

UNIVERSITE KASDI MERBEH- OUARGLA
FACULTE DE LA SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : sciences de la nature et de la vie

Filière : science agronomique

Spécialité : Protection de ressource Sol-Eau et l'environnement

Présenté par : M^{elle} OULED MOKHTAR FATMA

Thème :

**Etude de la possibilité d'utilisation des eaux épurées pour
l'irrigation (cas de la station d'El Goléa)**

Soutenu publiquement le : 10/ 07 / 2019.

Devant le jury composé de :

Président:	SLIMANI R	M.C.A	Université K.M. Ouargla
Examineur	LADJICI A	M.C.B	Université K.M. Ouargla
EXAMINATEUR	SAGGAI .M.	M.A.A.	Université K.M. Ouargla
PROMOTEUR	TOUIL Y	M.C.A	Université K.M. Ouargla
Co-promoteur	GHERAIRE.F.	docteur	Université K.M. Ouargla

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Au terme de cette étude, nous remercions avant tout, Dieu tout puissant de nous avoir guidé durant toutes nos années de formation et nous avoir permis la réalisation de ce présent travail.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à

Mr. Touilyoucef, pour ces orientations, ces conseils très bénéfiques et encourageants et leur bon encadrement.

Je remercie mon co-promoteur M^{elle} Gherairi Fatiha. qui a bien voulu, par son aimable bienveillance Nos remerciements profonds s'adressent également à M^r.

A Mr. Bounamaa .A. Qui aide moin à ce présent travail.

Je remercie Mr. Zargate M. pour leur aide de la collectes des quelques donnés.

Nos plus grands respects à tout les enseignant de 2^{eme} année master protection des ressources sol-eau-environnement.

Je remercie mes collègues de la promotion, de la cité universitaire qui ont rendu les années d'étude plus belles et plus bénéfiques.

Enfin je remercie tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

OULED MOKHTAR FATMA

Dédicace

*Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné le
courage*

*Pour achever ce modeste travail que je dédie :
A mes parents, grâce à leurs tendres encouragements
et leurs
Grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux
et*

*Propice à la poursuite de mes études. Que dieu leur
procure*

Bonne santé et longue vie.

A mes grandes mères

A mes chères soeurs.

A mon cher frère Mohamed amine.

A mes chers beaux parents.

A mes belles soeurs.

A toute ma famille, et mes amies.

A tous les étudiants de la promotion 2018-2019

*A tous les enseignants qui ont participé à ma
formation.*

O.fatma

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau (I-1) : Composition moyenne d'un effluent domestique	10
Tableau (III-1) : Normes de réutilisation des eaux usées épurées	24
Tableau (III-2) : Les paramètres microbiologiques	24
Tableau (III-3) : Les paramètres physico-chimiques	25
Tableau (III-4) : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	26
Tableau (IV -1) : des Données climatiques de la région d'El-Goléa (2008-2019)	38
Tableau (IV -2) : Caractéristiques du dégrilleur	43
Tableau (IV -3) : Caractéristiques de la bande transporteuse	44
Tableau (IV -4) : Caractéristiques de dessableur - déshuileur	45
Tableau (V -1) : La variation de la conductivité électrique (uS/cm) en fonction des points des prélèvements	52
Tableau (V -2) : La variation des concentrations de DBO5 en fonction des points des prélèvements	52
Tableau (V -3) : La Variation de concentration de DCO en fonction des points des prélèvements	53
Tableau (V -4) : Les valeurs de la biodégradabilité (DCO/DBO5) des eaux usées brutes de la STEP d'EL Goléa	54
Tableau (V -5) : présente le cycle végétatif et les besoins en eau totales de quelques cultures	64

Liste des figures

Figures	Page
Figure (II-1): Les étapes de prétraitements des eaux usées	13
Figure (II-2): Système de Décantation	13
Figure (II-3): Système de Coagulation-floculation	14
Figure (II-4): Système de la filtration	14
Figure (II-5) : lagunage naturel	17
Figure (II-6): Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical	20
Figure (III -1) : Différents types de réutilisation dans le monde	22
Figure (IV -1) : présentation géographique d'El-Goléa et des zones agricoles	36
Figure (IV -2) : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'El Goléa	40
Figure (IV -3) : la station d'épuration de la ville d'El Goléa	42
Figure (V-1) : représente la localisation de périmètre d'El-BOUR par Google Earth	57
Figure (V-2) : Age des exploitants.	59

Liste des potos

Abréviation	Signification	Page
Photo (IV -1) :	bassin de dégazage	43
Photo (IV -2) :	dégrilleur	43
Photo (IV -3):	benne des sables	44
Photo (IV -4):	benne de déchets	44
Photo (IV -5) :	dessableur- déshuileur	45
Photo (IV -6):	répartiteur principal	46
Photo (IV -7):	répartiteur secondaire	46
Photo (IV -8) :	bassin anaérobie du lagunage de la STEP	45
Photo (IV -9) :	bassin facultatif du lagunage de la STEP	47
Photo (IV -10) :	Bassin de maturation du lagunage de la STEP	48
Photo (IV -11) :	lits de séchage	49
Photo (IV -12) :	échantillonnage d'eau à analyser	51
Photo (V-1) :	représenté les Palmier dattier	61
Photo (V-2) :	culture fourragère (orge)	61
Photo (V-3) :	Système d'irrigation par aspersion	63
Photo (V-4):	Système d'irrigation de goutte à goutte	63

ONA	Office National de l'Assainissement
STEP	Station d'Épuration des eaux usées
DBO5	Demande Biologique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
OMS	Organisation mondiale de la santé
FAO	Food and Agriculture Organisation

Liste des abréviations

Table de matière

	Page
Introduction générale	
Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées	
Introduction	06
I.1.Généralités sur les eaux usées	06
I.1.1.Définition	06
I.1.2.Les types des eaux usées	06
I.1.2.1.Les eaux usées domestiques	06
I.1.2.2.Les eaux usées industrielles	06
I.1.2.3.Les eaux usées agricoles	07
I.1.2.4.Les eaux usées pluviales	07
I.1.3. Les Caractérisation des eaux usées	07
I.1.3.1.Les Caractéristiques physiques	07
I.1.3.1.1.La température	07
I.1.3.1.2.La turbidité	08
I.1.3.3. Les matières en suspension (MES)	08
I.1.4. Paramètres physique	09
I.1.4.1. conductivité	09
I.1.4.2.Le potentiel d'Hydrogène (pH)	09
I.15. Paramètres chimique	
I.1.5.1.a demande chimique en oxygène DCO	09
I.1.5.2.La demande biochimique en oxygène après cinq jours (DBO ₅)	09
I.1.5.3.L'indice de biodégradabilité	11
Chapitre II : Différents Procédés d'Épuration des Eaux Usées	
Introduction	12
II .1.Prétraitement	12
II .1.1.Dégrillage	12
II .1.2.Dessablage	12
II .1.3.Dégraissage – déshuilage	12
II .2.Traitement primaire (traitement physico-chimique)	12
II .2.1. Décantation	13
II .2.2.Coagulation-floculation	13
II .2.3.Filtration	14
II .2.4.traitement biologique (traitement secondaires)	14
II .2.4.1.Procédés biologiques intensifs	15
II .2.4.1.1.Les traitements par les boues activées	15
II .2.4.1.2.Les traitements par les lits bactériens	15
II .2.4.1.3.Les traitements par les disques biologiques	15
II .2.4.2.Procédés biologiques extensifs	16
II .2.4.2.1.traitement par lagunage	16
a. Définition	16
b.Principe	16
c.fonctionnement	17

II.2.4.2.2.Les différents types de lagunage	17
a. Lagunage naturel	17
b. Les étages de lagunage naturel	17
b.1. Lagune anaérobie	17
b.2. Lagune facultative	18
b.3. Lagune de maturation	18
c. Les facteurs influençant le pouvoir épuratoire	18
c.1. Les facteurs climatiques	18
c.1.1. Radiations solaires	18
c.1.2. Température	18
c.1.3. Le vent	18
c.1.4. Evaporation	18
D. Les facteurs physiques	19
D.1. La forme, la Profondeur et le volume des bassins	19
D.2. Le temps de séjour	19
D.3 Le pH	19
E. Les facteurs chimiques	19
E.1. La charge organique	19
E.2. La composition en sels minéraux	19
F. Lagunage à microphytes	19
G Lagunage à macrophytes	20
H. Lagunage aérée	20
Les traitements tertiaires	20

Chapitre III : La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture

III .1. Réutilisation des eaux usées épurées	22
III 1.1. Dans le monde	22
III 1.2. En Algérie	22
III .2. Les Risques Liés à la Réutilisation Agricole des Eaux Epurées	23
III 2.1. Le Risque Microbiologique	23
III .2.2. Le Risque Chimique	23
III .2.3. Le Risque Environnemental	23
III .3. Effets sur le Sol	24
III .4. Les normes de réutilisation des eaux usées épurées	24
III .5. Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation	25
III .6. Les cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux usées épurées	27
III .6.1. Liste des cultures autorisées	27
III .7. Le sol	28
III.7.1. Propriétés physiques et chimiques du sol	28
III. 7.1.1. La Texture	28
III .7.1.2. La structure	29
III .8. Les techniques d'irrigation	29
III .8.1. Les types d'irrigation gravitaire	29
III .8.1. L'irrigation par planche (irrigation par ruissellement)	29
III .8.1.2 . L'irrigation par raie	29
III .8.1.2.1. L'irrigation par siphon	29
III .8.1. 2.2. L'irrigation par gaines souples	30
III .8.2. Les avantages d'irrigation gravitaire	30

III .8.3. Les inconvénients d'irrigation gravitaire	30
III .8.4. Les types d'irrigation par aspersion	30
III .8.4.1. Les avantages d'irrigation par aspersion	30
III .8.4.2. Les inconvénients d'irrigation par aspersion	31
III .8.5. Les types d'irrigation par goutte à goutte	31
III .8.5.1. Les avantages d'irrigation de la goutte à goutte	32
III .8.5.2 . Les inconvénients d'irrigation par goutte à goutte	32
Chapitre IV : Matériels et Méthodes	
IV.1. Présentation du site d'étude	35
IV.1.1. Situation et limites géographiques du site d'étude	35
IV.1.1.1. Coordonnées géographiques	35
IV.1.1. 2. Limites Géographiques	35
IV.2. Composants abiotiques de la région d'El-Goléa	36
IV.2.1. Agro-Pédologie	36
IV.2.1.1. Hydraumorphie	36
IV.2.1.2. Homomorphie (salinité)	37
IV.3. hydrogéologie de la région d'El-Goléa	37
IV.3.1. Nappe phréatique	37
IV.3.2. Nappe albienne	37
IV.3.3. Qualité de l'eau	37
IV.4. Données climatiques	37
IV.4.1. Température	38
IV.4.2. Précipitations	38
IV.4.3. Les vents	38
IV.4.4. Humidité relative de l'air	38
IV.4.5. L'évaporation	38
IV.4.6. Insolation	38
IV.5. Station d'épuration des eaux usées de la ville d'El Goléa	39
IV.5.1. Description de la STEP de la ville d'El Goléa	39
IV.5.2. Les différentes étapes de traitements	40
IV.5.2. 1. Prétraitements	40
IV.5.2. 2. Bassin de dégazage	41
IV.5.2. 3. Le Dégrillage	41
IV.5.2. 4. Le dessableur- déshuileur	42
IV.5.2. 5. Déshuilage	42
IV.5.2. 6. Le dessablage	43
IV.5.2. 7. Ouvrage de répartition	44
IV.5.2. 8. traitement biologique	44
IV.5.2. 9. Lagunes anaérobies (le 1 ^{er} étage)	44
IV.5.2. 10. Lagunes facultatifs (2 ^{ème} étage)	45
IV.5.2. 11. Les bassins de maturation (3 ^{ème} étage)	46
IV.5.2. 12. Le rejet des eaux épurées	46
IV.5.2. 13. Lits de séchage	46
IV.6. Matériels et Méthodes de travail	47
IV.6.1. Le prélèvement, conservations et le transport	47
IV.7. Analyses physico-chimiques	48
IV.7.1. Mesure de la conductivité	49
IV.7. 2. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)	49

IV.7.3. Mesure de la demande biologique en oxygène après 5 jours (DBO5)	50
Chapitre V : Résultats et discussion	
V.1. La Conductivité électrique	52
V.2. Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	52
V.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	53
V.4. Le Rapport de biodégradabilité	54
V.5. Le rendement épuratoire de la (DBO5)	55
V.6. Le rendement épuratoire de DCO	55
Conclusion	56
V.7. Le choix du périmètre agricole	57
V.7.1. Zone d'étude	57
V.1.2. L'état de lieu de périmètre agricole d'EL-BOUR	57
V.1.3. La description du périmètre	57
V.1.3.1. La salinité	58
V.1.3. 2. L'ensablement	58
V.1.3. 3. Le Sol	58
V.1.3. 4. Ressources en eaux	58
V.1.3. 5. Les clôtures des exploitations de périmètre	59
V.1.3. 6. Le travail de sol au niveau des exploitations de périmètre	59
V.7. 4. Age des exploitants	59
V.7. 5. Nature de l'activité et niveau d'instruction	60
V.7. 6. Typologie des cultures pratiquées dans le périmètre agricole	60
V.7. 6. 1. Palmier dattier	60
V.7. 6. 2. Cultures fourragères	61
V.7. 6. 3. Cultures maraîchères	61
V.7. 7. Systèmes d'irrigation	62
V.7. 7. 1. Technique d'irrigation par surface	62
V.7. 7. 2. Technique d'irrigation par planche	62
V.7. 7. 3. Technique d'irrigation par cuvette	62
V.7. 7. 4. Technique d'irrigation par aspersion	62
V.7. 7. 5. Technique d'irrigation localisée (goutte à goutte)	63
V.8. Les estimations des superficies à irriguer	64
V.8. 1. L'estimation de la surface irrigable pour les arbres de citron	64
V.8. 2. L'estimation de la surface irrigable pour les arbres d'oranges	65
V.8. 3. L'estimation de la surface irrigable pour les palmiers dattier	65
V.9. Le choix du type d'irrigation	66
V.10. Principaux critères de qualité à respecter pour l'irrigation	66
V.11. Critères de stockage et de distribution	67
Conclusion générale	68
Références bibliographiques	69

Introduction générale

Introduction générale :

La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où l'eau doit répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures (OMS, 2012).

Selon ESSAHLAOUI (2011), Les ressources en eau souterraine représente une source important d'eau dans le monde en général et dans les zone arides et semi-aride en particulier. Ces eaux jouent un rôle déterminant dans le développement socio-économique aussi bien au niveau local, régional que national, ainsi elles constituent une source d'alimentation en eau potable, en eaux industrielles, et apportent une contribution considérable au développement de l'irrigation. Les études ont estimé que, dans les 50 années à venir, plus de 40 % de la population mondiale vivra dans des pays confrontés à un stress hydrique ou à la rareté de l'eau (HINRICHSSEN et al, 1998 in OMS, 2012).

Les ressources en eau de l'Algérie sont limitées, elles sont évaluées à 19,2 milliards de m³, dont 12,4 milliards de m³ d'eau de surface. Les besoins en eau à l'horizon 2020 s'élèveront à plus de 8.3 milliards de m³ par an. Ce qui représente près du double du volume actuellement mobilisable (BOUALLA, 2011).

La pollution des ressources en eau constitue une menace pour la santé publique, l'environnement et l'équilibre écologique. L'épuration des eaux usées est donc une nécessité impérieuse si on veut protéger nos ressources en eau et également pour les augmenter par le recyclage des eaux usées épurées en vue de leur utilisation à des fins industrielles ou agricoles.

DADI (2010), à souligné que dans les régions arides et semi-arides, les variations dans les précipitations accompagnées par des périodes de sécheresse successives engendrent des impacts à long terme sur la disponibilité des eaux pour les agriculteurs (KHOURI et al, 1994). Pour cela, d'un point de vue quantitatif, les eaux usées sont une source d'eau toujours disponible étant donné que la consommation d'eau propre ne s'arrête pas. En effet, les eaux usées épurée peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel (BOUCHET, 2008).

Les eaux usées sont celles rejetées par les collecteurs, puis acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées. Après traitement, on les appelle des eaux usées épurées (**O.R.S, 2004**). Le traitement est presque pour obtenir une eau hygiénique, donc propre à n'importe quel mode d'utilisation (**DETAY, 1997**). La réutilisation des eaux usées épurées propose de leur appliquer un nouveau traitement et de s'en servir pour toutes sortes d'usages, cette notion agit à deux niveaux : premièrement, elle évite les rejets d'eaux issues de stations d'épuration dans le milieu naturel, et deuxièmement, elle constitue un approvisionnement supplémentaire (**O.R.S, 2004**).

L'intérêt de l'épuration des eaux usées en Algérie n'est pas seulement de lutter contre la pollution, mais aussi d'assurer une nouvelle ressource en eau, qui va soulager la crise de pénurie d'eau, surtout dans le domaine de l'irrigation agricole. Le nombre de station d'épuration en exploitation est de 102 (52 STEP et 50 lagunes) pour une capacité installée actuelle de 570 hm³/an, donc le lagunage couvre presque la moitié des systèmes d'épuration utilisée en Algérie (**MESSAHEL et al, 2007**).

Le lagunage est généralement utilisé dans le traitement secondaire des eaux usées en zone rurale, on les réalise par aménagement des dépressions naturelles ou par creusage, ou érection d'une digue imperméable. Si le fond est perméable il faut le recouverte par un film de plastique ou d'une couche de bentonite pour ne pas polluer la nappe souterraine (**Gaid, 1984**). Parmi les avantages de lagunage naturel : le Faible coût d'exploitation, la bonne intégration paysagère, et la bonne élimination des pathogènes (**Racault, 1997**). Le lagunage est le procédé le plus adapté dans les milieux ruraux par sa simplicité. Mais la question qui se pose : est-ce que la qualité des eaux épurées par ce système est adéquate avec les normes destinée de la réutilisation agricole ?

Actuellement, dans la région d'El Goléa, la réutilisation agricole des eaux usées épurées n'est pas pratiquée au niveau des périmètres agricole mais elle est restée en phase d'étude.

C'est dans ce volet d'étude que s'insère notre recherche, cette dernière s'intéresse à l'étude de la possibilité de la réutilisation agricole des eaux usées épurées pour l'irrigation. Ainsi afin de bien mener cette modeste prospection plusieurs sorties ont été faites sur le site d'étude en contribution avec les différents organismes locaux on cite, l'ONA (Office National d'Assainissement), la Direction de l'Hydraulique, l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques), l'ADE (Algérienne des Eaux) et la D.S.A. (Direction Des Service Agricoles).

Cette étude est organisée en trois parties complémentaires : la première partie sera consacrée à une revue bibliographique qui fera le point sur la présentation des quelques notions concernant les eaux usées et leur traitements et la réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture, La deuxième partie concernera l'étude expérimentale, elle comporte deux chapitres. Chapitre de matériels et méthode et chapitre sera consacrée à une synthèse des résultats et discussions. Enfin conclusion générale.

La problématique de l'eau est indissociable du développement durable dans la mesure où l'eau doit permettre de répondre aux besoins des générations actuelles sans hypothéquer, la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux Souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigue et l'industrie.

La gestion des ressources en eau, en quantité et en qualité, reste au centre des Préoccupations du pays compte tenu de l'insuffisance des ressources qui est souvent aggravée par la sécheresse.

L'agriculture, de façon générale, est une grande consommatrice d'eau, qui dans les conditions arides et semi arides.

Les eaux usées 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.

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.

En général, le traitement des eaux usées se fait en plusieurs étapes. Ce traitement a pour objectif de débarrasser l'eau de certaines matières organiques, matières solides, nutriments, organismes pathogènes et autres polluants, ou d'en réduire la quantité, avant d'être rejetées dans l'environnement ou réutilisée.

Réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture doit répondre à les caractéristiques respectent les valeurs limites imposées par des textes de lois et inscrites dans des tableaux de

normes.3

Notre travail vise la contribution à l'étude de la performance épuratoire de la station d'épuration par lagunage aéré à **el Goléa** 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?

L'objectif principal du présent travail intitulé « la possibilité de Réutilisation des eaux usées dans l'agriculture

D'autres objectifs sont aussi visés dans ce travail :

- La présentation des problématiques de l'irrigation

Les avantages et les inconvénients engendrés par la réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur agricole.

Partie Bibliographique

Chapitre I :
Généralités sur les eaux
usées

Introduction :

L'eau est une richesse nécessaire à toutes les activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau utilisée est dégradée et polluée. Les rejets liquides domestiques et industriels peuvent nuire l'environnement et la santé publique. Cependant si l'eau est préalablement traitée, elle trouve d'autres utilisations surtout dans le domaine Agricole (**Tamrabet, 2011**).

Au cours de ce chapitre, on va définir les eaux usées et les types des eaux usées en présentant leurs caractéristiques physicochimiques.

I.1. Généralités sur les eaux usées :**I.1.1. Définition :**

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance (**Metahri, 2012**).

I.1. 2. Les types des eaux usées :

Généralement, on distingue plusieurs grands types d'eaux usées :

I.1. 2.1. Les eaux usées domestiques :

Elles sont constituées des eaux grises et des eaux vannent. Les eaux grises sont les eaux des baignoires, douches, lavabos, éviers, machines à laver. Les eaux-vannes ou eaux ménagères font références aux sous-produits de la digestion. Les volumes d'eau prélevés par habitant sont très élevés, Les machines à laver ou les laves vaisselles, le lavage des voitures ou encore les chasses d'eau consomment de grandes quantités d'eau (**MOUSSAOUI et al., 2015**).

I.1. 2.2. Les eaux usées industrielles :

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production, par conséquent, elles sont constituées de divers déchets engendrant des rejets, très souvent pollués (**Satin et Salmi 1999**).

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures (MOUSSAOUI et al, 2015).

I.1. 2.3. Les eaux usées agricoles :

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau, Ces eaux sont considérées comme usées, car elles sont chargées de constituants contenus dans les engrais, en plus des composantes issues du lessivage du sol (Claude Gros, 1999).

Provenant de l'élevage, dont les fumiers et lisiers, riches en matières organiques azotées, mais dont certains composés, les nitrates par exemple, peuvent être entraînés, en raison de leur grande solubilité, par les eaux de lessivage et de percolation (Satin et Salmi, 1999).

I.1. 2.4. 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 du réseau 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. Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec en plus, des métaux lourds et des éléments toxiques provenant essentiellement de la circulation automobile (Satin et Salmi, 1999).

I.1. 3. Les Caractérisations des eaux usées :

Les eaux usées sont caractérisées à travers des paramètres indicateurs de pollution. On peut les représentes comme suit :

I.1.3.1. Les Caractéristiques physiques :

I.1.3.1.1. La température : la température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique.

La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C (**Rejsek, 2002**).

I.1.3.1.2. La turbidité : la turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau (**Rejsek, 2002**).

I.1.3.1.3. Les matières en suspension (MES) : elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. Les MES s'expriment par la relation suivante :

$$\text{MES} = 30\% \text{ MMS} + 70\% \text{ MVS}$$

- ✓ Les matières volatiles en suspension (MVS): Elles représentent la fraction organique des MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS en (mg/l) d'une eau ;
- ✓ Les matières minérales (MMS): Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec » constitué à la fois par les matières en suspension et les matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des matières minérales en suspension dans l'eau augmente la turbidité, réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau, entraînant ainsi une chute en oxygène dissous et freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la réaération de l'eau. Ce phénomène peut être accéléré par la présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène (**Rejsek, 2002**).

I.1. 4. Paramètres physiques

I.1.4.1. Conductivité : la conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (**Rejsek, 2002**).

I.1.4.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH) : les organismes sont très sensibles aux variations du pH, et un développement correct de la faune et de la flore aquatique n'est possible que si sa valeur est comprise entre 6 et 9.

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution biodisponible et donc leur toxicité. Le pH joue un rôle important dans l'épuration d'un effluent et le développement bactérien. La nitrification optimale ne se fait qu'à des valeurs de pH comprises entre 7,5 et 9 (**Rejsek, 2002**).

I.1. 5. Paramètres chimiques**I.1.5.1. La demande chimique en oxygène DCO**

La méthode de dosage de la DCO est essentiellement basée sur la mesure de la consommation en oxygène nécessaire à sa dégradation.

La DCO est exprimée en mg.l^{-1} d'oxygène équivalente à la quantité de dichromate de potassium consommée par les matières dissoutes et en suspension, lorsqu'on traite un échantillon d'eau avec cet oxydant dans des conditions définies par les normes (**GAÏD, 1993 ; Dégrement, 1989**).

L'avantage des mesures DCO c'est qu'elles sont obtenues très rapidement (dans les 2 heures), mais ils ont l'inconvénient de ne pas donner d'informations sur la proportion des eaux usées qui peuvent être oxydées par des bactéries, ni la vitesse à laquelle la biooxydation se produit (**Duncan, 2003**).

I.1.5.2. La demande biochimique en oxygène après cinq jours (DBO₅)

Demande biochimique en oxygène (DBO₅)- c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation d'une eau usée par des bactéries. C'est donc une mesure de la concentration de matière organique dans un déchet qui peut être oxydé par des bactéries (« bio-oxydé » ou « biodégradé »).

La DBO₅ est habituellement exprimée sur 5 jours, 20 ° C - c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée pendant l'oxydation des eaux usées pendant 5 jours à 20 ° C. La DBO

de 5 jours (généralement écrit « DBO5 ») est facilement mesurée (Duncan, 2003).

La DBO5 est exprimée en mg.l^{-1} (Badia, 2003 ; Duncan, 2003). La qualité des eaux usées se détermine par des analyses et des mesures physicochimiques et biologiques bien déterminées ; pour une eau usée domestique les caractéristiques physicochimiques sont représentées dans le tableau (I-1).

Tableau (I-1) : Composition moyenne d'un effluent domestique (Rejsek, 2002).

Paramètres	Valeurs
Ph	7.5 à 8.5
DBO5	100 à 500 $\text{mg O}_2/\text{L}$
DCO	300 à 1000 $\text{mg O}_2/\text{L}$
MES	100 à 400 mg /L
NK	30 à 100 mg /L
N-NH ⁺	I 80 mg /L

I.1.4.5.L'indice de biodégradabilité :

La détermination du procédé d'épuration à appliquer se fait sur la base du coefficient de biodégradabilité « K » défini par le rapport

$$K = \text{DCO} / \text{DBO5} \text{ [2]}. \text{ (I- 01)}$$

En général si :

- toute la matière organique est biodégradable ; $1=K$
- l'épuration biologique s'effectue normalement ; $1 < K < 2.5$
- le traitement biologique est associé à un traitement physicochimique
 $2.5 < K < 3$
- un traitement physicochimique est envisagé. $K > 3$

Chapitre II:
Différents Procédés d'Épuration
des Eaux Usées

Introduction :

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physiques, chimiques et biologiques, en dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre au minimum d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée selon le degré d'élimination de la pollution et les procédures mis en œuvre, quatre niveaux de traitement sont définis : (1)-prétraitement, (2)-traitement primaire, (3)-traitement secondaire (4)- le traitement tertiaire (facultatif) (**HAMMADI , 2017**).

II .1.Prétraitement :

En tête d'une station d'épuration, ils ont pour but de retenir les matières séparables par des procédés simples : les matières volumineuses au moyen de grilles, les sables dans des dessableurs, les produits moins denses que l'eau et les matières flottantes les plus grossières par des installations de dégraissage. Ces procédés facilitent les opérations ultérieures telles que pompage, digestion, traitements mécaniques des boues, au cours desquelles on peut craindre l'engorgement et l'abrasion des appareils.

II .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**).

II .1.2.Dessablage :

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

II .1.3.Dégraissage – déshuilage :

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**).

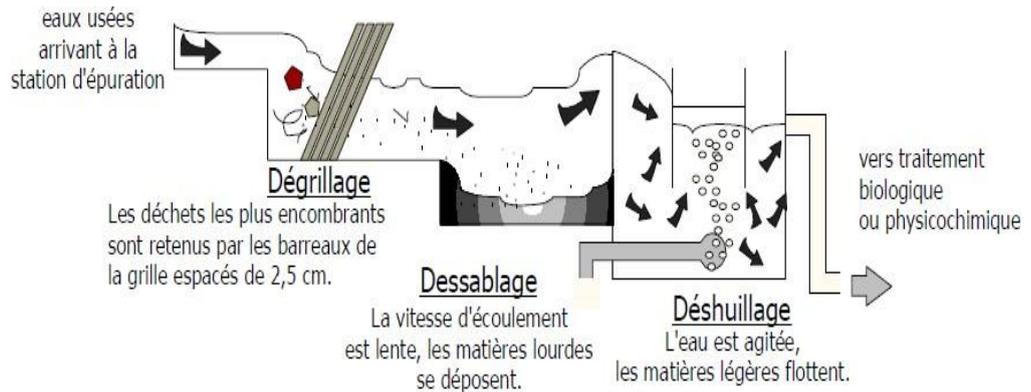


Figure (II-1): Les étapes de prétraitements des eaux usées (w 1)

II.2.Traitement primaire (traitement physico-chimique) :

II.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).

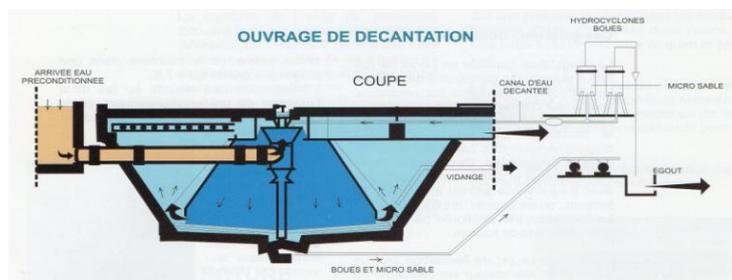


Figure (II-2): Système de Décantation (w 2)

II.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).

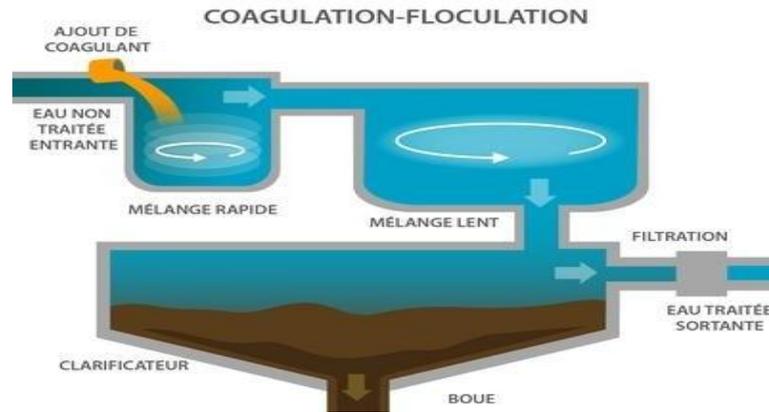


Figure (II-3): Système de Coagulation-floculation (w 3)

II.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).

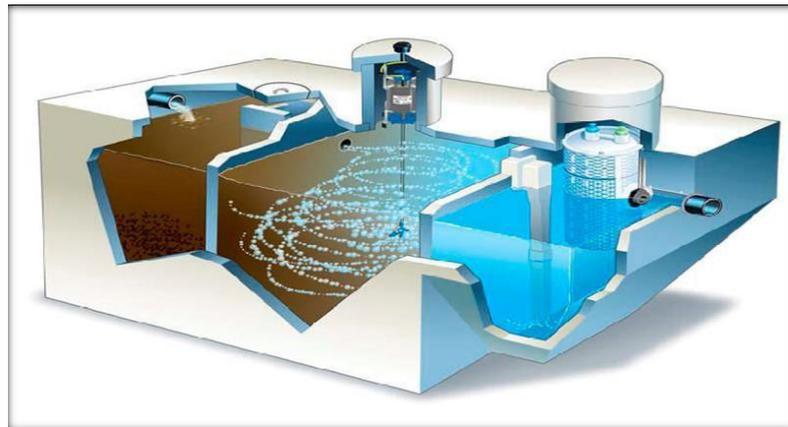


Figure (II-4): Système de la filtration (w 4)

II.2.4.Traitement biologique (traitement secondaires) :

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).

II.2.4.1. 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).

II.2.4.1. 1. Les traitements par les boues activées :

Le procédé d'épuration biologique par les boues activées consiste à provoquer le développement de colonies bactériennes dispersées en flocons, dans un bassin d'eau à épurer qui est suffisamment alimenté en oxygène, ces bassins appelés aussi bassins d'oxydation (Satin et Salmi, 1999).

Dans le bassin de décantation, on effectue un brassage pour homogénéiser, en présence d'un gaz enrichie en oxygène, les eaux usées et les flocons bactériens. La matière organique est absorbée par le floc et transformée en produit aérobie.

Après un temps de contact suffisant, le mélange obtenu est évacué vers un décanteur (un clarificateur), destiné à séparer l'eau épurée, des boues obtenues. La réduction de la DBO5 et de l'ordre de 60 à 85% (Satin et Salmi, 1999).

II.2.4.1. 2. Les traitements par les lits bactériens :

Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre de 4 à 5 mètres d'hauteurs dans laquelle se trouve un matériau poreux.

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

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent, s'appauvrissent progressivement au cours de son trajet (MONCHY, 1978)

L'utilisation de ce procédé peut aboutir à des résultats appréciables tels que :

- DB05 :<9 35mg/l-1
- DCO :< 125mg/l-1
- MES :<9 30mg/l-1

II.2.4.1. 3. Les traitements par les disques biologiques :

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

Il est caractérisé par :

- La profondeur d'immersion des disques (généralement deux mètres);
- La vitesse de rotation de l'arbre qui doit être optimale pour permettre une aération et une fixation des bactéries convenable ;
- La température doit être comprise entre 15 et 29°C (GAID, 1984).

II.2.4.2. 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).

II.2.4.2.1. Traitement par lagunage :**a. Définition :**

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, ou traitement assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies impliquant un large éventail de microorganismes (essentiellement des algues et des bactéries). Le lagunage consiste en succession des bassins peu profonds, il permet de traiter : la pollution carbonique, pollution bactériologique, et partiellement d'azote et phosphore, (Bouhana, 2014).

b. Principe :

Le lagunage consiste à établir un écoulement lent par gravité des eaux usées dans plusieurs bassins de rétention peu profonds en éliminant le risque d'infiltration dans les eaux souterraines. L'épuration efficace s'obtient en faisant passer l'eau successivement dans les différents bassins. Chacun ayant une fonction différente dans l'épuration. L'eau est filtrée par une succession de plantes aquatiques, de microplanctons et par du gravier. Elle est ensuite dispersée via un drain de dispersion, (Félix et al, 2013).

c. **Fonctionnement** : Le lagunage est une technique d'épuration des eaux usées basée sur la filtration naturelle des eaux par des chaînes alimentaires aquatiques. Une station de lagunage, c'est d'abord une succession de bassins (de 3 à 5) de 0,40 m à 1,20 m de profondeur dans lesquels les eaux usées s'écoulent par gravité. Elles y séjournent pendant plusieurs semaines pendant lesquelles les éléments polluants vont se décomposer. Il est nécessaire d'utiliser des fosses ou des bassins de prétraitement (dégraisseurs, déshuileurs, dessaleurs...). Les eaux usées finissent leur parcours dans une mare « naturelle » dans laquelle on introduit des espèces animales sensibles, indicateurs biologiques de la qualité de l'eau (anodonte, mollusque, épinoche) (Félix al et, 2013).

II.2.4.2.2. Les différents types de lagunage :

a. Lagunage naturel :

Les eaux usées admises sur un lagunage naturel sont dégradées par un écosystème constitué essentiellement d'algues microscopiques, de bactéries aérobie et anaérobie et une microfaune adaptée. L'oxygène dissout nécessaire à la respiration bactérienne est produit uniquement grâce aux mécanismes photosynthétiques en présence de rayonnement solaire (Gregorio *et al*, 2007).

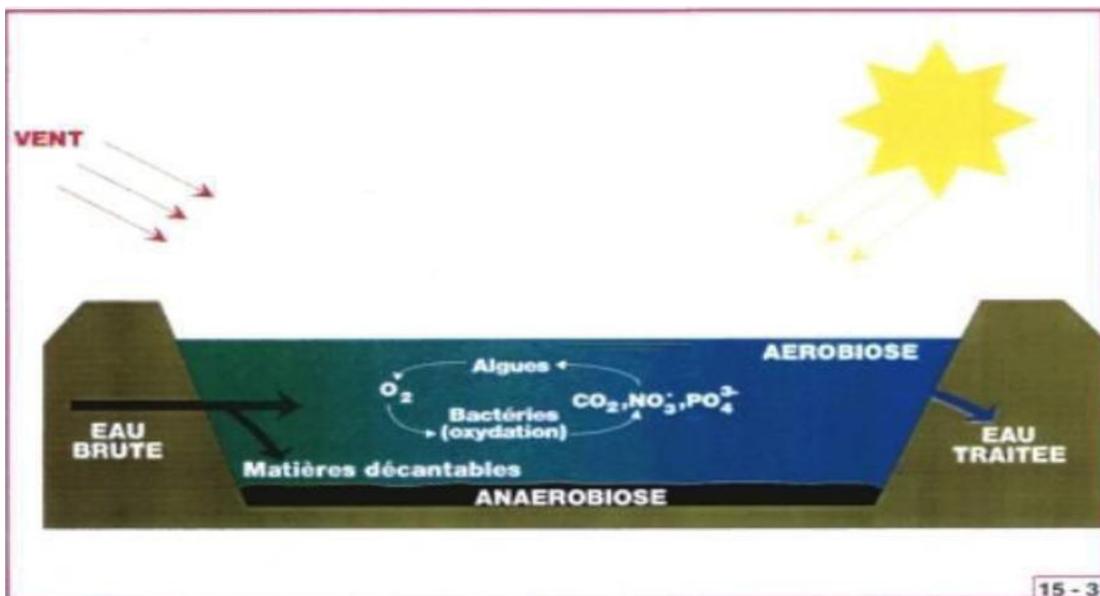


Figure (II-5) : lagunage naturel (BECHAC *et al*, 1983)

b. Les étages de lagunage naturel :

b.1. Lagune anaérobie:

Les lagunes anaérobies sont utilisées en tête d'installation dans le cas d'un effluent concentré, qui en plus d'une décantation primaire, sont le siège d'un traitement bactérien anaérobie d'autant plus efficace que la température est élevée (Achouri, 2003).

La lagune anaérobie bassin profond (profondeur de l'ordre de 3 à 4 m) dans lequel s'établit un processus de fermentation anaérobie allant jusqu'à la méthanisation et entraînant un abattement partiel de la matière organique soluble. Le temps de séjour de l'eau y est de l'ordre de 3 à 10 jours sous nos climats selon les objectifs (**Racault, 1997**).

b.2. Lagune facultative:

La lagune facultative est un bassin peu profond (1 à 1,5 m localement) comportant une zone anaérobie en fond de bassin et une zone aérobie en surface dont l'épaisseur varie en fonction des conditions météorologiques et suivant la saison. Le temps de séjour est de 15 à 30 jours (**Racault, 1997**).

b.3. Lagune de maturation:

La lagune de maturation concerne un bassin peu profond (environ 1 m) où la faible charge organique appliquée permet, en période diurne, l'établissement d'une zone aérobie couvrant une large fraction de la hauteur d'eau. L'objectif de cette lagune est de détruire les microorganismes pathogènes. Leur temps de séjour varie entre 4 à 12 jours (**Racault, 1997**).

C. Les facteurs influençant le pouvoir épuratoire :

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

C.1. Les facteurs climatiques**C.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**).

C.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**).

C.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

C.1.4. Evaporation :

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

D. Les facteurs physiques :**D.1. La forme, le Profondeur et le volume des bassins :**

La forme des bassins doit être hydrodynamique pour faciliter la circulation des effluents 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).

D.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).

D.3. 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).

E. Les facteurs chimiques :**E. 1. 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).

E. 2. 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).

F. Lagunage à micropyles :

Le principe consiste à faire passer les eaux usées à travers des lagunes non plantées, qui sont réservées au développement du plancton. Le métabolisme algal s'accompagne d'une forte production d'oxygène qui est utilisé par les bactéries aérobies pour la minéralisation des composés organiques. Les algues utilisent le gaz carbonique libérés pour la photosynthèse (Bachi, 2010).

G.Lagunage à macrophytes :

Il est constitué de plantes telles que les roseaux et les massettes. Les bassins sont généralement de plus faible surface et moins profond 0,6 à 0,8m ou la charge polluante est plus faible. L'effet épuratoire est dû principalement à la faculté de ces plantes d'extraire les éléments nutritifs de la colonne d'eau (Doulye, 2002).

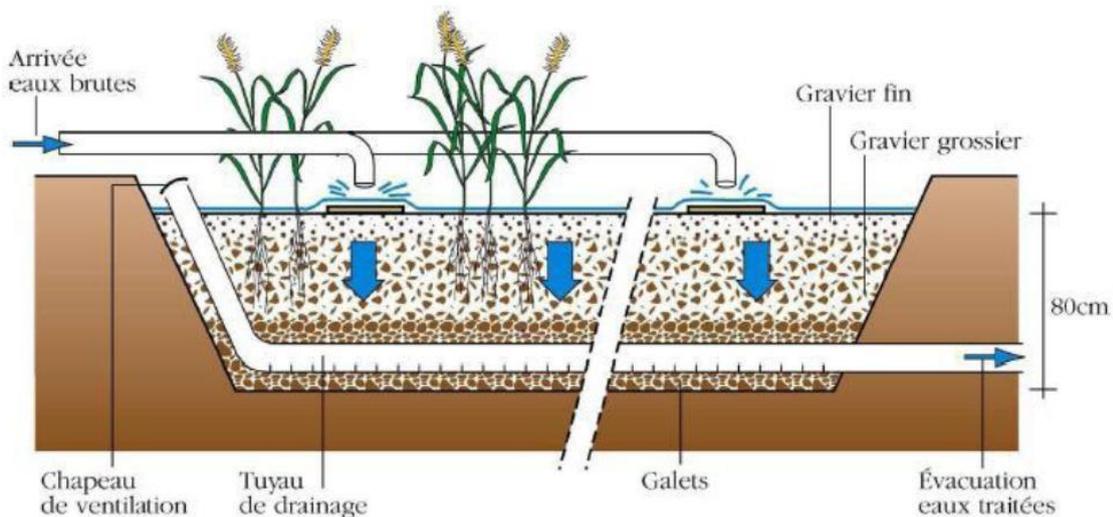


Figure (II-6): Les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical (Doulye, 2002)

H. Lagunage aérée :

Le lagunage aéré consiste à intensifier l'activité aérobie par un apport artificiel d'oxygène par des aérateurs mécaniques flottants ou fixes ou une insufflation d'air avec un long temps de séjour des effluents dans des bassins pour parvenir à une épuration poussée (Molleta, 2006).

II.3.Les traitements tertiaires :

Physiques ou chimiques, ils sont essentiellement utilisés afin d'éliminer les excès d'azote et de phosphore toujours présents dans les eaux usées ayant subi un traitement secondaires, appelés aussi techniques d'affinage apportent une étape supplémentaire de désinfection (BEAUPOIL et al, 2010).

Chapitre III :

La réutilisation des eaux

usées traitées dans

L'agriculture

III .1.Réutilisation des eaux usées épurées :

III .1.1.Dans le monde :

La réutilisation des eaux usées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. Elle est, par exemple, très développée aux Etats-Unis, au Mexique et plusieurs pays d'Amérique du Sud, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Japon, la Chine et les pays du Golfe Persique,...Le bassin méditerranéen est l'une des régions du Monde où la réutilisation agricole des effluents urbains est la plus pratiquée la Tunisie constitue aussi un autre exemple d'une politique nationale de réutilisation (FAO, 2003).

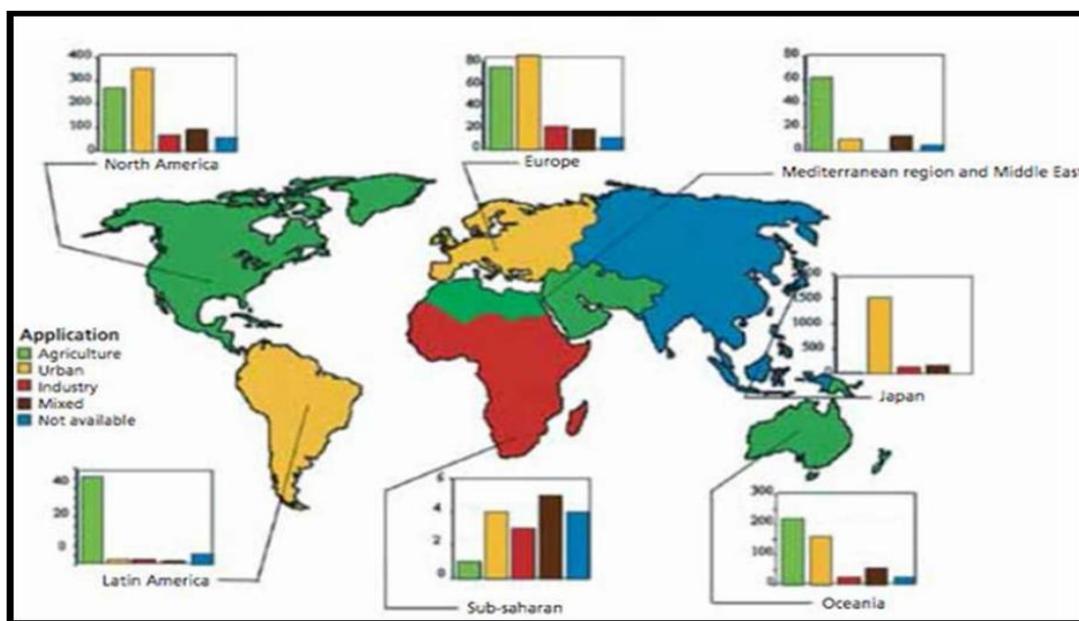


Figure (III -1) : Différents types de réutilisation dans le monde (FAO, 2010)

III .1.2.En Algérie :

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement, comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées. Le volume annuel des eaux usées est estimé à 600 millions de m³, dont quelques 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants (Hartani, 2004).

III .2.Les Risques Liés à la Réutilisation Agricole des Eaux Epurées :

Le lien entre eaux usées épurées et risque sanitaire est essentiel, il porte sur les contaminations que peuvent engendrer soit le contact direct avec des eaux usées épurées, soit l'ingestion de produits alimentaires ayant été en contact avec des EUT,

Ces risques de contamination sont d'ordre bactériologique ou chimique. Les risques liés à une REUE agricole sont :

- Le risque microbiologique
- Le risque chimique
- Le risque environnemental (FAO, 2003).

III .2.1.Le Risque Microbiologique :

Dans le cas de l'agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les microorganismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes. Les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide (évaporation) et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes (FAO, 2003).

III .2.2.Le Risque Chimique :

Au delà de l'effet global de certains constituants de l'eau usée sur les cultures irriguées comme la salinité, l'eau usée peut potentiellement créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme le bore et quelques métaux lourds (FAO, 2003).

III .2.3.Le Risque Environnemental :

L'utilisation d'eau usée épurée pour l'irrigation peut avoir également des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Les principaux dangers pour l'environnement associés à l'eau usée traitée sont :

- L'introduction des produits chimiques dans des écosystèmes sensibles (principalement le sol, l'eau et les plantes),
- La propagation des microorganismes pathogènes (FAO, 2003).

III .3.Effets sur le Sol :

Ces impacts sont importants pour les agriculteurs puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit garder sa fertilité chimique et physique, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes prévus au niveau du sol sont :

Chapitre III: La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture

- La salinisation,
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol,
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques,
- L'accumulation de nutriments (FAO, 2003)

III .5. Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation

Tableau (III-2) : Les paramètres microbiologiques.

Groupe Des Cultures	Paramètres Microbiologiques	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (.ufs/1) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

Source : journal officiel N°41 juillet 2012

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

Chapitre III: La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture

(4) Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

Tableau (III-3) : Les paramètres physico-chimiques.

Paramètres		Unité	Concentration maximale admissible
Physique	pH		6.5-8.5
	MES	mg/L	30
	CE	ds/m	3
	Les SAR CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
	6-12		0.5
12-20	3		
20-40			
Chimique	DBO₅	mg/L	30
	DCO	mg/L	90
	Chlorure (cl)	Meq/L	10
	Azote	mg/L	30
	Bicarbonate	Meq/L	8,5
Eléments toxiques	Aluminium	mg/L	20,0
	Arsenic	mg/L	2,0
	Beryllium	mg/L	0,5
	Bore	mg/L	2,0
	Cadmium	mg/L	0,05
	Chrome	mg/L	1,0
	Cobalt	mg/L	5,0
	Cuivre	mg/L	5,0
	Cyanures	mg/L	0,5
	Fluor	mg/L	15,0
	Fer	mg/L	20,0
	Phénols	mg/L	0,002
	Plomb	mg/L	10,0
	Lithium	mg/L	2,5
	Manganèse	mg/L	10,0
	Mercur	mg/L	0,01
	Molybdène	mg/L	0,05
	Sélénium	mg/L	0,02
	Vanadium	mg/L	1,0
	Zinc	mg/L	10,0

Source : journal officiel N°41 juillet 2012

Chapitre III: La réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture

III .6. Les cultures autorisées pour l'irrigation par les eaux usées épurées :

III .6.1. Liste des cultures autorisées :

Une autre réglementation a été mise en oeuvre, c'est l'arrête interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées. Ce texte est promulgué par les ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé. Les parcelles destinées à

Être irrigué avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée **Tableau (III-4)**.

Tableau (III-4) : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (Hannachi et al, 2014).

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et a triplex.

(*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise a condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombes au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(**) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

III .7.Le sol :

Le sol est le support de la vie terrestre. Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche-mère, la croûte terrestre, dégradée et enrichie en apports organiques par les processus vivants. Hors des milieux marins et aquatiques d'eau douce, il est ainsi à la fois le support et le produit du vivant. Le sol est une interface entre biosphère et lithosphère. La partie du sol spécialement riche en matière organique se nomme l'humus (**Gobat et al. 2010**).

III .7.1.Propriétés physiques et chimique

du sol :

III .7.1.1.La Texture :

La texture du sol se définit par les proportions relatives de particules de dimensions différentes. La texture peut s'apprécier sur le terrain ou être déduite de l'analyse granulométrique qui permet, précisément, de déterminer les propriétés des diverses particules, réparties en classe de dimensions. Réparties en classe de dimensions.

La connaissance de la texture permet d'indiquer les tendances du sol quant à ses qualités physiques.

Pour exemple: les sols riches en sables sont perméables, filtrants, ceci d'autant plus que le sable est grossier.

- Si aux éléments grossiers, s'adjoignent beaucoup de sable fin et de limon, ceux-ci tendent à colmater les interstices entre les éléments grossiers, rendant le sol plus ou moins imperméable
- Si des proportions suffisantes d'argile s'ajoutent aux limons et aux sables, surtout en présence d'humus, une structure fragmentaire peut prendre naissance, garantissant, à la fois, une perméabilité tout en retenant assez d'eau pour la végétation
- **Appréciation de la texture:** Sur le terrain, l'appréciation tactile est possible directement, mais elle demande un minimum d'expérience.

Quelques critères tactiles permettent, au moins, de ranger les sols parmi les grandes catégories: sols argileux, limoneux ou sableux:

- Les sables grattent sous les doigts à partir de 0.1 mm.
- Les sols riches en limons donnent, entre les doigts, des sensations d'onctuosité.
- Les argiles peuvent se pétrir en pâtons qui ne s'effritent pas dans la main (**Gobat et al. 2010**).

III .7.1.2. La structure:

La structure du sol se définit par le mode d'assemblage des constituants solide. Elle est due à la cimentation des grains grossiers (limon, sable) par les éléments colloïdaux, argile et humus associés en complexes argilo-humiques.

La structure est un état susceptible de modifications dans le temps, sous l'influence de facteurs, favorables ou défavorables (Gobat et al. 2010).

III .8. Les techniques d'irrigation :

III .8.1. Les types d'irrigation gravitaire :

Dans l'irrigation gravitaire il y a plusieurs types d'irrigation dont les trois suivants sont les plus connus : l'irrigation à la raie, l'irrigation par planche ainsi que l'irrigation par bassin. L'irrigation à la raie est divisée aussi en quatre types principaux :

III .8.1. 1. L'irrigation par planche (irrigation par ruissellement) :

Consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables (Nadia et al, 2012).

III .8.1. 2. L'irrigation par la raie :

L'irrigation par la raie ou par rigole convient parfaitement aux sols présentant une pente comprise entre 0,2 et 3%. Les sillons sont séparés d'une distance variant entre 0,6 et 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Suivant le débit dont on dispose, on peut irriguer un ou plusieurs sillons à la fois. Les raies peuvent être parallèles ou perpendiculaires à la rigole permanente d'amenée d'eau. D'une manière générale, l'irrigation est réalisée suivant un débit unique ou suivant une succession de deux débits différents, un premier débit important qui est appelé débit d'attaque et un deuxième débit plus faible qui est appelé débit d'entretien. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation : par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par transirrigation (Nadia et al, 2012).

III .8.1. 2.1. L'irrigation par siphon :

Les siphons sont des tuyaux de petit diamètre (20 à 50mm) d'une longueur comprise entre 1 m et 1,50 m. Ils sont réalisés en matériaux rigides ou semi-rigides, les plus courants étant en PVC. Ils nécessitent une faible charge de 10 à 20cm et permettent, sous ces charges, de délivrer un débit pouvant varier de 0,4 à 2 l/s environ. Les siphons présentent l'avantage de ne pas coûter cher, ils permettent d'assurer une bonne répartition des débits (Nadia et al, 2012).

III .8.1. 2.2. L'irrigation par gaines souples :

Les gaines souples sont constituées d'une manche souple en matière plastique placée en tête de parcelle sur laquelle sont fixées des manchettes de dérivation qui alimentent les raies. Ces manchettes sont souvent munies d'un dispositif permettant d'écraser plus ou moins le tube pour limiter les débits, elles ont un diamètre de 50mm et une longueur de 0,50m. L'utilisation correcte des gaines nécessite une charge de 40cm à 1 m de colonne d'eau. A titre indicatif, le débit à pleine ouverture d'une dérivation est de l'ordre de 2 l/s pour une charge de 50 à 60cm (Nadia et al, 2012).

III. 8. 2 .Les avantages d'irrigation gravitaire :

- coût d'investissement est relativement faible
- besoin en énergie faible ou nul
- technique éprouvée
- insensibilité au vent
- bonne adaptation a l'épandage d'eaux usées
- possibilités d'utilise les eaux salées (en pratiquant le lessivage de sol)
- les végétaux ne sont pas mouillés, ce qui est favorable sur le plan phytosanitaire (Nadia et al, 2012).

III .8.3. Les inconvénients d'irrigation gravitaire :

- besoin important en main d'ouvre (sauf système moderne)
- efficacité d'arrosage à la parcelle généralement faible sauf système sophistiqué avec recyclage des eaux de colature.

III .8. 4. Le type d'irrigation par aspersion:

La technique d'irrigation par aspersion est conçue sur le modèle de la pluie naturelle. L'eau est refoulée sous pression dans un réseau de conduites, ensuite elle est diffusée par des asperseurs rotatifs sous la forme d'une pluie artificielle (Nadia et al, 2012).

III .8. 4. 1. Les avantages d'irrigation par aspersion :

- possibilité d'arroser tous les types de sols
- possibilités de réaliser des installations mobiles, susceptible de déplacer suivant de la nature des cultures, ce qui facilite la rotation culturales
- avec les matériels entièrement automatiques, possibilité de réaliser des arrosages a fable dose et a cadence rapide
- possibilités de réaliser des installations de protection contre les gelés radiatives au printemps
- oxygénation de l'eau projetée en pluie , favorable dans le cas d'utilisation d'eaux résiduaires

réductrices (Nadia et al, 2012).

III .8. 4. 2. Les inconvénients d'irrigation par aspersion :

- dépenses énergétiques élevées, parfois prohibitives dans les pays où l'énergie est chère.
- difficultés d'utilisation et efficacité réduite en région ventées
- inadaptation aux sols très filtrants
- planage nécessaire à la parcelle
- desserte de la parcelle en générale assurée par des canaux, qui viennent cloisonner et figer les parcelles. (Cet inconvénient disparaît dans le cas des dessertes par canalisations enterrées à basse pression)
- pertes d'eau dans les réseaux de canaux (dépendant à la présence ou l'absence de revêtement et la qualité de régulation de niveau et débit).
- Surface consommée par les canaux et rigoles (Nadia et al, 2012).

III .8.5. Le type d'irrigation par goutte à goutte :

L'irrigation de goutte à goutte consiste à amener l'eau sous pression dans un système de canalisations, cette eau est ensuite distribuée en gouttes au champ par un grand nombre de goutteurs répartis tout le long des rangées des plantations. La zone humidifiée du sol est celle située au voisinage immédiat des racines des plantes. Par conséquent, cette méthode d'irrigation a un haut degré d'efficacité de distribution d'eau). L'irrigation au goutte à goutte est aussi appelée micro-irrigation (Nadia et al, 2012).

III. 8. 5. 1. Les avantages d'irrigation par goutte à goutte :

- excellence efficacité d'arrosage à la parcelle (à condition que la technique soit Parfaitement maîtrisée);
- excellent rendement des cultures,
- bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées,
- très faible besoin en main d'oeuvre,
- coût d'entretien réduit,
- insensibilités au vent,
- ne mouille pas le feuillage, ce qui favorable de point de vue phytosanitaire,
- ne mouille que le sol que très partiellement, ce qui favorable aux façons culturales,
- limite la prolifération des adventices,
- raccourcit le cycle végétatif de la culture (Nadia et al, 2012).

III. 8. 5. 2. Les inconvénients d'irrigation par goutte à goutte :

- coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée,
- exige un haut degré de compétence à tous les niveaux conception de l'installation, conduites des arrosages par l'irrigant,
- nécessite une maintenance rigoureuse, en raison de risque liés à une éventuelle interruption des arrosages,
- nécessite la filtration de l'eau d'irrigation,
- fonctionne avec des matériels délicats à durée de vie relativement faible (**Nadia et al, 2012**).

La PARTIE :
EXPERIMENTALE

Chapitre IV :
Matériels et Méthodes

IV .1. Présentation du site d'étude**IV .1. 1. Situation et limites géographiques du site d'étude**

L'ensemble d'EL-MENEA et HASSI EL GARRA est une oasis splendide née sur le d'Oued SEGGEUR, deux éléments marquent l'existence d'un noyau à forte concentration dans une région aride : la nappe phréatique et la flore oasis sienne. Située à une latitude de 35°35' et une longitude de 2°52', son altitude moyenne atteint 396m L'ensemble est bordé par l'immense Erg accidenté du côté Ouest à l'Est, il se trouve dominé par la falaise de Hamada qui forme le plateau de « TADMAÏT. » Il est distant du littoral « ALGER » de 900Km du pied de l'Atlas Saharien.

Le site est un lieu de transit important vers le grand sud saharien et le « NIEGER ». Les Oasis El-Goléa est située à 270km au Sud-ouest de la ville de Ghardaia. chef-lieu de wilaya .Se situe au centre du Sahara Algérien (30°15N.2°53E) à une altitude de 397m .ce région est distante d'environ 950 km au sud d'Alger. Elle est traversée par l'oued Seggeure et bordée à l'ouest par les dunes du grand erg occidental.

IV .1. 1.1. Coordonnées géographiques :

Les coordonnées géographiques d'El-Goléa sont :

- Altitude : 397m
- Longitude : 2°52' Est
- Latitude : 30° 57' Nord

IV .1. 1.2. Limites Géographiques:

Les limites géographiques d'El-Goléa sont :

- Au Nord : oued Mzab
- Au Sud : Plateau de Tademaït
- A l'Est : Hamada d'Ouargla
- A l'Ouest : l'Erg- Occidental

Sa superficie moyenne est d'environ 270 km². Figure (IV -1)

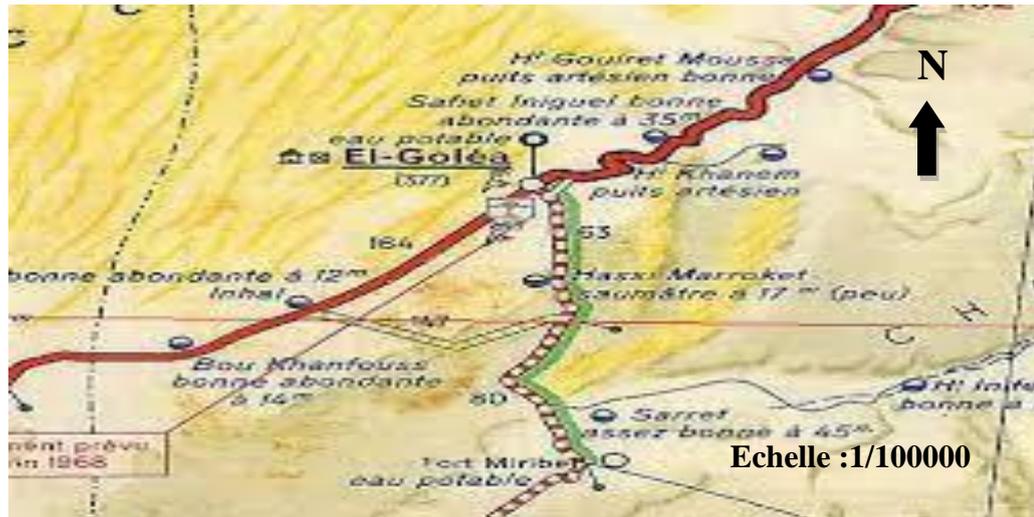


Figure (IV -1) : présentation géographique d'El-Goléa et des zones agricoles

IV .2. Composants abiotiques de la région d'El-Goléa :

Les données physiques de la région d'El-Goléa se présentent suit : la agro-pédologie ; la géologie ; l'hydrologie et type du sol. ...etc.

IV .2. 1. Agro-Pédologie :

Les sols El – Goléa ne sont pas des sols au sens agronomique du terme ; mais des sablées plus ou moins calcaires imprègnes de matière es salantes et pratiquement de pourvus humidité, condition faisant Obstacle a toute vie normale (**BAHMANI 1987**). En dehors de la palmeraie, sur les plateaux ; l'érosion oléine a décape l'élément Sting, ne laissant en surface que les elle – maints grossières(Reg).

Au niveau de la pleine alluviale (palmeraie), les apports sont assez homogènes et caractérisés par une granulométrie assez rasière : sables fins, sables fis légèrement limoneux. En profondeur la variabilité est plus grande, on observe des niveaux granito caillouteux et des niveaux argileux. La pédogenèse est dominée par l'action de la nappe phréatique et les Sels qu'elle contient cette action se traduit par: Des phénomènes d'hydraumorphie et des phénomènes d'halomorphe (**BELRAGUEB.1996**).

IV .2. 1.1. Hydraumorphie :

Pendant la période hivernale, la remontée de la nappe phréatique atteint son niveau maximal (affleure sol) et gêne le développement de la végétation

IV .2. 1.2. Homomorphie (salinité) :

Compte – tenu de la bonne qualité des eaux d’irrigation et la texture du sol, *halomorphe peut être effective au niveau des horizons soumis al ‘influence de la nappe phréatique. Pendant la période estivale.

IV. 3. L’hydrologie de la région d’El-Goléa :

L’oasis d’El-Goléa doit son eau à la présence de deux nappes:

IV. 3.1. Nappe phréatique :

Cette nappe est superficielle. Toute proche de la surface. Elle se trouve dans les formations du quaternaire. Selon **SETHYAL(1985)**, elle bénéficie des eaux collectées par l’Oued Seggueure, qui prend sa source de l’Atlas et se perd ensuite dans les dunes de l’erg occidental, son lit réapparaît au nord d’El-Goléa à la limite de l’erg et du massif calcaire du M’Zab.

Au nord de l’oasis au quartier de Bel-Bachire, la nappe est à 1.40m .elle monte progressivement vers le sud à des profondeurs inférieures à 1m.0.7m dans le quartier de Hassi EL Gara (**METERFI.1984**), selon (**BAHMANI 1987**) la nappe est a 1,40 en Nord de l’oasis, elle monte progressivement vers le sud a des profondeurs inferieures a 1m

IV. 3. 2. Nappe albienne :

Cette nappe est profonde. Contenue dans le continental intercalaire, son eau est fossile. Emmagasinée à la cour des périodes pluvieuses du quaternaire. Elle se trouve à une profondeur d’environ 200m. La qualité de son eau est très bonne) et le sens de sens de son écoulement est généralement nord-sud. (**METERFI.1984**).

IV. 3. 3. Qualité de l’eau :

Le bassin supérieur d’eau douce à une teneur en NaCl variant entre 3.3g /l, une profondeur maximale de 2m et un pH de 7.0. Le bassin inférieur à une eau salée avec un pH de 6.09 (**BAHMANI 1987**).

IV. 4 .Données climatiques:

La région d’El Goléa caractérise par un climat Saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l’écosystème (**D.P.A.T, 2006**). Les données climatiques sont synthétisées dans le Tableau (IV -1).

Tableau (IV -1) : des Données climatiques de la région d'El-Goléa (2008-2019):

Mois	Températures (°C)			Humidité relative (%)		Vent (km/h)	Précipitations (mm)	Evaporation (mm)
	Min	Max	Moy	Min	Max			
Janvier	5,11	18,77	11,94	38,96	83,18	55,6	9,1	90,7
Février	6,56	20,74	13,65	30,29	73,13	60,4	1,04	127,12
Mars	10,99	25,81	18,4	25,48	65,87	60,95	4,3	204,51
Avril	15,26	30,38	22,82	21,22	57,47	72,29	2,11	254,53
Mai	19,75	34,89	27,32	18,29	49,51	66,13	1,47	327,61
Juin	24,81	40,28	32,54	15,78	43,22	57,45	0,74	399,75
Juillet	28,21	43,71	35,96	13,88	37,7	64,53	0,32	464,44
Aout	27,54	42,84	35,19	15,55	42,13	56,11	1,7	411,63
Septembr	23,51	37,75	30,63	21,7	54,11	55,78	3,56	299,57
Octobre	17,61	32,18	24,89	25,9	62,95	48,73	5,19	230,6
Novembre	10,46	24,16	17,31	33,97	75,72	47,64	6,56	124,89
Décembre	6,02	19,23	12,62	38,8	82,28	45,02	4,18	88,8
Moyenne	16,32	30,89	23,60	24,98	60,61	57,55	40,27*	3024,14*

(*) : Cumul.

IV. 4 .1.Température:

La région d'El Goléa est caractérisée par des températures très élevées. La température moyenne annuelle est de 23,60 °C par mois. Les données des températures mensuelles relevées sous abri montrent que le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 35,96 °C, un maxima de 43,71 °C et un minima de 28,21 °C Tableau (IV -1). Le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 11,94 °C, un maxima de 18,77 °C et un minima de 5,11 °C. Les variations diurnes sont également assez élevées, comme dans tout le Sahara algérien.

IV. 4 .2.Précipitations:

La région d'El Goléa a connue un cumul de précipitation durant les années (2008-2019) égal à 40,27 mm Tableau (IV -1).Le mois le plus pluvieux durant ces années est octobre, Novembre, Janvier. Par contre plusieurs mois s'avèrent très secs (mai, juin, juillet et aout) entre 0,3 et 1,7 mm de précipitation.

IV. 4 .3.Les vents:

La vitesse des vents varient entre 45,02 et 72,29 km/h Tableau (IV -1). Les vents dominants sont fréquents durant toute l'année, ils sont de type pluridirectionnel. Cela explique l'existence des Ergs, formations dunaires complexes à El Goléa. Les vents les plus forts soufflent du Nord-est et du Sud.

IV. 4 .4. Humidité relative de l'air:

Le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre, mais reste toujours faible où il atteint son maximum au mois de Janvier 83,13 % et une valeur minimale au mois de Juillet estimée à 13,88 % et une moyenne annuelle de 42,79 % Tableau (IV -1). Les faibles taux d'humidité durant presque toute l'année influent sur l'intensité d'évaporation des lagunes qui peuvent induit l'élévation des concentrations des eaux épurées en sels et en matière dissous.

IV. 4. 5. L'évaporation:

L'évaporation présente un cumul annuelle de l'ordre de 3024,14 mm/an avec une valeur maximale de 464.44 mm ou mois Juillet et une valeur minimale de 88,80 mm ou mois de Décembre Tableau (IV -1). L'intensité excessive de l'évaporation dans les régions saharienne peut influencer négativement l'efficacité du traitement des eaux usées par lagunage. L'évaporation augmente la charge des eaux, par voie de conséquence, diminue la qualité des effluents.

En zones arides, l'évaporation et l'évapotranspiration sont les mécanismes majeurs de pertes d'eau. Dans le Sahara, l'évaporation atteint des valeurs considérables, l'intensité de l'évapotranspiration chez les cultures est influencée directement par l'évaporation, c'est une relation proportionnelle.

Classification climatique de la région :**Diagramme d'ombrothermique du Gaussen :**

Le diagramme ombrothermique de Gaussen consiste à porter en abscisses les mois et en coordonnées à la fois les précipitations et les températures. On obtient en fait deux diagrammes superposés. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (**RAMADE, 2003**).

Le diagramme ombrothermique de la région d'El Goléa indique que de (2008-2019), la période sèche s'étale sur toute l'année avec un maximum en été **Figure (IV -2)**.

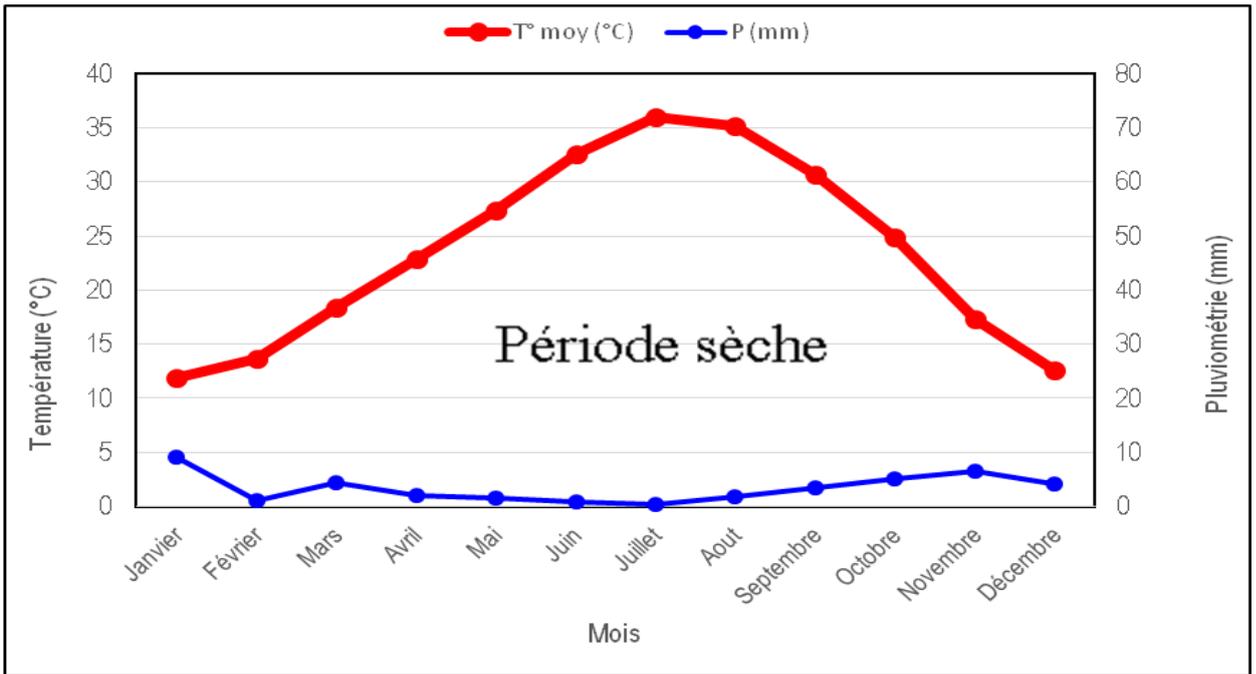


Figure (IV -2) : Diagramme ombrothermique de Gausse de la région d'El Goléa

IV .5. Station d'épuration des eaux usées de la ville d'El Goléa**IV .5. 1. Description de la STEP de la ville d'El Goléa :**

La station d'épuration actuelle de la ville d'El Goléa de la commune de Hassi El Gara est de type lagunage naturel. Les eaux traitées par ce lagunage sont de nature domestique et cette filière présente l'avantage d'être parfaitement adaptée aux réseaux d'assainissement de type unitaire et collectant des eaux diluées. D'une capacité moyenne 33519 (m^3/j) Débit d'entrée de la station 15000 m^3 /j et le débit de sortie de la station à 14000 m^3 /j . La date de mise en service est juillet 2017 .Actuellement, les eaux usées de la station d'épuration de la ville de d'El Goléa sont traitées rejetées dans le lac de el Goléa à partir de système d'égouts.

Le lagunage naturel de la ville est construit afin de protéger le milieu récepteur (lac de El Goléa), et de satisfaire aux besoins hydriques des périmètres agricole situant à proximité du lagunage. La figure n° 02 nous montre une vue dessus du lagunage de la ville d'El Goléa.

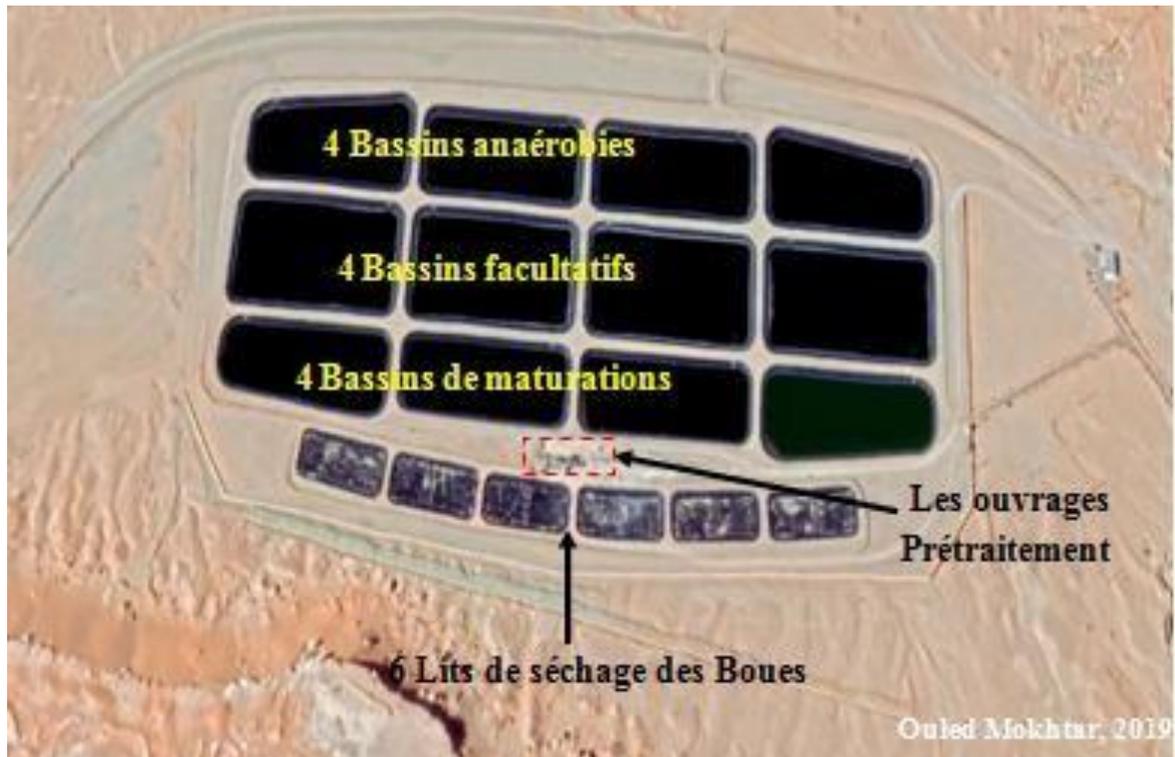


Figure (IV -3) : la station d'épuration de la ville d'El Goléa

Cette station est composée :

- D'un compartiment de prétraitements des eaux usées brutes comprenant un système de dégrillage et de dessablage, déshuilage.
- Filière de traitement biologique
- Des six lits de séchage de boues.

IV .5.2. Les différentes étapes de traitements :

IV. 5 .2 .1. Prétraitements :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des déshuile (déshuilage). Il comporte les éléments suivants :

IV.5.2. 2. Bassin de dégazage :

Les eaux usées à traiter arrivent à la station d'épuration par l'intermédiaire de canalisation et chutée dans le bassin de dégazage qui placé en amont du dégrillage, est un ouvrage fortement conseillé pour permettre une élimination des bulles contenues dans les eaux usées voir la Photo (IV -1).

Ces bulles proviennent essentiellement par la chute d'eau de haut vers le bas d'eau qui formé les mousses, en éliminé ces bulles pour éviter la remontée des boues par entraînement de bulles d'air résiduelles dans l'ouvrage dessableur-déshuileur.

IV.5.2. 3.Le Dégrillage :

Au cours du dégrillage, Les eaux usées passent par une série de deux dégrilleurs moyens incline à nettoyage automatique de plus en plus fines et Les déchets véhiculés par l'effluent sont éliminés au moment de leur arrivée à la station grâce les barreaux de dégrilleurs avec d'espacement de 20 mm voir la Figure 04. Les caractéristiques du dégrilleurs sont présentées dans le Tableau (IV -2).

Tableau (IV -2) : Caractéristiques du dégrilleur

Nombre	Deux (02)
Type	Dégrilleur moyen incliné pour installation dans le canal d'arrivée
Matériau	Inox
Ecartement des barreaux	20 mm
Largeur des barreaux	10 mm
Inclinaison des barreaux	75°
Hauteur du canal	1100 mm
Largeur du canal	1250 mm
Pente du canal	0,1 %



Photo (IV -1) : bassin de dégazage



Photo (IV -2) : dégrilleur

Les déchets éliminé par l’opération de dégrillage sont transporté par un bande transporteuse de forme en auge disposée sous la glissière d’évacuation de dégrillage, destinée au transport des matières retenues par les deux grilles, avec protection d’éclaboussure lors du déversement sur la benne de déchets voir la Photo (IV -4) . Les caractéristiques de la bande transporteuse sont présentées dans le Tableau (IV -3).

Tableau (IV -3) : Caractéristiques de la bande transporteuse

Longueur totale de la bande environ	12.000 mm
Charge minimale de la bande	0,1 t/h
Matériau transporté	Matières retenues par les grilles
Vitesse de la bande	0,4 m/s



Photo (IV -3): benne des sables



Photo (IV -4): benne de déchets

IV.5.2. 4.Le dessableur- déshuileur:

Cet ouvrage est installé à l’entrée de la station d’épuration en aval des grilles qui est nécessaire pour l’élimination de les sables et les huiles proviennent dans les eaux brutes, en élimine les sables pour minimisé leur décantation au niveau des bassins de lagunage. Et l’élimination des huiles favorisée le mécanisme d’épuration par ce que les huiles couvre la surface d’eau et inhibe la contacte l’air avec l’eau, Ces deux traitements seront réalisés dans le même ouvrage de type rectangulaire à deux compartiments combine fonctionné à partir de la différence des poids spécifiques entre l’eau et les huiles et à partir de la force de gravité des matières solides voir la Photo (IV -5).

- **Le déshuilage :** C'est une opération de principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, Permettant de faire remonter rapidement les huiles en surface (les huiles sont

Hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface et dirigées vers une fosse de stockage.

- **Le dessablage** : est une opération de séparation liquide-solide qui permet la sédimentation des sables au fond d'ouvrage qui récupérées par pompes à sables vers une benne par classificateur à sable qui est été installé après le dessableur pour assurée la séparation des sédiments contenus dans les eaux résiduaires urbaines, pour cela éviter le colmatage des canalisations de transfert. Les caractéristiques de dessableur - déshuileur sont présentées dans Tableau (IV -4).

Tableau (IV -4) : Caractéristiques de dessableur - déshuileur

Nombre de canaux (N)	2
Débit max. par canal (Q)	1069 m ³ /h
Largeur du canal	2 m
Longueur du canal (L)	18 m
Profondeur (de l'eau) (T)	2,5 m
Vitesse de raclage (V)	5 cm/s
Vitesse de retour (V)	5 cm/s



Photo (IV -5) : dessableur- déshuileur

IV.5.2. 5. Ouvrage de répartition :

Au niveau de la STEP les eaux usées à prétraité acheminée vers les ouvrages de répartition qui posé en tête de la station en aval des ouvrages de prétraitement, et chaque bassin occupé par 02 vannes qui assurée la répartition de ces eaux a partir de 02 répartiteurs (répartiteur principale et répartiteur secondaire) vers les lagunes du premier étage de traitement biologique voir les Photo (IV -6) et Photo (IV -7).



Photo (IV -6): répartiteur principal



Photo (IV -7): répartiteur secondaire

IV.5.2. 6. Traitement biologique :

Après le prétraitement, les eaux à traiter subissent un traitement par le système de lagunage naturel grâce à 12 bassins, Cette étape se compose de :

IV.5.2. 6.1. Lagunes anaérobies (le 1^{er} étage) :

Les effluents sont répartis entre les 04 bassins anaérobies mis en lignes parallèles d'une profondeur utile 3,5 m grâce à de 02 répartiteurs c'est-à-dire le volume d'eau utile, pour cela il ya une plusieurs considération de volume more (le volume destiné à le volume des boues décanté) dans le premier bassin il y est important, Chaque bassin à occupée par un volume de 132787 m³ et une surface à mi-hauteur de 3,32 ha. Ils reçoivent des charges de pollution relativement élevées, qui sont exprimées en demande biochimique en oxygène (DBO₅) Le temps de séjour prévu au niveau de cet étage est d'environ 05 jours.



Photo (IV -8) : bassin anaérobie du lagunage de la STEP

IV.5.2. 6.2. Lagunes facultatifs (2^{ème} étage) :

Au deuxième étage, les eaux usées sont déversées et passent naturellement par gravitation à partir à les bassins anaérobie vers les bassins facultatifs sans aucune demande en énergie avec de profondeur de 1,5 m de bassin, la profondeur est démunie par rapport au les premier bassins anaérobie pour assure à la tranche d'eau supérieure des bassins est exposée à la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et au maintien des bactéries.ces bactéries sont responsables de la dégradation de la matière organique, qui est équivalent de temps de séjour. Chaque bassin d'une capacité de volume de 52159 m³ et une surface à mi-hauteur de 4,47 ha. Le temps de séjour minimal prévu pour cet étage de traitement est d'environ 03 jours.



Photo (IV -9) : bassin facultatif du lagunage de la STEP

IV.5.2. 6.3. Les bassins de maturation (3^{ème} étage) :

Les bassins de maturation reçoivent les effluents des bassins facultatifs par écoulement gravitaire. Les étranges de maturation constituent la deuxième étape de traitement des eaux usées par les lagunes. Ils sont entièrement aérobies relativement de faible profondeur de 1,10 m. Chaque bassin occupée un volume de 51156 m³ et une surface à mi-hauteur de 3,77 ha. Le temps de séjour minimal dans ces lagunes de maturation est d'environ 02 jours, et leur objectif est de détruire les micro-organismes pathogènes.



Photo (IV -10) : Bassin de maturation du lagunage de la STEP

IV.5.2. 7. Le rejet des eaux épurées :

Les eaux épurées sont évacuées gravitairement vers le canal de transfert vers le lac d'El Goléa .Il sera possible de créer un piquage sur la conduite de sortie pour des besoins de réutilisation agricole.

IV.5.2. 8. Lits de séchage :

La station est équipée par dix lits de séchage dont les dimensions de chaque lit sont : (Longueur : 36 m, largeur: 10 m, hauteur : 0,4 m).

Les boues produites par la station d'épuration sont extraites des lagunes par curage et alimenter les lits de séchage.

L'eau contenue dans les boues s'infiltré à travers le massif filtrant constitué de plusieurs couches de matériaux (sable, gravier, galets...) et est récupérée ensuite par des drains.



Photo (IV -11) : lits de séchage

IV .6. Matériels et Méthodes de travail :

IV .6.1. Le prélèvement, conservations et le transport :

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)**.

Pour avoir des résultats analytiques significatifs, il est très important de connaître le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'analyse. Le moyen le plus courant de conservation des échantillons d'eaux résiduaire consiste à les garder dans une mallette isotherme de température comprise entre 0 et 4°C jusqu'à leur arrivée au laboratoire dans un temps ne dépassant pas les 24 heures **(RODIER, 2005)**.

Toutefois, un certain nombre d'analyses sont pratiqués sur place : température, pH, oxygène dissous. En ce qui concerne les matières en suspension, leur mesure doit intervenir dans les 6 heures après le prélèvement.

- ✓ Les conditions climatiques lors du prélèvement (pluie, neige, température, etc.)
- ✓ Etiqueter l'échantillon en précisant l'origine exacte et la date de prélèvement.

Conservation des prélèvements

Caractéristique ou élément analysé	Réceptacle	Technique de conservation	Volume minimum du prélèvement (en ml)	Température de conservation (en °C)	Effectuer la mesure avant...
Conductivité	P ou vb	Mesure in situ de Préférence	100	4	24 h (obsc.)
DBO	P	Remplit complètement	1000	4	24 h (obsc.)
DCO	P ou v	Acide sulfurique q.s.p.pH<2	100	4	1 mois

v: Verre ;

Vb : verre borosilicaté ;

obsc: obscurité

p : plastique

Les paramètres à analyser sont les suivant :

- La conductivité électrique (**CE**),
- La demande chimique en oxygène (**DCO**),
- La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (**DBO5**).

IV .6.2. Analyses effectuées :

Pour les analyses effectuées, le nombre des points de prélèvement est de quatre (04) et le choix de ces points par ce que l'eau peut être changée de point à l'autre. Ces points sont situés comme suit :

- Eaux brute entrée à la station (bassin de dégazage)
- Entée dessableur- déshuileur (la sortie de bassin de dégazage)
- Sortie dessableur- déshuileur (l'entrée de le 1^{er} étage de traitement biologique)
- Sortie STEP



Photo (IV -12) : échantillonnage d'eau à analyser

IV .6. 2.1. Mesure de la conductivité :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. La mesure est faite à l'aide d'un conductimètre de type DDSJ-308A.

La conductivité d'une solution est affectée par la température de la solution. Donc est nécessaire de lier les mesures de conductivité à une température de référence : 25°C

IV .6. 2.2. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires définies. On fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydable présentent dans l'eau quel que soit leurs origine organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammonium, sulfate et chlorures).

Mode opératoire :(méthode iso9000)

- Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml.
- Ajouter 5ml de dichromate de potassium.
- Ajouter lentement et avec précaution 15ml du sulfate d'argent.
- Mètre le mélange sous une température de 148°C pendant 2 heures.
- Laisser le mélange se refroidir, diluer à 75ml avec de l'eau distillé.
- Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne.
- Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium par titrage de notre solution, le point de virage est de couleur rouge violet.

Expression des résultats : La demande chimique en oxygène exprimée en milligramme d'oxygène par litre est égale à :

$$DCO=8000(V_0-V_1) T/V$$

Avec :

- V_0 : volume de l'eau distillée (témoin) nécessaire au dosage (ml).
- V_1 : volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml).
- T : titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium $T= 0,12$

IV .6.2.3. Mesure de la demande biologique en oxygène après 5 jours (DBO5) :

La demande biochimique en oxygène (DBO) est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant cinq jours, à 20°C et dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assurer leurs dégradations par voie biologique. La mesure de la quantité d'oxygène consommé est suivie dans une solutionensemencée ou non.

Mode opératoire :

- Introduire un volume d'eau à analyser ($V = 250$ ml) dans la bouteille de DBO mètre en fonction de la concentration de l'eau.
- Mettre un barreau magnétique dans la bouteille.
- Mettre dans le premier bouchon en plastique une ou deux cristaux de NaOH pour absorber l'humidité.
- Fermé la bouteille de la DBO mètre par le deuxième bouchon qui est sous forme d'une tête avec un afficheur électronique.
- Laisse le DBO mètre sous une agitation magnétique pendant cinq jours.

Expression et résultat

- on li la valeur afficher sur le DBO mètre.
- On multiplie cette valeur par un coefficient selon le volume (V) introduit.

Chapitre V:
Résultats et discussion

V .1. La Conductivité électrique :

La conductivité électrique est l'une des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées, elle traduit le degré de minéralisation globale d'une eau, et nous renseigne sur le taux de salinité (N'diaye et al, 2011).

Tableau (V -1) : La variation de la conductivité électrique (uS/cm) en fonction des points des prélèvements

Désignation	CE μ S/cm
L'eau brute	1590 μ S/cm
Eau de l'entrée de dessableur -déshuileur	1571 μ S/cm
Eau sortie de dessableur-déshuileur	1560 μ S/cm
Eau traité	1573 μ S/cm

Tableau (V -1) indique que les valeurs de la conductivité électrique (CE) pratiquement presque il est la même et la e petite différence

La valeur des eaux traitée et inférieure à la valeur maximal à la norme algérienne de réutilisation agricole de 3 dS/cm (3000 μ S/cm) (**Arrêté du J.0.A.02/01/2012**).

V .2. Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅) :

La DBO5 est une expression pour indiquer la quantité d'oxygène qui est utilisée pour la destruction de matières organiques décomposables par des processus biochimiques, (**Fathallaa et al, 2014**).

Tableau (V -2) : La variation des concentrations de DBO₅ en fonction des points des prélèvements

Désignation	DBO ₅ mg/L
L'eau brute	45 mg/L
Eau de l'entrée de dessableur -déshuileur	35 mg/L
Eau sortie de dessableur-déshuileur	25 mg/L
Eau traité	15 mg/L

Tableau (V -2) indique que les valeurs de demande biochimique en oxygène (DBO5) enregistrées pendant les prétraitements et la sortie de la STEP.

A partir la **Tableau Tableau (V -2)** on remarque que La concentration de la DBO₅ de l'eau usée au bassin de dégazage plus élevée par rapport la concentration dans les autre ouvrages, durant le traitement allant de 45 mg/L et 35 mg/L au niveau de Eau de l'entrée de dessableur -déshuileur et à la Eau sortie de dessableur-déshuileur 25 mg/L.

D'autre part ces valeurs enregistrées de la DBO₅ des eaux usées traitées égalent à 15 mg/L. Cette valeur est inférieure à la valeur maximal à la norme algérienne de réutilisation agricole de (< 30 mg/L) (**Arrêté du J.0.A.02/01/2012**).

V.3. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (**Fathallaa et al, 2014**).

Tableau (V -3) : La Variation de concentration de DCO en fonction des points des prélèvements

Désignation	DCO mg/L
L'eau brute	100,8 mg/L
Eau de l'entrée de dessableur –déshuileur	86,4 mg/L
Eau sortie de dessableur-déshuileur	24 mg/L
Eau traité	24 mg/L

A la lumière des résultats obtenus dans le **Tableau (V -3)** Les teneurs en DCO enregistrées au niveau des eaux brutes (bassin de dégazage) de la station c'est 100,8 mg/l et dans l'entrée de dessableur –déshuileur est 86,4 mg/l, dans l'eau de la sortie de dessableur-déshuileur et pour les eaux épurées (sortie) c'est même est 24 mg/l.

La valeur des eaux usées traitée est conforme à la norme algérienne de réutilisation des eaux usées dans l'agriculture (< 90 mg/l) (**Arrêté du J.0.A.02/01/2012**), donc on peut dire qu'une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante. expliquée par la diminution de la matière organique complète par oxydation chimique des molécules oxydables continues dans l'eau.

Ces valeurs expliquent par la bonne élimination de matière organique non biodégradable dans les ouvrages de prétraitement ce forme solide de façons importantes.

V .4. Le Rapport de biodégradabilité :

Selon les chiffres présenté dans le tableau (II-2) précédente, on remarque que les valeurs de la DBO5 de l'eau brute est 45 mg/L et pour l'entrée de dessableur -déshuileur enregistré 35 mg/L et à la sortie de dessableur-déshuileur trouvée 25 mg/L avec 15 mg/L Concernant l'eau traitée, la valeur enregistrée de la DBO5 c'est largement inférieures à celle de l'eau brute pendant la période de notre étude, On a remarqué également que la charge de la DBO5 de l'eau usée brute (45 mg/l) est presque le quart de la charge maximale qui peut être traitée par la STEP. Cette valeur peut diminuer jusqu'à une valeur de 15 mg/L dans l'eau épurée.

Cette performance de la station est liée à une bonne maintenance des ouvrages. Selon les données les résultats d'analyses obtenus durant l'étude, on a constaté que le rendement globale c'est très important de 66 % en de la STEP.

A partir de le tableau (V -3), on remarque que les valeurs de la DCO de l'eau brute c'est 100,8 mg/L, 86,4 mg/L dans l'entrée de dessableur -déshuileur et pour la sortie de dessableur-déshuileur 24 mg/L, est qui Concernant l'effluent traité de la STEP aussi 24 mg/L, les rendements peuvent s'expliquent par les changements de la température. L'abattement de la DCO de la STEP d'El Goléa pendant la période d'étude est évaluée à 66 %, un ordre de grandeur qui atteste de la forte diminution de la charge polluante biodégradable ou non biodégradable.

Tableau (V -4) : Les valeurs de la biodégradabilité (DCO/DBO5) des eaux usées brutes de la STEP d'EL El Goléa

Désignation	K
L'eau brute	2,24
Eau de l'entrée de dessableur -déshuileur	2,47
Eau sortie de dessableur-déshuileur	0,96
Eau traité	1,6

Les résultats de cet indice Tableau (V -4), nous donnent une indication sur la biodégradabilité des substances organiques des eaux usées. A l'entrée de la STEP, la valeur de ce rapport se trouve 2,24, ce qui nous laisse de penser que l'effluent testé est généralement

facilement biodégradable. Néanmoins, nous avons remarqué une valeur de 2,47 pour le l'entré de dessableur -déshuileur et pour la sortie de dessableur-déshuileur trouvée 0,96, c'est-à-dire dans ce cas, la plupart des matières organique est non biodégradable éliminé se forme solide a travers les ouvrages de prétraitement ce forme solide.

A la sortie de la station, nous avons constaté qu'il y a une augmentation dans les valeurs de l'indice de biodégradabilité (1,6). Ceci peut s'expliquer par la diminution de la partie biodégradable de la matière organique

V .5. Le rendement épuratoire de la DBO₅:

Nous avons calculé les rendements épuratoires de l'abattement de la DBO₅ globale de la STEP avec une valeur 66 % cela peut être expliqué par la diminution de la vitesse d'écoulement et avec le réchauffement des eaux. En effet, ces conditions permettent d'intensifier l'activité des microorganismes qui dégradent la matière organique.

V .6. Le rendement épuratoire de DCO :

Le rendement épuratoire pour la DCO enregistrés durant la période il est de 76 %.

Le rendement épuratoire est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement \%} = \frac{\text{DBO5 Eau usée} - \text{DBO5 Eau filtrée}}{\text{DBO5 Eau usée}} \times 100$$

Conclusion :

Les valeurs des paramètres physico-chimique des eaux usées de la station de El Goléa montre que CE, DCO, DBO5 c'est confirmé par les normes destinée a l'irrigation.

A partir à nous résultantes obtenus des les analyses effectué des eaux usées de la STEP nous à permis de déduire que :

- ✓ Les pour les rendements épuratoires ont atteint des valeurs 66 %, 76 % respectivement DBO₅, DCO.
- ✓ La qualité des eaux épurée de la station conformes aux valeurs spécifiques des normes algérienne de réutilisation agricole.

Ces valeurs montrent une bonne performance épuratoire de la station, due aux systèmes d'adaptation des micro-organismes biodégradeurs de la matière organique, la qualité des effluents produits bien sur d'après les résultats de DBO on peuvent dire la flore des germmes totaux mais nécessaire une analyse bactériologique pour confirmé nous hypothèse et pour les métaux lourds dans les eaux domestique généralement ce forme des traces alors cela nous peuvent dire que les eaux fournie par la STEP rend aptes à une réutilisation pour l'irrigation des terres d'agricultures.

V .7. Le choix du périmètre agricole :

V .7.1. Zone d'étude :

Le choix du périmètre agricole d'EL-BOUR a été fait selon la proximité de ce périmètre à la station d'épuration, et les agriculteurs souffrent du rabattement de la nappe exploitée à la saison de l'été.

V .7.2. L'état de lieu de périmètre agricole d'EL-BOUR :

Le périmètre agricole d'EL-BOUR situé à 1.2 kilomètres à l'ouest de la STEP et dérivée environ 1 m, et qui s'étalent sur une superficie de 1639 d'hectare.

Les exploitations sont conduites d'une façon traditionnelle et ils sont généralement protégés par des brise-vents traditionnels peu efficaces, formés d'une rangée de débris de palmier dattier appelés Djérid. Les agriculteurs utilisent les amendements organiques et peu d'engrais chimiques. L'écartement entre palmiers dattiers est entre 8 et 9 m.



Figure (V-1) : représente la localisation de périmètre d'El-BOUR par Google Earth

V .7.3. La description du périmètre :

Les sols de ce périmètre ce sont des sols sablonneux et qui souffrent du problème de salinisation.

V .7.3. 1. La salinité :

Au niveau de périmètre agricole EL-BOUR on a observée que la salinité presque touche tous les extrémités de périmètre sauf l'extrémités de la partie ouest non touché par la salinité qui explique essentiellement par la proche de lac qui est le meilleur récepteur des eaux usées brute de la ville de El Goléa sans traitement depuis plusieurs d'années après la création de la STEP.

V .7.3. 2. L'ensablement :

On a remarqué que dans le coté ouest de périmètre l'accumulation des sables qui est un facteur d'ordre environnemental. L'ensablement est un phénomène qui existe depuis toujours au Sahara, en utilisant des matériaux produits localement (palmes sèches, argile...).

V .7.3. 3. Le Sol:

Selon (**BELERAGUEB (1996)**) ; En dehors de la palmeraie, sur les plateaux, l'érosion Éolienne a décapé les éléments fins, ne laissant en surface que les éléments grossiers (reg). Au Niveau de la plaine alluviale (palmeraie) , les apports sont assez homogènes et caractérisés par une granulométrie assez grossière : sable fins, sable fins légèrement limoneux. En profondeur la variabilité est plus grande, on observe des niveaux granilo-caillouteux et des niveaux argileux.

V .7.3. 4. Ressources en eaux :

Les ressources en eaux souterraines jouent un rôle très important dans l'agriculture, elle est le plus consommateur de l'eau dans la ville de El Goléa comme dans tout les pays du monde.

La ressource d'eau souterraine dans le périmètre d'EL-BOUR c'est la nappe albien caractérisé par la bonne qualité d'eau.

L'aridité du climat saharien ne permet pas d'envisager une agriculture sans irrigation dans le périmètre EL-BOUR est irrigué à partir du forage qui existent à EL-BOUR.

Dans la saison d'été les agriculteurs souffrent de la baisse du niveau de la nappe albien exploité puisque cette ressource est la base de toute activité économique dans la région.

V .7.3. 5. Les clôtures des exploitations de périmètre :

La mise en place de clôture adaptées à la prévention du périmètre d'un terrain cultivé doit être répondre aux enjeux réels de sécurité posés par le passage des hommes locales (animaux sauvages ou domestique) puisque perturbé les sols de périmètres par le tassement par les pies et perdra leur structure.

La clôture considéré aussi comme piégée les dunes de sable, les paysans entourent leurs exploitation des clôture de palmes de palmiers séché.

V .7.3. 6. Le travail de sol au niveau des exploitations de périmètre :

Les agricultures de périmètre EL-BOUR faire le travail de sol de leur exploitation par une manière traditionnelle pour assuré la bonne aération de sols, et utilisent la culture de luzerne comme plante de rotation pour enrichie le sol en azote.

V .7.4. Age des exploitants :

Au niveau du périmètre, la population active agricole est majoritairement adulte, l'âge est compris entre 30 et 55 ans. Les jeunes exploitants ayant un âge inférieur à 30 ans représentent seulement 2%.

79% des exploitants ayant un âge entre 30 et 55 ans et 19% qui restent sont âge supérieur à 55 ans.

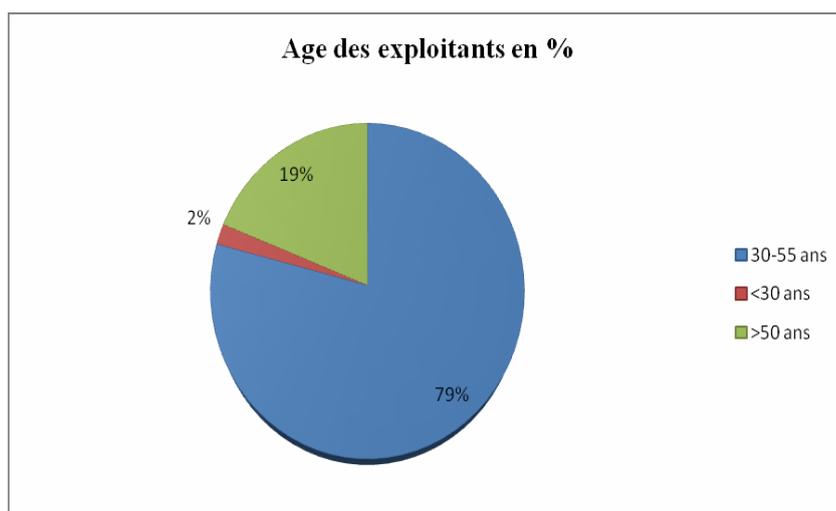


Figure (V-2) : Age des exploitants.(l'ITDAS 2019)

V .7.5.Nature de l'activité et niveau d'instruction :

La majorité des exploitations pratiquent l'agriculture comme une activité secondaire, Ils sont généralement des jeunes prenez des diplômes universitaire, des commerçants et des entrepreneurs. Pour le reste des exploitants l'activité agricole est primordiale. Ces deniers irriguent les parcelles avec les eaux conventionnelles à partir des forages.

V .7.6. Typologie des cultures pratiquées dans le périmètre agricole :

Les spéculations pratiquées au niveau du périmètre sont l'arboriculture, les cultures maraîchères, fourragères, Palmier dattier.

La répartition des cultures pratiquées sur les périmètres agricoles, montre que la phoeniciculture est la plus dominant vu leur adaptation au sol sableux et leur importance socio-économique, quant aux autres cultures maraichères, arboricoles, fourragères.

V .7.6.1. Palmier dattier :

Cette espèce est présente dans tous les vergers de cette périmètre ou les fruits sont conservé et en faire comme une production commercialisable.

Les conditions de climat très chaud en été de cette région sont favorable à une production abondante pour cette espèces, par ce qu'il la température élevé est un facteur important pour assurer la maturation des dattes.

Les palmiers plantés en lignes régulières d'écartement entre palmiers dattiers est entre 8 et 9 m.

Les agricultures ont plantés des différentes variétés, l'âge des palmiers dépasse 30 ans, et il y a de nouvelles plantations de palmiers d'âge moyen variant entre 5-15 ans. Les palmiers sont relativement entretenus ; selon nos enquêtes les exploitations cultivent le palmier de variété : Deglat noir, Deglat Baida et Ghars et Timdjouhrt.



Photo (V-1) : représenté les Palmier dattier

V .7.6.2. Cultures fourragères :

Les cultures fourragères ont une grande importance au niveau local. La plupart de l'exploitant pratique les cultures suivantes : luzerne, orge dans surface seul et sous palmier fourrager, pour alimenter leur élevage (familial) d'élevage et le sur plus sera destiné vers le marché local.



Photo (V-2) : culture fourragère (orge)

V .7.6.3. Cultures maraîchères :

Les cultures maraîchères pratiquées sont par ordre d'importance, oignon, carotte, laitue, navet, aubergine, tomate, piment, pomme de terre , épinard , persille .

Au niveau du périmètre, les cultures maraichères plantés dans des blocs installés on lignes à demi-mètre de la distance les uns à des l'autres ; les lignes sont parallèles et équidistantes.

V .7.7. Systèmes d'irrigation :

Les techniques d'irrigation à la parcelle, relèvent de trois modes principaux d'irrigation sont employés :

- ✓ L'irrigation gravitaire ou bien de surface (par planche, cuvette).
- ✓ L'irrigation par aspersion.
- ✓ L'irrigation goutte à goutte.

V .7.7.1.L'irrigation par surface :

A partir de l'observation au niveau de terrains de périmètre la répartition de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol.

La répartition de l'eau à réparation de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain et aux propriétés hydriques du sol.

V .7.7.2. Technique d'irrigation par planche :

Cette méthode est pratiquée dans la plupart des lots du périmètre

- Planche courte : caractérisée par largeur de 2 de mètres et 8 à 12 m de long. Ce type est pratiqué pour la culture maraîchère surtout (carotte, oignon, pomme de terre)
- Planche longue : 1 m de large et 50 à100 m de long. Ce type de planche est situé souvent entre deux rangs de palmiers, ces planches sont utilisées surtout pour les cultures fourragères (luzerne et orge).

V .7.7.3.Technique d'irrigation par cuvette :

Cette technique d'arrosage est réservée à la phoeniculture. La cuvette a un rayon de 1 à 1.5 m, elle est confectionnée manuellement par des outils simples (houe) .on note qu'il y a des exploitants qui confectionnent des cuvettes sous forme de demi-cercle.

V .7.7.4.Irrigation par aspersion :

D'après les observations faites dans les exploitations agricoles dans le périmètre d'EL-BOUR quelque paysans appliquées les systèmes d'irrigation par aspersion sur les terrains cultivées.

L'irrigation par aspersion, l'eau parvient à la culture d'une façon qui imite ma chute naturelle de pluie.

Elle est utilisée pour l'arrosage des cultures les plus diverses cultures fourragères, maraichères.

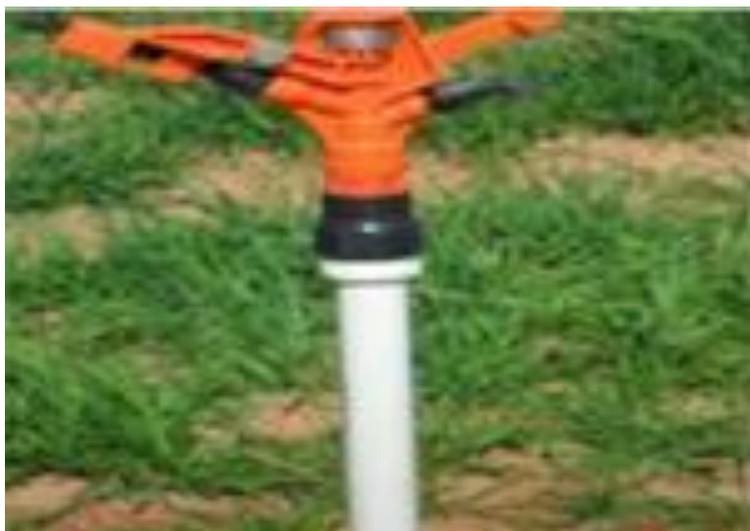


Photo (V-3) : Système d'irrigation par aspersion

V .7.7.5.Irrigation localisée (goutte à goutte) :

On voit que l'apport d'eau par cette technique au voisinage de la plante ; le volume du sol ainsi humidifié appelé bulbe humide.

A partir de ce mode d'irrigation les plantes sont alimentées en eau d'une façon contenue et aussi économisée l'eau.

La pratique de l'irrigation localisée (goutte à goutte) est constatée dans plusieurs secteurs notamment pour l'arboriculture et les cultures maraîchères mais les superficies irriguées par ce système demeurent très peu représentatives par rapport à la superficie irriguée annuellement.



Photo (V-4): Système d'irrigation de goutte à goutte

V .8. Estimations des superficies à irriguer :

Le périmètre proposé dans le cadre de cette étude pour l’irrigation par les eaux usées traitées de la station d’épuration de El Goléa occupé des exploitations cultivé des types des plantes qui nous peuvent irriguée par les eaux traité, est celui des palmiers dattier, des arbres de citrons , des arbres d’oranges qui est autorisée pour l’irrigation par cette eau d’une superficie respectivement 850 ha, 85 ha, 40 ha .

Tableau (V -5) : présente le cycle végétatif et les besoins en eau totales de quelques cultures

Les cultures	La durée de cycle végétale complète	Les besoins en eau totale
Palmier dattier	Pérenne	15000 m ³ /an/ha
Citrons	Pérenne	13000 m ³ /an/ha
Oranges	Pérenne	14000 m ³ /an/ha

(Source : l’ITDAS 2019)

Calcul de la quantité d’eau sortie par ans à partir la STEP c’est :

On a : le débit de la sortie moyenne de la STEP c’est : 14000 m³/j, et le nombre des jours par ans c’est 365 jours. Et on estime le débit journalier minimum :

$$Q_{\min} = 0,8 \times 14000 = 11200 \text{ m}^3/\text{j}$$

Alors que la quantité d’eau disponible par ans calculé comme la suit :

$$11200 \times 365 = 4088000 \text{ m}^3/\text{an/ha}$$

V .8. 1. L’estimation de la surface irrigable pour les arbres de citron:

On a : les besoins en eau totale de l’arbre de citron sont 13000 m³/an/ha et le volume d’eau pondant l’année c’est : 4088000 m³/an/ha

Alors que :

$$1 \text{ ha} \longrightarrow 13000 \text{ m}^3/\text{an/ha}$$

$$X \longrightarrow 4088000 \text{ m}^3/\text{an/ha}$$

$$X = 314 \text{ ha}$$

Alors que la quantité de 4088000 m³/an/ha suffisant pour irriguée la surface de 85 ha cultivé par les arbres de citons et le volume restant d’eau c’est 2983000 m³/an/ha orientée vers l’irrigation des arbres d’oranges.

Nous avons choisi cette culture pour l’irrigation par ce que leur besoins en eau ne dépasse pas la quantité de l’eau fournie par la station.

V. 8. 2. L'estimation de la surface irrigable pour les arbres d'oranges :

On a : les besoins en eau totale d'oranges sont 14000 m³/an/ha et le volume d'eau pendant l'année c'est : 3670000 m³/an/ha

Alors que :

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ ha} \longrightarrow 14000 \text{ m}^3/\text{an/ha} \\
 X \longrightarrow 2983000 \text{ m}^3/\text{an/ha} \\
 X = 213 \text{ ha}
 \end{array}$$

La quantité de l'eau de 2983000 m³/ans /ha et qui couvrira la surface cultivé de 40 ha par l'orange et est le reste c'est 2423000 m³/an/ha.

Alors que la quantité de 511000 m³/an/ha suffisant pour irrigue la surface de 60 ha et reste une quantité qui calculé par le comme la suit :

$$511000 - (12000 \times 60) = 4390000 \text{ m}^3/\text{an/ha} \text{ qui est la quantité d'eau restante}$$

Nous avons choisi cette culture pour l'irrigation par ce que leur besoins en eau ne dépasse pas la quantité de l'eau fournie par la station.

V. 8. 3. L'estimation de la surface irrigable pour les palmiers dattier :

On a : les besoins en eau totale de palmier dattier sont 15000 m³/an/ha et le volume d'eau pendant l'année c'est : 2423000 m³/an/ha

Alors que :

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ ha} \longrightarrow 15000 \text{ m}^3/\text{an/ha} \\
 X \longrightarrow 2423000 \text{ m}^3/\text{an/ha} \\
 X = 162 \text{ ha}
 \end{array}$$

Alor que la surface irrigué c'est 162 ha à partir de l'eau traitée, c'est-à-dire nous peuvent dire que la quantité d'eau c'est insuffisante pour l'irrigation de la surface totale cultivé par palmiers dattier.

$$.V_t = C_e V_e + C_f C_f \longrightarrow C_{DCO} = C_e V_e + V_f / .V_t$$

$$C_{DCO} = 6, 004 \text{ mg/L}$$

$$C_{DBO5} = C_e V_e + V_f / .V_t \longrightarrow C_{DBO5} = 3,75 \text{ mg/L}$$

.V_t : le volume d'eau totale

C_e : la concentration d'eau usées traitée (à savoir C_{DCO}, C_{DBO5})

V_e : le volume d'eau usée traitée

C_f : la concentration d'eau de forage (à savoir C_{DCO}, C_{DBO5}) qui égal à 0

V_f : le volume de forage ajouté pour le mélange

Alors cela nous proposons de mélanger les eaux traitées avec les eaux de forages qui est donne une eau de mieux qualité de l'eau traitée brute de concertation de DCO de 6, 004 mg/L et concertation de DCO de $C_{DBO5} = 3,75$ mg/L.

V. 9. Le Choix du type d'irrigation :

Les systèmes d'irrigations pratiqués dans les domaines de l'agriculture Sont : l'aspersion, la goutte à goutte et l'irrigation gravitaire. Mais dans la réutilisation des eaux usées épurées nous préconisons à l'irrigation gravitaire et en goutte à goutte.

Le système par aspersion est à écarter car il y a le risque de contamination par pâturage du milieu voisinant. Et l'irrigation exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

Le type d'irrigation de la goutte à goutte c'est le mieux pour l'irrigation par les eaux usées traitées par ce que les eaux ne touche pas les feuilles ou biens les fruits des plantes et les plantes alimentée en eau d'une façon contenue et aussi économisé l'eau.

V. 10. Principaux critères de qualité à respecter pour l'irrigation :

Vu le décret exécutive n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation.

Article 1 : l'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé du sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

Article 2 : Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

Article 3 : Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

Article 4 : Une directive plus stricte (< 200 coliformes fécaux pas 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

Article 5 : Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

V. 11.Critères de stockage et de distribution :

-Les réseaux des eaux usées traitées sont à installer en aval et à un niveau inférieurs des réseaux d'eaux potable.

-Les bassins de stockage des eaux usées traitées doivent être clôturés et leurs accès sera interdit au public.

-Les vannes, les bornes et les prises sur les réseaux de distributions des eaux usées doivent être protégées dans des chambres inviolable, portant sur un écriteau bien visible, de dimension minimales 20cm*20cm, ma mention (eau non potable) en langue arabe et éventuellement tout autres signe normalisé signifiant que l'eau est impropre à la consommation.

-l'irrigation des parcelles avec des eaux usées traitées doit être rationalisée pour éviter le gaspillage, la stagnation de l'eau et le développement des gites larvaires.

-Pour l'irrigation par aspersion, les conditions suivantes sont à respecter :

-l'irrigation des espace verts doit être réalisée en dehors des heures d'ouverture au public

-les parcelles à irriguer sont à éloigner d'une distance minimale de cent mètre des habitations et des voies de communication publiques. Elles doivent être entourées de rideaux de brise vent naturels ou artificiels afin d'éviter la propagation des aérosols.

-l'irrigation par aspersion ou par tout autre système mettant l'eau usée traitée en contact avec les fruits des arbres fruitiers est interdite.

Article 1 : l'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé du sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

Article 2 : Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

Article 3 : Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

Article 4 : Une directive plus stricte (< 200 coliformes fécaux pas 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

Article 5 : Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

Conclusion générale :

L'objectif principal du présent travail intitulé « la possibilité de réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture.

La station d'épuration actuelle de la ville d'El Goléa de la commune de Hassi El Gara est de type lagunage naturel.

Les résultats des analyses physico-chimique des eaux usées de la station de El Goléa montre que CE, DCO, DBO5 sont confirmé par les normes destinée a l'irrigation.

Les analyses des eaux usées de la STEP nous a permis de déduire que, les rendements épuratoires atteint les valeurs 66 %, 76 % respectivement DBO₅, DCO.

La qualité des eaux épurées de la station conforme aux valeurs spécifiques des normes algériennes de la réutilisation agricole.

Pour soulager la crise de la pénurie d'eau que souffrent la plupart des agriculteurs de périmètre de El-Bour qui en proximité de la STEP à cause de rabattement de la nappe exploitée dans la saison de l'été, nous avons orienté les eaux traitées vers le périmètre de EL-BOUR. il faut soutenir la stratégie de la réutilisation des eaux usées épurées non seulement à des fins agricoles, mais aussi pour la recharge des nappes souterraines. Pour réussir cette stratégie il faut que les stations d'épuration fonctionnent très bien et rejettent des eaux épurées d'une qualité adéquate à leur réutilisation.

A partir de cette étude, il est recommandé d'approfondir les recherches sur la réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture en s'intéressant aux points suivants :

- rechercher l'influence de réutilisation des eaux usées traitées sur la culture cultivée.
- approfondir le travail par la recherche des solutions minimise les risques de Réutilisation des eaux usées traitées dans l'agriculture par la détermination des tous les analyse désignée pour la Réutilisation des eaux usées traitées (bactériologique , métaux lourdes, physico-chimique).

Références bibliographiques :

- (AFNOR, 2003 ; Rodier et al., 2009).
- AERM. (2007), Procédés d'épuration des petites collectivités du bassin Rhin-Meuse.120p. Témacin.Ouargla, 105P.
- AUSSEL H. (2004), le traitement des eaux usées.inrs.paris. 4 pages.
- BACHIO.(2010), Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du jardin d'épuration de la station du vieux Ksar de TEMACINE .mémoire de Magister, uni d'Ouargla, 11p.
- Badia. G. (2003), L'assainissement des eaux usées, Edition Techni-Cités.
- BAHMANI ; (1987): Monographie agricole P 5
- BANZAOUI .N et EL BOUZ .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.
- BARIKA .A . SENOUSSE. D. (2005), Dimensionnement d'une station d'épuration de la ville de Hassi Messaoud.Mém. Ing.Hydrolique Saharienne. Univ d'Ouargla.36p.
- BAUDOT. B. et PERERA .P. (1991), Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités. 21p
- BECHAC .J, BOUTIN. P, MERCIER .B. (1983) , Traitement des eaux usées.2^{ème} Edition.
- BELERAGUEB, (1996) : Monographie agricole pp 1 – 6.
- BOUHANNA. A. (2014), Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister sur Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne.
- BOUKHATALA 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 d'Ouargla. 27p.
- Claude Gros C. (1999), L'eau usage et pollution (tome 2), Institut Nationale de la
- D.P.A.T (Direction de Planification et de l'Aménagement de Territoire)., 2006 - Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla. Direction de la planification et de l'aménagement du territoire: 8-12.
- Degrement. (1995), Mémento technique de l'eau ,10^{ème} édition, tome 1 & 2, 1718p.
- Dégrement. (1989), Mémento technique de l'eau, Edition de cinquantenaire.
- DEGREMONT. (2005), Mémento technique de l'eau, 10^{ème} édition, Ed. Lavoisier, Paris.
- DOULYE.K, (2002) : Etat des lieux performances épuration et critères de dimensionnement, thèse N2653. DEP en sciences de l'environnement, fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon Belgique et de matonalite ivoirienn, 170 P.
- Duncan .M. (2003), Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries.

Références bibliographiques

- **EL ALAOUI. R et TAOUSSI .I. (2013)**, L'impact Du Chrome VI Sur Le Traitement Des Eaux Usées Dans La Station D'épuration De Marrakech. Mémoire de Licence.
- **ESSAHLAOUI ALI., 2011** - Méthodes géophysiques appliquées aux réservoirs d'eau souterraine. Ed. Universitaire Européennes. 264p.
- **F.A.O., (2003)**. Irrigation avec les eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. 73 p.
- **F.A.O., 2010** - Irrigation avec les eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Bureau Régional pour le Proche Orient et Bureau sous régional pour l'Afrique du Nord. 60 p.
- **FELIX. M, BRUNO NANTOINE. R. (2013)**, Traitement et valorisation des eaux usées : l'exemple de la station de lagunage de Rochefort p7.
- **GAÏD. A. (1993)**, Traitement des eaux usées urbaines. Techniques de
- **GAIDA. (1984)** : "Epuración biologique des eaux usées urbaines" Tome I, Ed, OPU Alger.
- **Gobat J.M, Agrano M, Matthey.W, 2010** : Le sol vivant, base de pédologie biologie des sols. Presses universitaires et romandes, EPFL, Lausanne, Suisse.
- **Gregorio, Pierre, M-B, Crini, N-M., Torri, G. (2007)**, Traitement et épuration des eaux industrielles polluées, *édition presses universitaires de Franche-Comté*, 352p.
- **HAMMADI B. (2017)**, Lagunage Aéré En Zone Aride Performances Epuratoires, Paramètres influents : Cas de la région d'Ouargla. Thèse doctorat. Faculté de mathématique et sciences de la matière. 136 pages.
- **IDDER T. (1998)**, La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérienne. Impacte des rejets d'origine agricole et urbaine et technique de remédiassions proposées. L'exemple d'Ouargla. Thèse de doctorat. Univ. Angers.284p.
- **ISO 9000** management de la qualité - ISO », sur ISO, le 31 janvier 2017.
- **Journal Officiel de l'Algérie n° 35, 2007.**
- **Journal Officiel de l'Algérie n° 41, 2012.**
- **KHATTABI.H.(2002)**,Intérêts de l'étude des paramètres hydrogéologique et hydrobiologique pour la compréhension du fonctionnement de la station de traitement des lixiviats de la décharge d'ordures ménagères d'Etueffont (Belfort ,France).Thèse de Doctorat de 3ème cycle .L'Institut des sciences de l'Environnement .p152.
- **L'Ingénieur, traité Construction. C 5 220 - 1-28**
- **LABBADI.K.MOUKAR.M.(2010)**, Étude des performances de la station de traitement des eaux usées urbains par lagunage de la ville d'Ouargla. 112p.

Références bibliographiques

- **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.
- Lavoisier. Paris, 2006.1266 p.
- **Metahri. M.S.** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes, cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou. (2012).
- **Molleta .R. (2006)**, Gestion des problèmes environnementaux dans les industries
- **MOSSAOUI R et BENHABIB A. (2015)**, La Réutilisations des eaux usées traitées et l'agriculture. MECAS. 16 pages.
- **MONCHY H., (1978).** " Mémento d'assainissement" Ed. EYROLLES, Paris
- **N'DIAYE, KANKOU, DIASSE SARR, BAIDY LO, 2011.** Contribution de l'analyse en composantes principales à l'évaluation de la couleur des effluents de la ville de Nouakchott. *Larhyss Journal*.p146.
- **Nadia.Saiyouri.** projetprojet projet d'eau 2012 ; méthode d'irrigation en milieu aride
TIERCELIN JEAN-ROBERT, ALAIN VIDAL. Traité d'irrigation.2 éd. Paris :
- **O.R.S (Observatoire Régional De Santé d'Ile-De-France), 2004 -** Réutilisation des eaux usées épurées : considérations sanitaires et intérêts pour l'Île-de-France.
- **OUALI S .M .(2001)**, Procédés unitaires biologique de traitement des eaux, Ed OPU, Alger. 70p.
- **OUALI. S. (2006)**, Etude géothermique du sud de l'Algérie. Mémoire de Magistère, Univ M'hamed Bouguerra Boumerdes, 84p.
- **RAMADE F., 2003 -** Elément d'écologie, écologie fondamentale. Ed, MC- Grano Hill, Paris, 379p.
- **Rejsek. F. (2002)**, Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, Edition Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine France.
- **Rodier. (2009)**, Analyse de l'eau, 9^{ème} Edition Dunod Paris.
- **RODIER.J. (2005)**, L'analyse de l'eau. Ed Dunod, Paris.
- **Satin .M. et Salmi. (1999)**, Guide technique de l'assainissement, Edition le Moniteur Paris.
- **Satin.M et Salmi (1999)**, Guide technique de l'assainissement, Edition le Moniteur Paris.
- **Tamrabet. L. (2011)**, contribution à l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage Université Hadj Lakhdar- Batna

Webographie :

[W1] <http://www.eau.public.lu>, (Consulté le : 07-02-2019)

[W2] www.sint.fr, (Consulté le : 10-04-2019)

[W3] <https://www.google.com> , (Consulté le : 10-04-2019).

[W4] <https://www.google.fr> , (Consulté le : 10-04-2019).

Etude de la possibilité de l'utilisation des eaux épurées pour l'irrigation (cas de station d'épuration d'El Goléa)

Résumé

Les projets de la réutilisation des eaux traitées (REUT) participent à la gestion intégrée des ressources en eau et à la présentation de l'environnement.

L'objectif de notre étude est de connaître la possibilité de l'utilisation des eaux usées traitées par la station d'El Goléa pour l'irrigation.

Les analyses effectuées sur les eaux de lagunage naturel, ont porté sur les paramètres suivants : DBO5, DCO et la conductivité électrique.

Les résultats ont été conformes aux normes pour les paramètres CE, DBO5, DCO.

Alors d'après ce travail on peut dire que le lagunage naturel a une eau épurée conforme à la qualité exigée pour une réutilisation agricole.

Mots clés : eaux usées, lagunage naturel, irrigation, réutilisation, El Goléa.

Study of the possibility of using treated water for irrigation (case of El Goléa wastewater treatment plant)

Summary

The projects for the reuse of treated water (REUT) participate in the integrated management of water resources and the presentation of the environment.

The objective of our study is to know the possibility of the use of wastewater treated by the El Goléa station for irrigation.

The analyzes carried out on natural lagoon waters, concerned the following parameters: BOD5, COD and electrical conductivity.

The results were in compliance with the standards for parameters CE, DBO5, DCO.

So according to this work it can be said that natural lagooning have a purified water in accordance with the quality required for agricultural reuse.

Key words: wastewater, natural lagooning, irrigation, reuse, El Goléa.

دراسة إمكانية استخدام المياه المعالجة للري (حالة محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالقولية)

ملخص:

المشاريع إعادة استخدام المياه المعالجة (REUT) تساهم في التسيير المرتبط بمصادر المياه و البيئة الهدف من دراستنا هو معرفة إمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بواسطة المحطة معالجة المياه القولية.

التحليلات التي أجريت على مياه الصرف الصحي المعالجة التالية DBO5, DCO, CE و كانت مماثلة للمعايير لإعادة الاستخدام المياه المعالجة في الري و بناءً على هذا العمل، يمكن القول أن البحيرات تقوم بمعالجة المياه الصرف الصحي وفقاً للجودة المطلوبة لإعادة الاستخدام الزراع و ذلك في حالة القيام بجميع التحاليل المطلوبة

الكلمات المفتاحية: المياه الصرف الصحي معالجة ، البحيرة ، الري ، إعادة الاستخدام ، القولية