la biofiltration repose sur l'utilisation d'un matériau filtrant de type granulaire immergé (aéré ou non) sur lequel se développent des populations bactériennes qui vont dégrader la charge polluante apportée par l'effluent. Cette technologie, caractérisée par son extrême compacité et sa modularité, est adaptée aux stations d'épuration implantées en zone fortement urbanisée [8].



Chapitre : II

Présentation de la STEP

II-1) La situation d'assainissement dans la ville d'Ouargla:

L'assainissement est par définition une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, les eaux usées provenant d'une agglomération humaine ou plus généralement d'un delà d'une limite admissible l'environnement.

Le réseau de l'assainissement urbain dans la ville d'Ouargla est du type unitaire, il couvre les trois communes d'Ouargla, Rouissat et Ain Beida [09].

Les principales caractéristiques du réseau d'assainissement urbain de la ville d'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).
- ✓ 71km 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 sabkhat safioune soit l'exutoire final d'Ouargla [09].

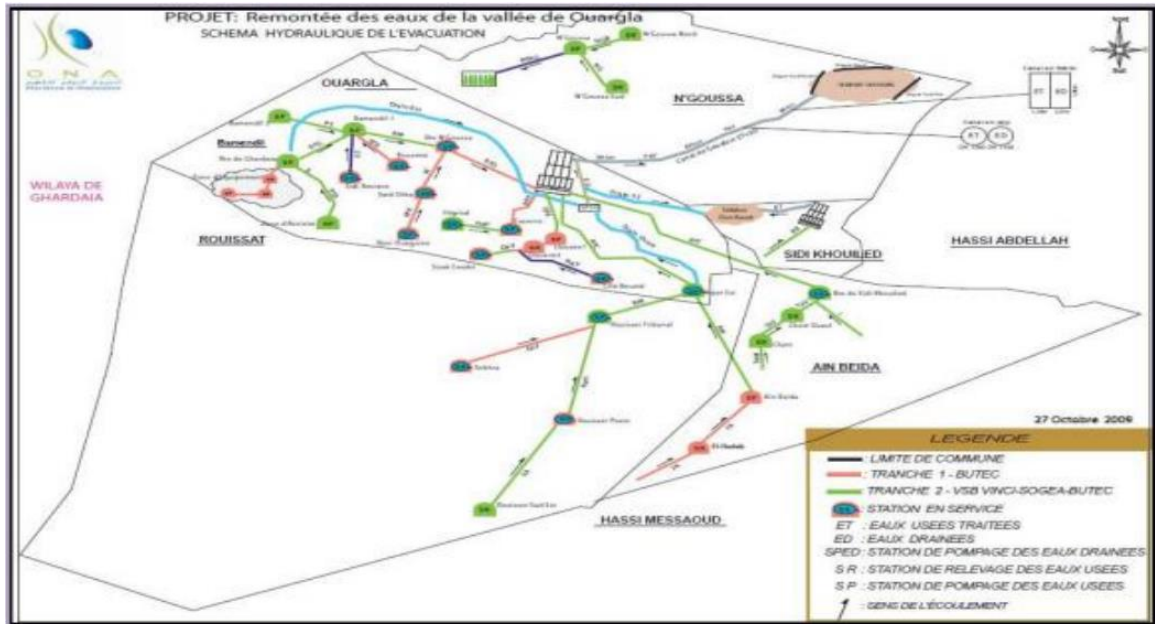


Figure (II-1) : le réseau d’assainissement de la ville d’Ouargla (S.T.E.P. Ouargla).

II-2) Etude du site expérimental:

La station d’épuration des eaux usées par le lagunage aéré d’Ouargla est située dans la région de Saïd Otba entre les deux branches du canal de drainage [09].



Figure (II-2) : situation géographique de la STEP par rapport à la ville d’Ouargla. (S.T.E.P. Ouargla).

II-3) 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 [09].

II-4) Dimensionnement de la STEP Ouargla :

- ✓ Capacité: 400000 eq/hab.
- ✓ Surface totale: 80 ha.
- ✓ Nombre de lit de séchage: 11 lits.
- ✓ Nombre de bassins: 08 bassins devisés en 03 niveaux [09].

Tableau (II-01): les données de bases de la STEP (STEP Ouargla).

Première niveau	
Nombre de bassin	04 bassins d'aération
Volume total	3408000 m ³
Volume par unité de bassin	25200 m ³
Surface total	9.6 ha
Surface par unité de bassin	2.4 ha
Profondeur de bassin	3.5 m
Temps de séjour	08 jours
Nombre d'aérateur	12 aérateurs
Deuxième niveau	
Nombre de bassin	02 bassins d'aération
Volume total	227200 m ³
Volume par unité de bassin	113600 m ³
Surface total	8.2 ha
Surface par unité de bassin	4.1 ha
Profondeur de bassin	2.8 m
Temps de séjour	03 jours
Nombre d'aérateur	07 aérateurs
Troisième niveau	
Nombre de bassin	02 bassins finition
Volume total	148054 m ³
Volume par unité de bassin	74027 m ³
Surface total	9.8 ha
Surface par unité de bassin	4.9 ha
Profondeur de bassin	1.5 m
Temps de séjour	02 jours
Nombre d'aérateur	/

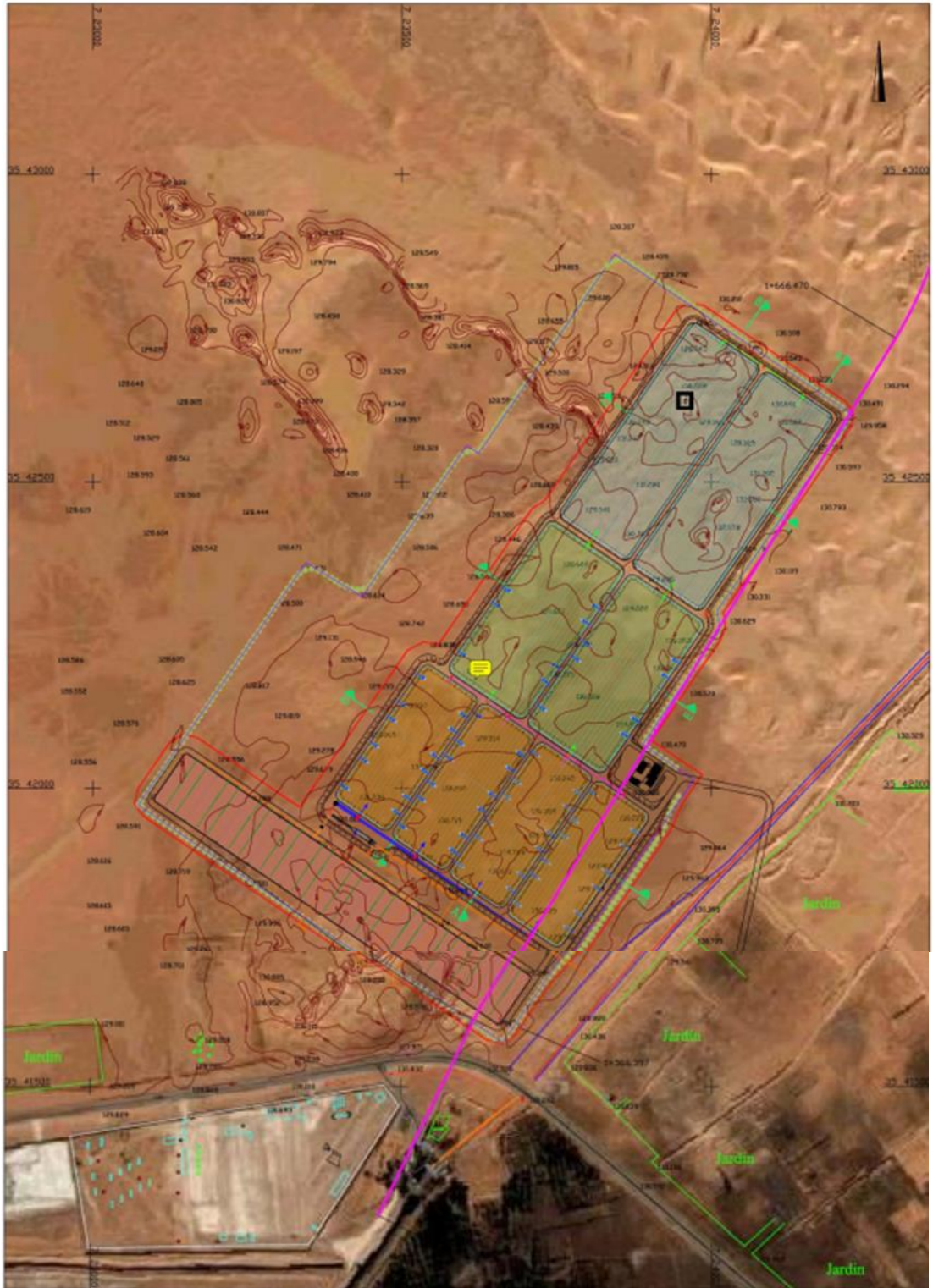


Figure (II-3): vue aérien de la station.

II-5-1) Traitements de la station :

Les eaux usées urbaines collectées par le réseau d'assainissement d'une agglomération, contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population.

Elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases de traitement [09].

II-5-2) L'objectif de traitement de la station :

Les objectifs de traitement sont les suivants :

- ✓ Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées,
- ✓ Protéger le milieu récepteur,
- ✓ Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour une irrigation restrictive [09].

Le niveau d'épuration est caractérisé par :

Paramètres d'analyse :

MES : 35 mg/l.

DCO : 125 mg/l.

DBO5 : 40 mg/l.

Paramètres parasitologies :

Moins de 1 œuf d'helminthes par litre.

II-5-3) Principe de traitement :

Les eaux brutes arrivent à la station par refoulement, et subissent les différents traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les étapes par les quelles passent les eaux usées dans la station sont les suivantes :

Arrivée de l'eau :

Les eaux usées à traiter arrivent à la station d'épuration par l'intermédiaire de cinq stations de refoulements :

- ✓ **Refoulement 01** : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de SP noeud hydraulique de Chott.

- ✓ **Refoulement 02** : conduite d'amenée des eaux usées DN 315mm de SP Sidi Khouiled.
- ✓ **Refoulement 03** : conduite d'amenée des eaux usées DN 400mm de nouvelle SP Caserne/Hôpital.
- ✓ **Refoulement 04** : conduite d'amenée des eaux usées DN 500mm de SP Douane.
- ✓ **Refoulement 05** : conduite d'amenée des eaux usées DN 700mm de SP route N'Goussa [09].

Ces conduites déboucheront dans un regarde de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le H₂S qui pourrait se former dans les conduites de refoulement [09].

A partir du regard de dégazage, les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

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

II-6) Prétraitement et traitement primaire :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements [09].

Le prétraitement comporte :

II-6-1) Dégrillage :

Les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux plus au moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses.

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) disposée en parallèle permettra de by passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques [09].

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



Figure (II-4): Dégrilleur.

II-6-2) Dessablage :

La rétention des particules sableuses permet d'éviter :

- ✓ Les surcharges dans les étapes suivant de traitement,
- ✓ L'accumulation de sable dans les étapes ultérieures du traitement.
- ✓ L'abrasion des engins mécaniques.

Le dessablage sera réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et 23m de long [09].

Chaque ouvrage sera équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permettra l'extraction des sables vers un classificateur à sable [09].

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 supérieur après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne [09].



Figure (II-5): dessablage.

❖ **Ouvrage de répartition :**

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les six lagunes de l'étage aéré n°1.

Cette répartition est assurée par six seuils déversants identiques, de 1,50m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service [09].



Figure (II-6): Répartiteur vers les bassins d'aération.

II-7) Traitement secondaire :

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

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène.

La filière est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

II-7-1) Lagune d'aération :

Les effluents sont répartis entre les six lagunes de premier étage grâce à un répartiteur.

Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par un aérateur de surface, cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments [09].



Figure (II-7): Lagune aéré.



Figure (II-8): aérateurs.

II-7-2) Lagune de décantation :

Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1er étage vers les lagunes aérées de 2ème étage (lagunes de décantation) qui sont constituées de 3 lagunes. [09].

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) [09].

Curage :

Les lagunes de deux étages doivent être régulièrement curées afin d'éviter les odeurs et la dégradation du traitement par les dépôts des boues.

Pratiquement le curage de la lagune devient nécessaire quand le volume occupé par les boues s'approche de 25% du volume total de la lagune.

Lors de l'extraction des boues proprement dites, on assiste à un mélange des boues avec des eaux en cours de traitement ce qui se traduit par l'abaissement de la teneur en matière sèche des boues à épandre sur les lits à 80 g/l.

De plus, pratiquement il est difficile d'extraire plus de 80% des boues d'une lagune à chaque opération de curage.

Une fréquence de curage des lagunes d'environ 1 fois tous les 3 ans [09].

II-8) Traitement complémentaire Lagune de finition :

Les eaux sortant des lagunes aérées de 2^{ème} étage sont dirigées vers 3 lagunes de finition où les influents sont épurés à 80% dans une partie sera utilisée pour une irrigation restrictive [09].

- ✓ En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permettront de mesurer de manière continue les débits.



Figure (II-9): bassins de finition.

II-9) Evacuation des eaux épurées :

Les eaux épurées sont évacuées gravitairement vers le canal de transfert vers Sebkhath Sefiounne [09].

II-10) Canal de transfert :

Les eaux rejetées par la S.T.E.P et les eaux issues des drainages sont conduites d'Ouargla jusqu'à Sebkhath Safiounne 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.



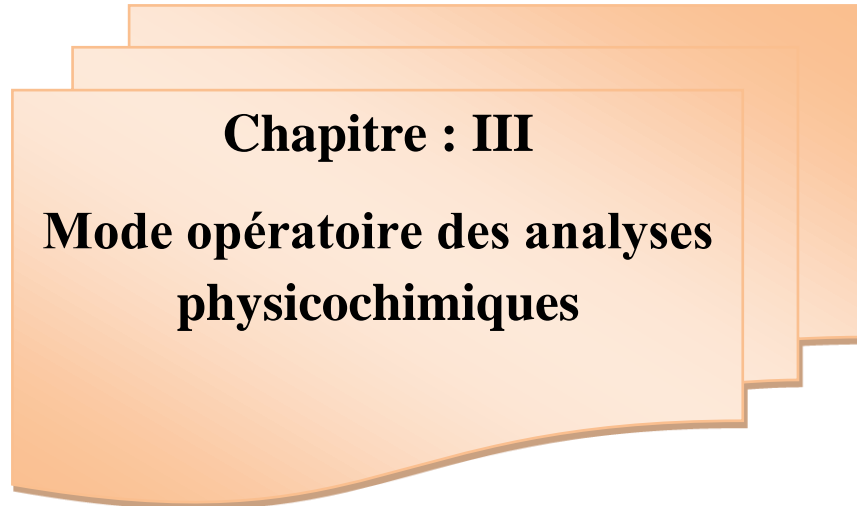
Figure (II-10): sortie des eaux épurées.

II-11) Traitement des boues :

Le transport des boues du fond des lagunes vers les lits de séchage sera réalisé par des conduites flexibles.

Ces boues voient leur siccité augmenter grâce à l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage. Ce dernier favorise l'évacuation de la plus grande partie de l'eau par simple ressuyage. Cette eau sera évacuée en tête de station d'épuration par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.

A l'issue de ce séchage les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant [09].



Chapitre : III
**Mode opératoire des analyses
physicochimiques**



Mode opératoire des analyses physicochimiques



Introduction:

Dans ce chapitre, on présente les différentes méthodes d'analyses effectuées pour les eaux échantillons des eaux (bruts et traités) et différents appareillages utilisés. Le travail présenté est réalisé au niveau de laboratoire STEP Ouargla.

III-1) Matières en suspension (M.E.S) :**III-1-1) But d'analyse :**

Est de déterminer la teneur de matières en suspensions dans les eaux.

III-1-2) Principe :

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

III-1-3) Appareillage :

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

a- Préparation des filtres par l'eau distillée :

- Laver le filtre par l'eau distillée.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser.

b- Filtration de l'échantillon :

- Placer le filtre (la partie lisse en bas) 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.
- Rincer les parois internes de l'éprouvette graduée avec l'eau distillée.

- Retirer avec précaution le papier filtre à l'aide de pincettes.
- Mettre le filtre dans l'étuve à 105°C pendant 2 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser le filtre.

III-1-3) Expression des résultats :

Le calcul de la teneur en MES est donné par l'expression suivante :

$$MES = \frac{1000(M_1 - M_0)}{V} \quad [09].$$

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

M_1 : La masse en (mg) de la capsule contenant l'échantillon après étuvage à 150°C.

M_0 : La masse en (mg) de la capsule vide.

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



Figure (III-1): Unité de filtration avec pompe à vide.

III-2) Résidu sec :**III-2-1) Appareillage :**

- Balance de précision électronique (KERN. ABT).
- Etuve (MEMMERT. UNB).
- Bicher.
- Dessiccateur.

III-2-2) Procédure :

- Peser le Bicher vide.
- Verser un volume de 50 ml d'échantillon dans le bicher.
- Mettre le bicher dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Après constat d'évaporation totale de l'eau pesé le Bicher.

III-2-3) Expression des résultats :

Elle donnée par l'expression :

$$RS = \frac{(P_2 - P_1)1000}{V} \quad [09].$$

RS : Résidu sec.

P₁ : Le poids en mg de la capsule vide.

P₂ : Le poids en mg de capsule plié.

V : La prise d'essai d'eau à analyser en ml.



Figure (III-2):Balance.



Figure (III-3) : Etuve.

III-3) La demande chimique en oxygène (D.C.O) :**III-3-1) 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.

III-3-2) 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 ($HgSO_4$).

III-3-3) Appareillage :

- Pipette jaugée à 2 ml.
- Spectrophotomètre (DR 2800).
- Réacteur DCO à 150°C (HACH. LANGE).

III-3-4) 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.

III-3-5) Procédure :

- Ajouter 2 ml d'échantillon en tube de réactif DCO.
- Agiter et Placer le tube fermé dans le réacteur DCO et chauffer deux heures à 148°C.
- Laisser refroidir à température ambiante.
- Mesurer directement la concentration de la DCO par spectrophotomètre DR 2800.

III-3-6) Expression des résultats :

La teneur en DCO est donnée en mg/l.



Figure (III-4): Réactifs DCO.



Figure (III-5): Spectrophotomètre.



Figure (III-6): Réacteur DCO.

III-4) La demande biologique en oxygène (DBO5) :

III-4-1) Principe :

L'échantillon d'eau introduit dans une enceinte thermostatée 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 remplacé 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.

III-4-2) Appareillage :

- Réfrigérateur conservant une température de 20°C
- Un agitateur magnétique.

- Bouteilles brune de 510 ml.
- OXI TOP.
- Pastilles hydroxyde de sodium (pour absorber le CO₂ dégager par le microorganisme).

III-4-3) 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.

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

Tableau (III-1): Volume d'échantillon d'après la DCO.

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

- Introduit la barre aimantée (agitateur) et les 2 pastilles d'hydroxyde de sodium.
- Visser la tête de mesure sur les bouteilles.
- Appuyer simultanément sur les touches (S+M) durant 3 secondes jusqu'à apparition du message (00).
- Mettre au réfrigérant à 20°C pendant cinq jours.
- Lire au bout de cinq jours la valeur affichée et appliquer le coefficient pour la valeur réelle.

III-4-4) Expression des résultats :

$$\text{DBO5 (mg/l)} = \text{Lecteur} \times \text{Facteur} \quad [09].$$



Figure (III-7): DBO mètre.

III-5)- Détermination de conductivité électrique, salinité et la température :**III-5-1) 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**.

III-5-2) Appareillage :

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

III-5-3) Procédure :

- Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- Lire la CE et la salinité et la température des stabilise de celle-ci.
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans l'eau déminéralisée.



Figure (III-8): Conductimètre.

III-6) Détermination de pH :**III-6-1) But d'analyse :**

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

III-6-2) Appareillage :

- Un pH- metre potable.
- Solution étalon 4.7 et 10.

- Pissette eau déminéralisé.

III-6-3) Procédure :

- Vérifier le calibrage de l'appareil suivant la procédure ci jointe.
- Plonger l'électrode dans la solution a analysé.
- Lire le pH à température stable.
- Bien rincer l'électrode après chaque usage et conserve l'électrode toujours dans une solution électrolyte.

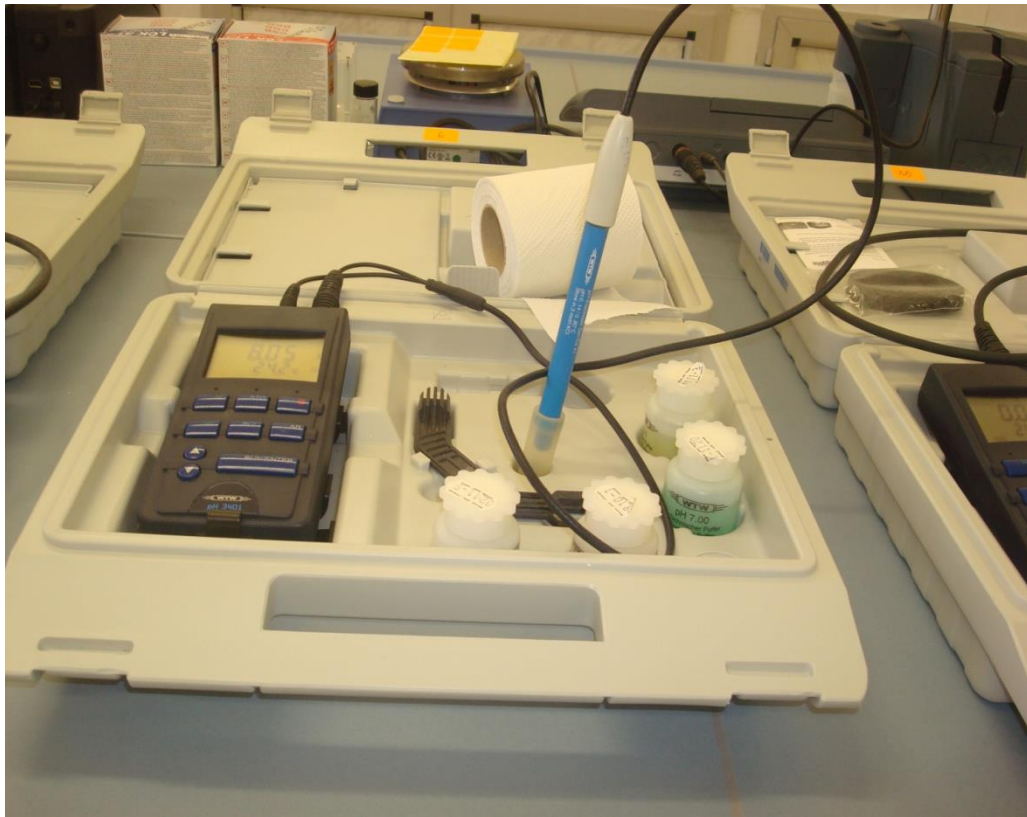


Figure (III-9): PH metre.

III-7) Détermination de l'O₂ dissous :

III-7-1) 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 microbiologiques de décomposition ou une production d'oxygène, par exemple, par les algues. Actuellement, la

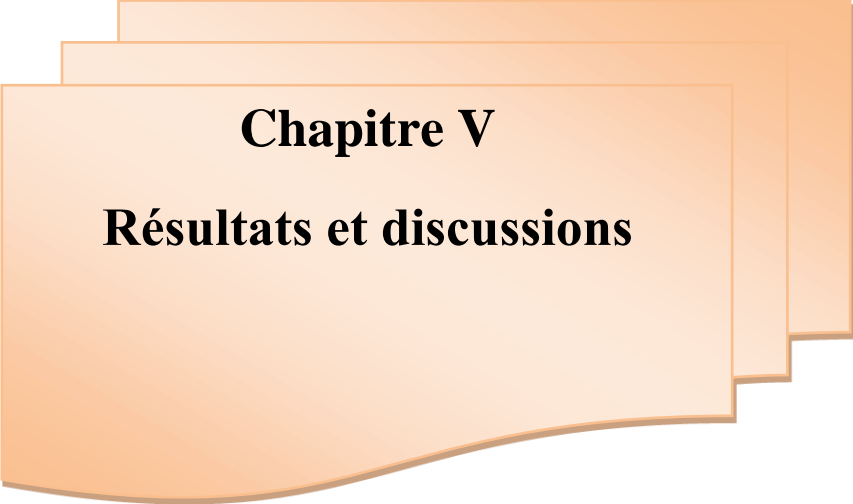
mesure électrochimique est la méthode reconnue par les différentes normes pour déterminer la concentration en oxygène des eaux à l'aide du l'oxymètre de poche Oxi 340 i.

III-7-2) Matériel nécessaire :

- Un oxymètres.
- Solution alcaline électrolyte pour calibrage.
- Pissette eau déminéralisé.



Figure (III-10): Oxymètres.



Chapitre V
Résultats et discussions

V-1) introduction :

Nous avons effectué des analyses physico-chimiques et bactériologiques du processus lagunage aéré, afin de Déterminer la qualité des eaux brutes et traitées qui transitent par la station d'épuration des Eaux usées de la ville d'Ouargla.

Les résultats obtenus Les résultats obtenus a été pendant le mois de Mars jusqu'en mai (03/03/2017 jusqu'à 11/05/2017).

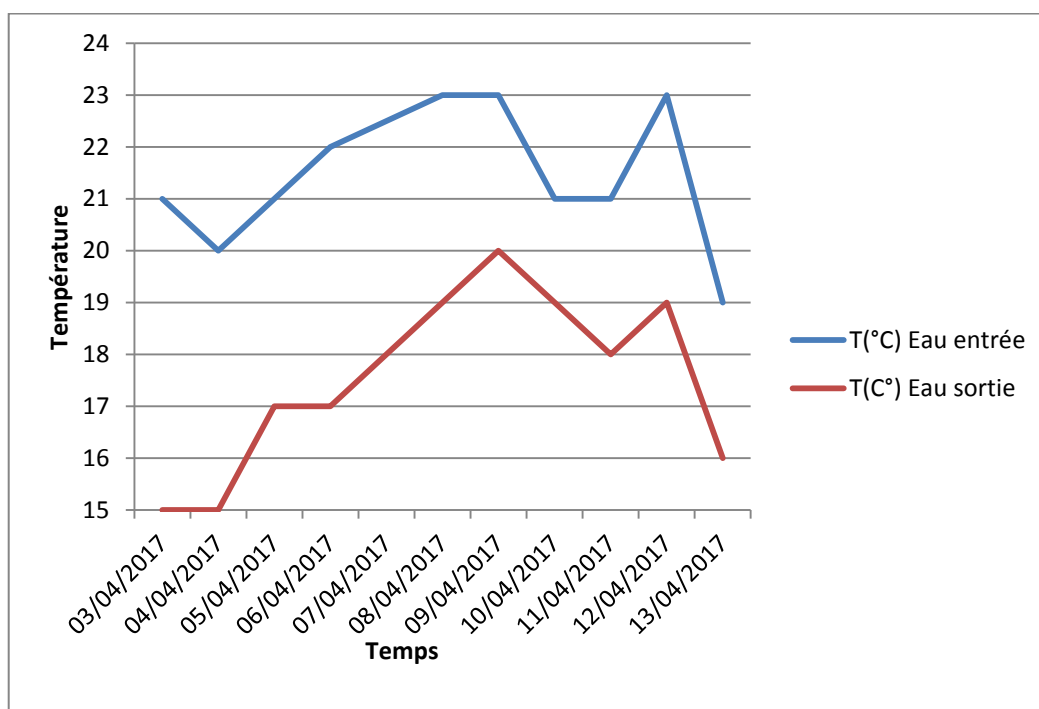
V-1-1) Evolution la température :

Figure (V-1) : Variation de la température des eaux brutes et traitée dansle temps.

D'après la figure (V-1), On constate que les valeurs journalières de la température présentent une moyenne de 24.22°C, elles varient entre une valeur maximale relevée en Avril de (27.7°C) et une valeur minimale relevée en mars de (19.7°C) pour les eaux brutes et entre 24.6°C à 16.6°C pour les eaux traitées.

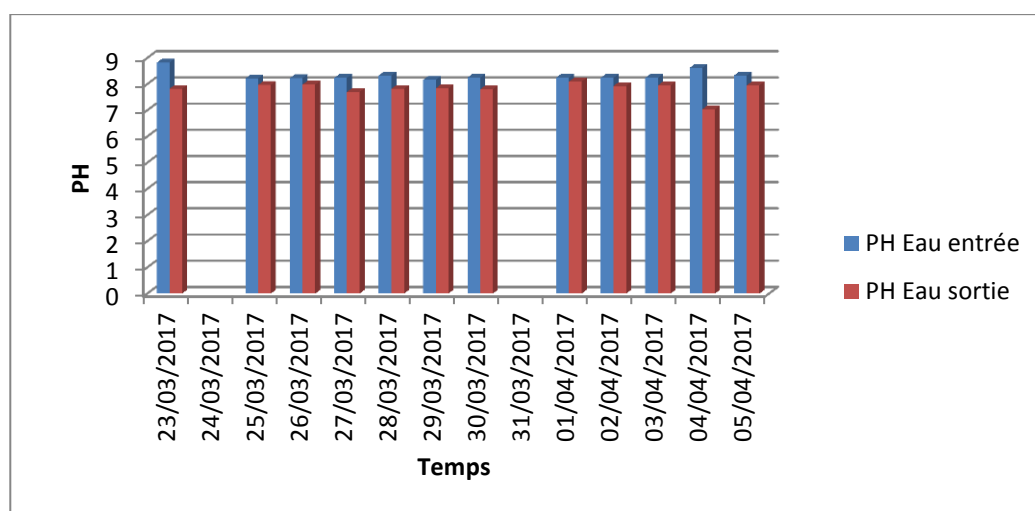
V-1-2) Le pH :

Figure (V-2): Variation de pH des eaux brutes (E) et des eaux traitées (S) en fonction du temps.

Nos résultats des eaux brutes et traitées montrent des valeurs respectives aux normes de rejets recommandées par l'OMS et l'Algérie ($\leq 8,5$). Les valeurs de pH des eaux traitées sont élevées de 7.85 à 8.02 que les eaux brutes de 7.92 à 8.33. Les valeurs de pH de l'eau filtrée est toujours supérieure au pH de l'eau brute dans chaque pilote. En outre les valeurs obtenues pour les différents pilotes sont quasiment identiques avec un léger écart qui pourrait être lié à l'erreur de mesure. Toutes les valeurs de nos pilotes sont comprises entre 7,00 et 8,04. La valeur maximale 8,33 a été enregistré au niveau du filtre qui contient le sable à 52 cm.

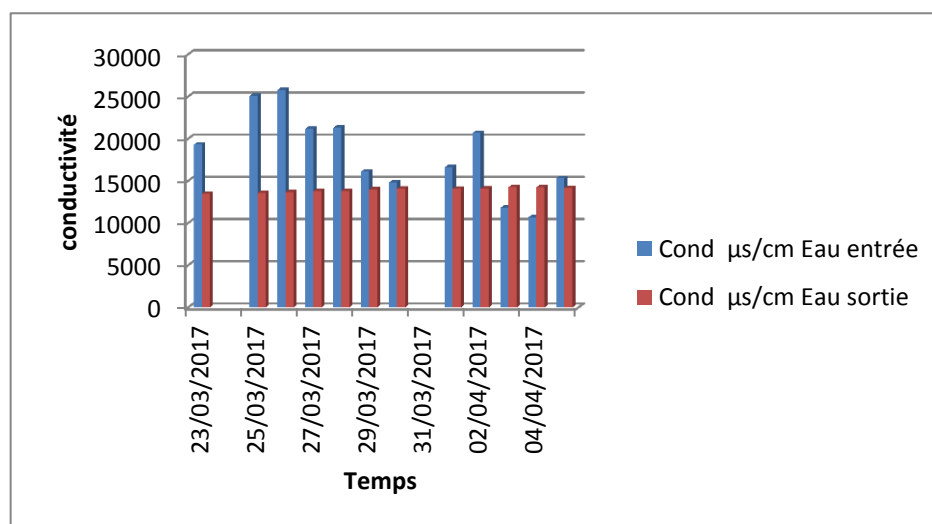
V-1-3) La conductivité (CE) :

Figure (V-3): Variation de CE des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S) en fonction du temps.

D'après les résultats, nous notons que les valeurs moyennes de CE mesurées sont de l'ordre de 14440 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les eaux brutes, et de 13915 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les eaux traitées.

Les valeurs journalières de la CE des eaux brutes varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 6480 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au maximum de 33300 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Cette variation est due au changement de la concentration en sels dissous (chlorures, sulfates, calcium, sodium, magnésium...) dans les 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) L'oxygène dissous :

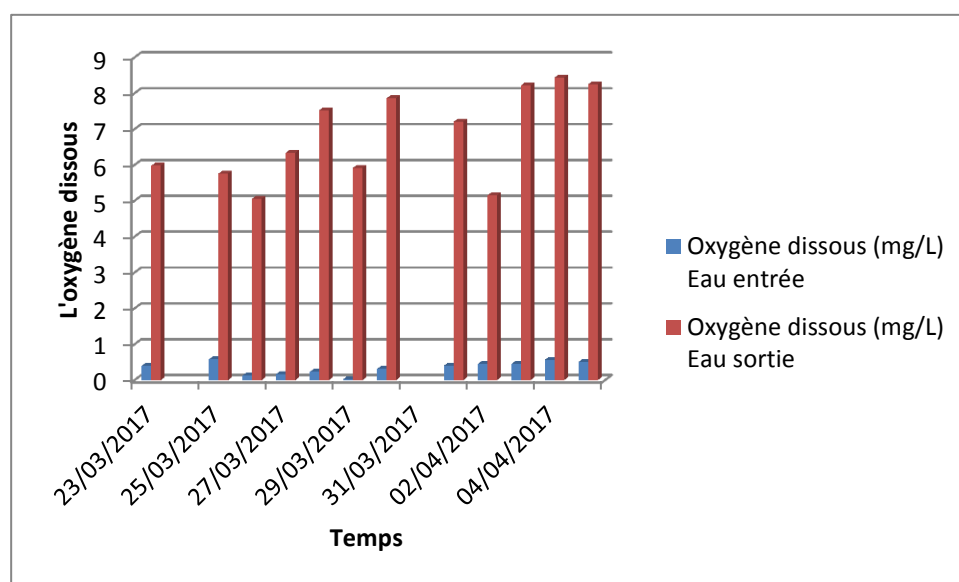


Figure (V-4): Variation d'O₂ dissous des eaux brutes(E) et des eaux traitées(S) en fonction du temps.

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, sa solubilité est fonction de la température et de la pression partielle dans l'atmosphère. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. La concentration en oxygène détermine la concentration en bactéries anaérobies et aérobies ce qui conditionne le traitement biologique de la matière organique (RODIER, 2005).

D'après les résultats obtenus, on remarque que les teneurs en oxygène dissous des eaux brutes varient entre 0.34mg/l à 0.51 mg/l et pour les eaux traitées entre 5.98mg/l à 8.25 mg/l.

Les figures (V-4), montrent une variation pour les deux graphes, cette variation en teneur en oxygène dissous pour les eaux traitées pouvant être en fonction des aérateurs, de la présence des matières organiques oxydables, des organismes et des germes aérobies, ainsi que de la perturbation des échanges atmosphériques à l'interface.

V-1-5)- La salinité:

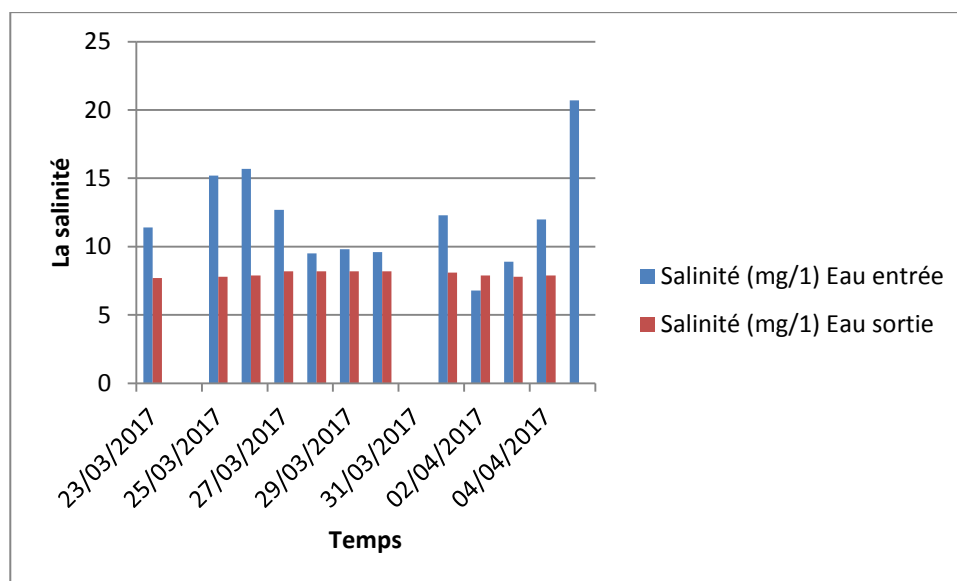


Figure (V-5) : Variation de la Salinité des eaux brutes(E) et des eaux traitées (S) en fonction du temps.

La salinité d'une eau désigne la quantité des sels dissous contenues dans cette eau.

D'après les figures (V-5), on a trouvé que la salinité des eaux brutes est très variable 11.4mg/l à 20.7mg/l d'un effluent à autre, cette variation observée est en fonction de la qualité de rejet par la présence des quantités d'eau de drainage. Mais pour les eaux traitées est presque stables 7.9mg/l et 8.2mg/l, due à leur homogénéation dans les grandes superficies des Lagunes.

V-1-6) DBO₅:

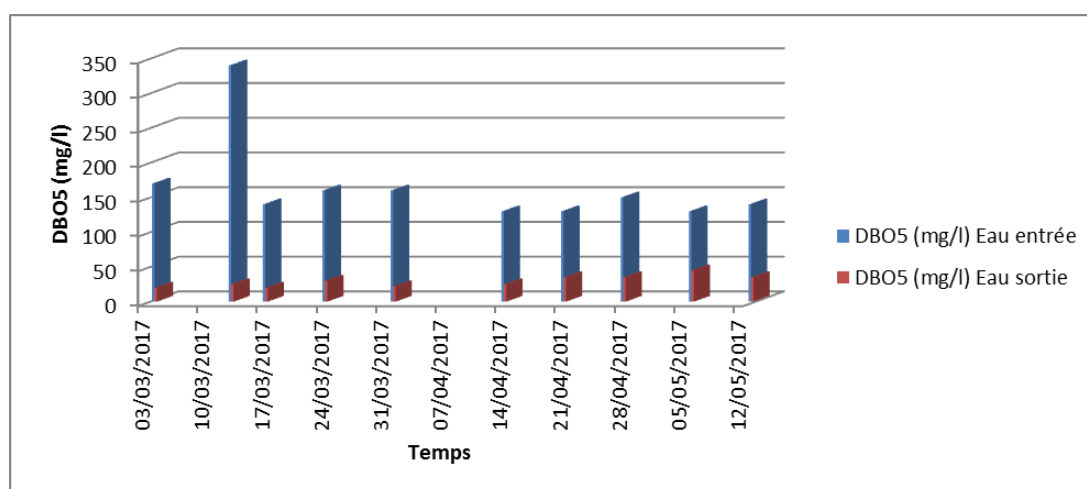


Figure (V-6): Evolution de la DBO₅ des eaux brutes en fonction du temps.

A partir des résultats obtenus, on remarque que les mesures effectuées sur les eaux brutes de la STEP ont un moyen de 255mg/l. cette valeur est inférieure aux caractéristiques généralement trouvés pour les eaux résiduaires (183mg/l (ONA)). Les effluents de Ouargla sont moyennement concentrés en raison de leur dilution par les eaux de drainage.

En remarquant à partir des figures ci-dessous (V-6), une variation des valeurs de DBO_5 , cette variation est en relation avec la charge en matières organiques biodégradables, (réduire dans les eaux traitées), aussi avec leur richesse en micro-organismes et la quantité d'oxygène dissous pour chaque étage.

V-1-7) DCO :

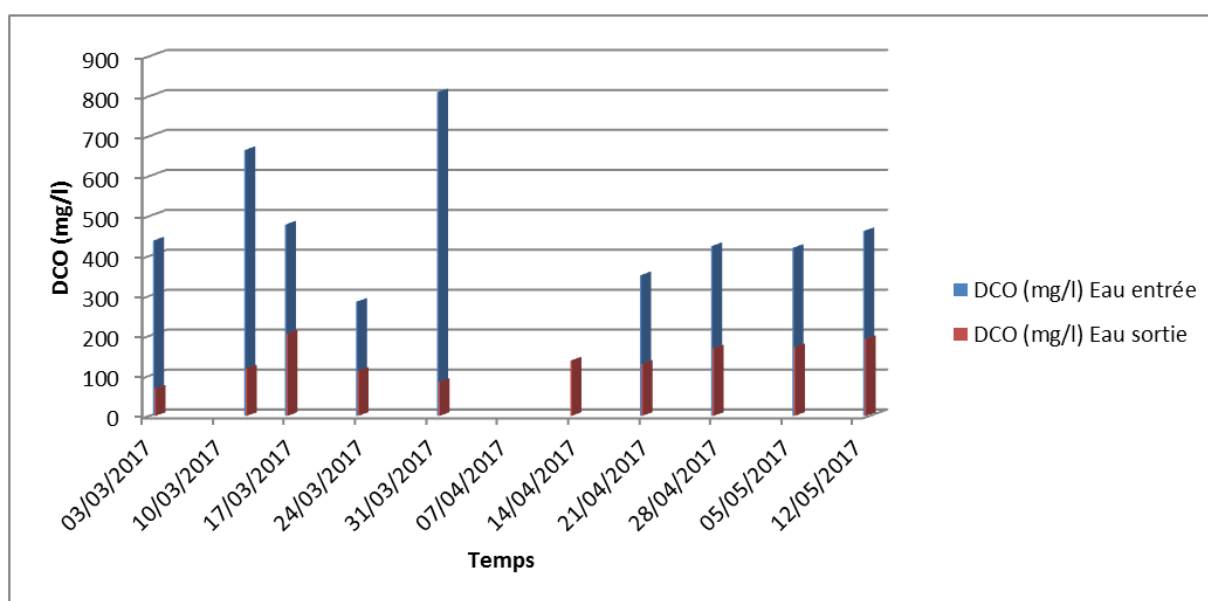


Figure (V-7): Evolution de la DCO des eaux brutes en fonction du temps.

Les résultats de DCO obtenues pour les eaux traitées varient dans un intervalle qui va d'un minimum de 84.65mg/l à un maximum de 205.17mg/l, et avec une moyenne de 144.91mg/l.

Ces valeurs sont élevées à la réglementation Algérienne (120mg/l), tandis que celles des eaux brutes oscillent entre 438.33 mg/l et 810 mg/l, avec une moyenne de 624.16mg/l.

D'après la figure(V-7), qui présentent l'évolution des teneurs du DCO en fonction du temps, nous remarquons une même allure pour les deux figures avec une diminution des valeurs pour les eaux traitées.

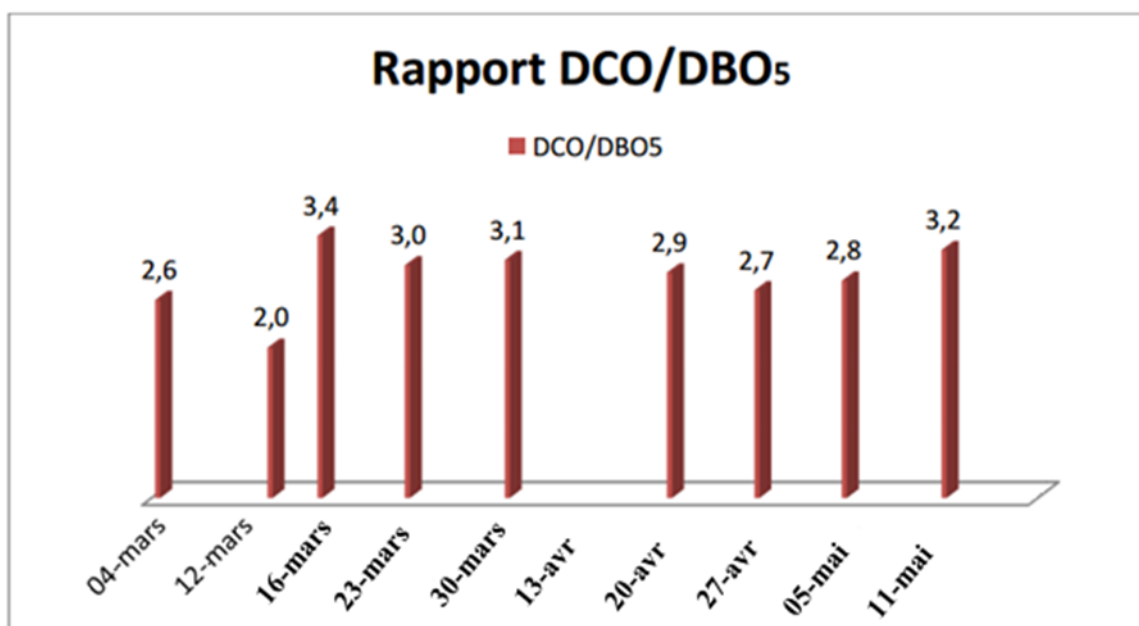
V-1-8) Rapport DCO/DBO₅ :

Figure (V-8): 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 DBO₅ constituent une indication de l'importance des matières polluantes (biodégradables ou non) présentés par le rapport DCO/DBO₅.

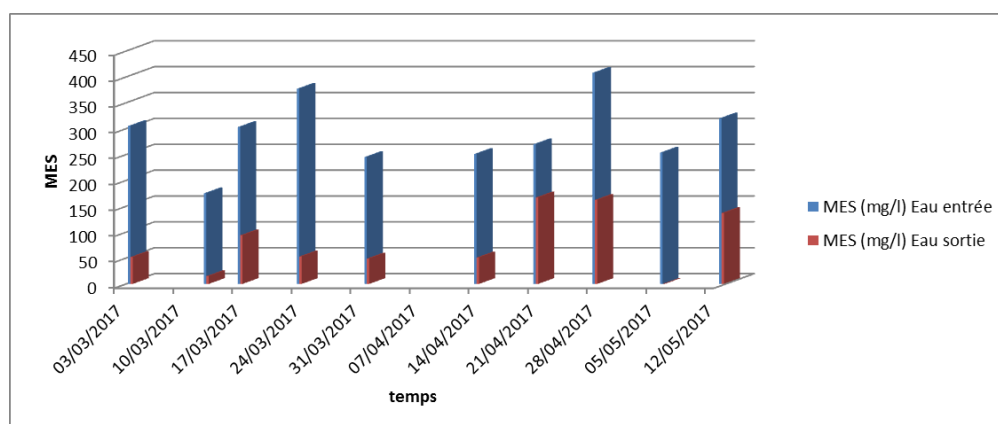
V-1-9) Matières en suspension (MES) :

Figure (V-9): 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 135.42mg/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%.

V-2) Comparaison entre les processus biologique (boues actives et Lagunage aéré) :

Dans ce contexte, nous avons faire une comparaison entre deux processus biologiques réalisés dans deux sites différents (boues activé à Touggourt, lagunage aéré à Ouargla). Les résultats obtenus effectuent au moins de Mars (03/03 jusqu'à 31/03).

Tableau (V-1): Comparaison les résultats entre les processus boues actives et Lagunage aéré.

	Paramètres	Résultats					
Lagunage	DBO ₅	20	25	20	30	22	
	DCO	68.10	118.44	93	112.24	84.65	
	Oxygène dissous (mg/l)	5.98	5.76	5.06	6.34	7.53	
	PH	7.99	7.78	7.53	6,5	7,84	
	MES (mg/l)	52	15	94	53	49	
	Sal (mg/l)	7.7	7.8	7.9	8	8	
Boues activé	DBO ₅	15	19	18	19	10	27
	DCO	190	151.7	160	142	154	40
	Oxygène dissous (mg/l)	1,85	6,59	4,02	8,24	5,55	3,63
	PH	7,89	8,02	7,94	8,01	8,01	8,26
	MES (mg/l)	137	162,4	152,8	167	51	49
	Sal (mg/l)	7,7	7,7	7,8	8,1	7,8	7,9

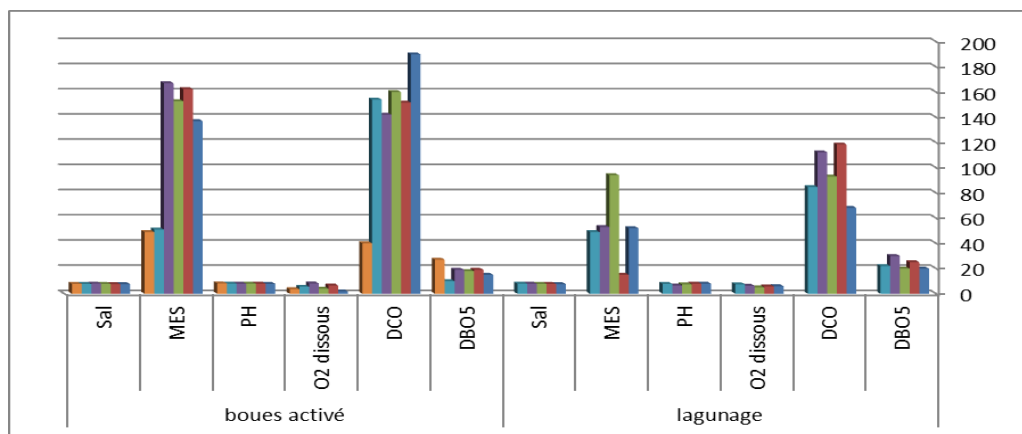


Figure (V-10): Comparaison les résultats obtenus entre deux processus biologique (boues actives et Lagunage aéré).

Selon la Figure (N°V-10) nous remarquons une différence apparaitre entre les deux méthodes dans les trois paramètres: DBO₅; DCO; Oxygène dessous.

Nous notons ici que DCO par le Boue activé plus important que lagunage aéré, contrairement pour la DBO₅ qui sera plus important dans lagunage aéré.

Cette différence entre les résultats signifie par la variété des eaux usées dans les deux régions (Touggourt et Ouargla).

L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface ou une insufflation d'air. Ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. La consommation en énergie des deux filières est, à capacité équivalente, comparable (1,8 à 2 kW/kg DBO₅ éliminée) [8].

Conclusion générale :

A travers ce travail, nous avons tenté d'étudier les performances épuratoire de la station d'épuration des eaux usées par méthode biologique (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 efficace 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.

Le lagunage aéré apparaît donc comme une technique performante dans le traitement des eaux usées sous le climat saharien, notamment au niveau des charges polluantes et celles des microorganismes.

A partir de cette étude, il est recommandé d'approfondir les études sur les performances de lagunage aéré en nous s'intéressant aux points suivantes:

- 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
- Additionner au laboratoire de la STEP les analyses bactériologiques et parasitologues pour contrôler la qualité microbiologique des eaux épurées en cas d'une valorisation.
- Résoudre le problème de prolifération intensive des algues pour augmenter les rendements d'abattement des MES.
- Un traitement tertiaire est indispensable (désinfection) pour une épuration entière des eaux.

Références bibliographiques :

[1] **BENHEDID Hadjira**, «Contribution à l'étude de la performance d'une station d'épuration des eaux usées par lagunage (Ouargla), Année Universitaire», MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE, université de OUARGLA, année : 2010/2011.

[2] **Prudencio & Bernard BAUDOT**, «PERERA PROCÉDÉS EXTENSIFS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES », Page09, année : 2001.

[3] **BEN ABD EL SLAM**, cours Traitement des eaux usées, journal, année 2014.

[4] **BEZZIOU Assai & MEKKAOUI Rima**, «Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches», Page5, mémoire MASTER ACADEMIQUE, université de OUARGLA, année : 2013

[5] **Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et col**, «l-analyse-de-l-eau-9e-edition-entierement-mise-a-jour-jean-rodie»

[6] **A. A. BEBBA**, «Chimie et Analyse des eaux», livre, année 2015/2016.

[7] **DAHOU Abderahim & BREK Adem**, «LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE PERFORMANCE EPURATOIRES CAS DE (REGION D'OUARGLA)», MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE, université de OUARGLA, page 11, 12, 13, 14, année : 25/06/2013.

[8] Observatoire de l'eau Suivi des systèmes d'assainissement collectif en Seine-et-Marne, page 7, 8, 9, 10, année : 2011.

[9] Office national d'assainissement de Saida., 2012. Document de synthèse préparé Par l'ONA de Saida concernant la réutilisation des eaux usées épurées.

Références électroniques :

[10] www.pseau.org/.../cirsee_enges_traitement_des_eaux_usees_urbaines_2002 (samedi 4 mars 2017, 20:35:12)

[11] <http://www.memoireonline.com/11/13/7935/Traitement-des-eaux-usees-urbaines-par-boues-actives-au-niveau-de-la-ville-de-Bordj-Bou-Argeridj.html> (mercredi 15 mars 2017, 22:03:06)

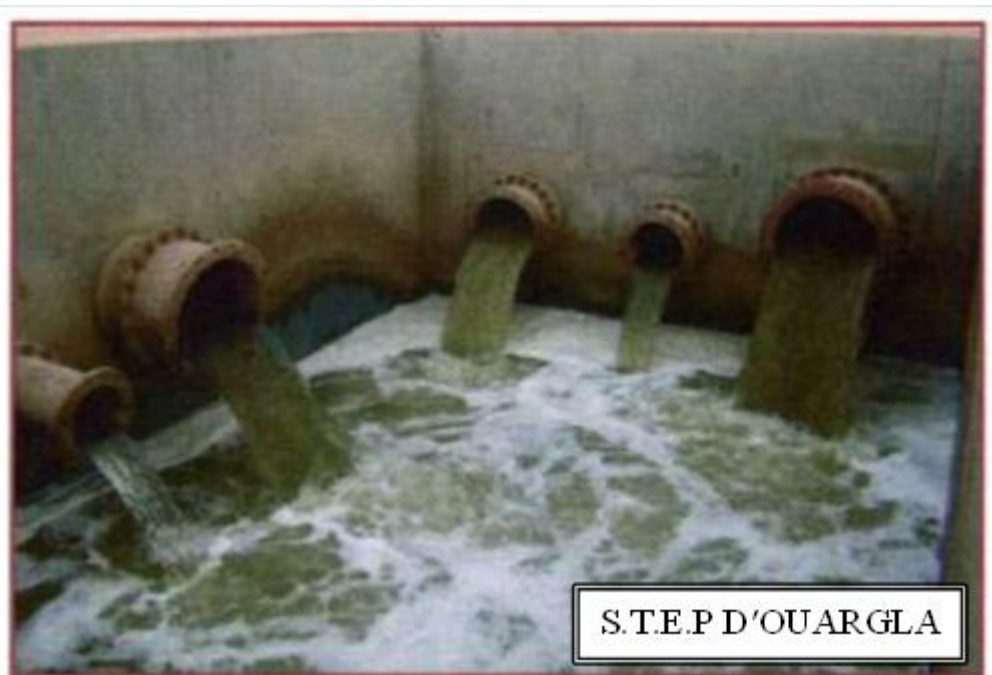
[12] <http://traitementdeseaux.fr/techniques-traitement/traitements-biologiques/> (samedi 4 mars 2017, 11:35:12)

[13] https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/cultures_fixees.php4 (samedi 14 avril 2017, 02:38:12)



Annexe

Annexe 1 : Les cinq stations de refoulement de la STEP.



Annexe 2 : Dégrilleur.



Annexe 3 : dessaleur



Annexe 4 : Répartiteur



Annexe 5: lagune d'aération de premier étage.



Annexe 6 : bassin de finition.



Annexe 10 : lits de séchage.



Tableau 01 : Résultats des analyses de DCO des eaux brutes et traitées.

Date	DCO (mg/l)	
	Eau entrée	Eau sortie
03/03/2017	438.33	68.10
12/03/2017	665	118.44
16/03/2017	478.33	205.17
23/03/2017	285	112.24
31/03/2017	810	84.65
13/04/2017	381.66	138.27
20/04/2017	351.66	130
27/04/2017	424.44	168.66
05/05/2017	420	171.55
12/05/2017	462.22	192.44

Tableau 02 : Résultats des analyses de DBO₅ des eaux brutes et traitées.

Date	DBO ₅ (mg/l)	
	Eau entrée	Eau sortie
03/03/2017	170	20
12/03/2017	340	25
16/03/2017	140	20
23/03/2017	160	30
31/03/2017	160	22
13/04/2017	130	25
20/04/2017	130	35
27/04/2017	150	35
05/05/2017	130	45
12/05/2017	140	35

Tableau 03 : Résultats des analyses des MES des eaux brutes et traitées.

Date	MES (mg/l)	
	Eau entrée	Eau sortie
03/03/2017	305	52
12/03/2017	175	15
16/03/2017	303	94
23/03/2017	377	53
31/03/2017	245	49
13/04/2017	251	51
20/04/2017	269.8	167
27/04/2017	407.8	162.4
05/05/2017	253.6	152.8
12/05/2017	319.8	137

Tableau 04 : Résultats des analyses des PH des eaux brutes et traitées.

Date	PH	
	Eau entrée	Eau sortie
23/03/2017	8.82	7.82
25/03/2017	8.22	7.97
26/03/2017	8.23	7.98
27/03/2017	8.24	7.7
28/03/2017	8.33	7.82
29/03/2017	8.16	7.84
30/03/2017	8.25	7.8
01/04/2017	8.25	8.1
02/04/2017	8.24	7,93
03/04/2017	8.24	7.95
04/04/2017	8.62	7.04
05/04/2017	8.33	7.95

Tableau 05 : Résultats des analyses des CE des eaux brutes et traitées.

Date	Cond $\mu\text{s/cm}$	
	Eau entrée	Eau sortie
23/03/2017	19320	13480
25/03/2017	25100	13590
26/03/2017	25800	13690
27/03/2017	21200	13820
28/03/2017	21320	13820
29/03/2017	16120	14010
30/03/2017	14834	14100
01/04/2017	16640	14090
02/04/2017	20700	14110
03/04/2017	11840	14280
04/04/2017	10710	14270
05/04/2017	15320	14170

Tableau 06 : Résultats des analyses des Oxygène dissous des eaux brutes et traitées.

Date	Oxygène dissous (mg/L)	
	Eau entrée	Eau sortie
23/03/2017	0,4	5,98
25/03/2017	0,58	5,76
26/03/2017	0,13	5,06
27/03/2017	0,17	6,34
28/03/2017	0,23	7,53
29/03/2017	0,03	5,92
30/03/2017	0,31	7,86
01/04/2017	0,41	7,21
02/04/2017	0,45	5,15
03/04/2017	0,45	8,22
04/04/2017	0,57	8,44
05/04/2017	0,51	8,25

Tableau 07 : Résultats des analyses des Salinité des eaux brutes et traitées.

Date	Salinité (mg/l)	
	Eau entrée	Eau sortie
23/03/2017	11,4	7,7
25/03/2017	15,2	7,8
26/03/2017	15,7	7,9
27/03/2017	12,7	8,2
28/03/2017	9,5	8,2
29/03/2017	9,8	8,2
30/03/2017	9,6	8,2
01/04/2017	12,3	8,1
02/04/2017	6,8	7,9
03/04/2017	8,9	7,8
04/04/2017	12	7,9
05/04/2017	20,7	7,7

La dilution d'échantillon :

Les réactifs que nous utilisons dans nos analyses physico-chimiques, chacun est utile par une concentration de chlorure déterminée, et puisque notre eau usée a une concentration de chlorure supérieure à celle déterminée; on fait la dilution de l'échantillon.

Tableau 08: Les concentrations en Cl^- pour les réactifs.

Paramètre	P-PO3	N-NO3	N-NO2	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.

RESUME :

Dans ce travail nous nous sommes intéressés au suivi des performances épuratoires d'un Système d'épuration des eaux usées urbaines par méthode biologique (lagunage aéré) dans le contexte d'un climat aride à savoir la région d'Ouargla.

En comparaison, nous avons fait entre les deux méthodes biologiques (lagunage aéré et boues activés), Nous avons constaté que la méthode lagunage aéré meilleur méthode le traitement des eaux usées la région saharienne comme Ouargla.

Lors de cette étude, 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.

الملخص:

في هذا العمل أهتمنا برصد نجاعة معالجة مياه الصرف الحضري بواسطة المعالجة البيولوجية (أحواض التهوية) في حالة طقس جاف كمنطقة ورقلة.

وعلى سبيل المقارنة، التي قمنا بينها بين الطريقتين (أحواض التهوية والحمأة المنشطة)، وجدنا أن أفضل طريقة لمعالجة المياه المستعملة في المناطق الصحراوية كمنطقة ورقلة هي المعالجة البيولوجية باستخدام أحواض التهوية.

في هذه الدراسة التي أجريت، تم الحصول على معدلات علاج ممتازة: 80.5 % بالنسبة لطلب البيولوجي للأوكسجين و 67.83 % بالنسبة لطلب الكيماوي للأوكسجين و 82 % بالنسبة للمواد العالقة .

نوعية المياه المعالجة تلبى المعايير الجزائري الخاصة بالمياه المستعملة.

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

الكلمات المفتاحية: المياه المستعملة، التصفية، أحواض التهوية، معايير التلوث.