

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL ET D'HYDRAULIQUE



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences Techniques

Filière : Hydraulique

Spécialité : Traitement des eaux

Présenté par : *TFYECHE LYES*

Thème :

**Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux
usées de Ouargla au cours de leur traitement**

Soutenu publiquement le : juin 2014

Devant le jury composé de :

Mr. MAHI RACHID

MAA(Président)

UKM OUARGLA

Mlle OUNOKI SAMIRA

MCB (Encadreur)

UKM OUARGLA

Mme. BELMAABDI AMEL

MAA(Examinatrice)

UKM OUARGLA

Année universitaire: 2013-2014



Dédicaces

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma mère et mon père, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.

Mon frère et sœurs.

Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'encourager :

Abdeelmalik, Samir, Ahlem, Famina, fatima et hamza, merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.

Mon encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).



Yes

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Première partie : partie bibliographique

Chapitre I : Données de base sur la ville de Ouargla et ses eaux usées

I-1 Introduction	2
I-2 Situation géographique de la ville de Ouargla	2
I-3 Données climatiques et hydrogéologiques sur la ville de Ouargla	2
I-4 Généralités sur les eaux usées	3
I-4-1 Définition des eaux usées	3
I-4-2 Origines des eaux usées	3
I-5 Types de pollutions des eaux usées	5
a) Pollution organique	5
b) Pollution minéral	5
c) Pollution microbiologique	5
I-6 Caractérisation des eaux usées urbaines	5
I-6-1 Caractérisation physicochimique	5
I-6-2 Caractérisation bactériologique	7
I-7 Qualité des eaux usées brutes de la ville de Ouargla	9
I-8 Conclusion	10

Chapitre II : Description et diagnostic de la STEP de Said Otba

II-1 Introduction	12
II-2 Situation géographique de la STEP Said Otba	12
II-3 Présentation de la STEP de Said OTBA	13
II-4 Objectif de traitement de la STEP	13
II-5 Principe de traitement	13
II-5-1 Prétraitement	14
II-5-2 Traitement secondaire	17
II-5-3 Traitement des boues	18
II-6 Rejet des eaux épurées	19
II-7 Diagnostic de la step de Said Otba	21
II-8 Conclusion	23

Deuxième partie : partie expérimentale

Chapitre I : Échantillonnage et analyse des eaux usées

I-1 Introduction	24
I-2 Echantillonnage	24
I-3 Prélèvement de l'eau à analyser	24
I-4 Transport des échantillons	25
I-5 Analyses physico-chimiques	25
I-5-1 Mesure de la température	25
I-5-2 Mesure de pH	25
I-5-3 Mesure MES	25
I-5-4 Mesure La demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	26

I-5-5- Mesure La demande chimique en oxygène (DCO)	26
I-5-6 Mesure de la conductivité électrique, TDS et salinité	26
I-5-7 Mesure de la turbidité	26
I-6 Analyses bactériologiques	27
I-6-1 Recherche et dénombrement des germes totaux	27
I-6-2 Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides.....	29
I-6-3 Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide	31
I-6-4 Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs	33
I-7 Conclusion.....	35

Chapitre II : Résultats et discussion

II-1 Introduction	36
II- 2 Résultats	36
II-2-1 Suivi de la qualité physicochimique	36
II-2-1-1 DBO ₅	36
II-2-1-2 DCO	38
II-2-1-3 MES	39
II-2-1-4 Nitrates	41
II-2-1-5 Nitrites	42
II-2-1- 6 pH.....	42
II-2-1-7 Oxygène dissous.....	43
II-2-2 Suivi de la qualité bactériologique	44
II- 3 Conclusion	45
Conclusion générale.....	46

LISTE DES FIGURES

figures	Titres	Pages
01	<i>Situation géographique de la STEP</i>	12
02	<i>Dégrillage</i>	15
03	<i>Dessablage</i>	16
04	<i>Répartiteur</i>	16
05	<i>Bassin d'aération</i>	18
06	<i>Lits de séchage</i>	19
07	<i>Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau</i>	28
08	<i>Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau</i>	30
09	<i>Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau</i>	32
10	<i>Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs</i>	34
11	<i>Evolution journalière et mensuelle du DBO₅ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	37
12	<i>Evolution journalière et mensuelle du DCO des eaux usées au cours de leur traitement</i>	38
13	<i>Evolution journalière et mensuelle du MES des eaux usées au cours de leur traitement</i>	40
14	<i>Evolution mensuelle du NO₃ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	41
15	<i>Evolution mensuelle du NO₂ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	42
16	<i>Evolution journalière du pH de l'eau brute</i>	43
17	<i>Evolution journalière de l'O₂ dissous de l'eau brute</i>	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
01	<i>Paramètres de pollution des eaux usées de Ouargla</i>	10
02	<i>Caractéristiques de la step Said Otba de Ouargla</i>	20
03	<i>Rendements d'élimination moyens mensuels des MES des eau usées de la ville d'Ouargla</i>	21
04	<i>Teneurs mensuels en composés azotés et phosphatés des eaux usées entre l'entrée et la sortie de la step en 2013</i>	23
05	<i>Les analyses bactériologiques</i>	44
06	<i>Evolution journalière du DBO₅ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	Annexe
07	<i>Evolution journalière du DCO des eaux usées au cours de leur traitement</i>	Annexe
08	<i>Evolution journalière du MES des eaux usées au cours de leur traitement</i>	Annexe
09	<i>Evolution journalière du pH de l'eau brute</i>	Annexe
10	<i>Evolution journalière de l'O₂ dissous de l'eau brute</i>	Annexe
11	<i>Evolution mensuelle du NO₃ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	Annexe
12	<i>Evolution mensuelle du NO₂ des eaux usées au cours de leur traitement</i>	Annexe
13	<i>table de MAC-GRADY (NPP)</i>	Annexe

LISTE DES LEGENDES

MES : Matières en suspension

DBO₅ : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

TDS : Taux des Sels Dissous.

PH : Potentiel d'hydrogène

ONA : Office national de l'assainissement

ADE : Algérienne des eaux

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

NA: Norme Algérienne.

CT : Coliforme totaux

CF : Coliforme fécaux

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

D/C : Double Concentrations.

S/C : Simple Concentrations.

E. coli : Escherichia Coli.

NPP : Nombre Plus Probable.

A3,A4 : Bassin d'aération de 1^{ère} étage

B2 : Bassin d'aération de 2^{ème} étage

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. 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 issus des utilisations domestiques, agricoles et industrielles de l'eau peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes pathogènes, menacent la qualité de l'environnement dans son ensemble (Tamrabet et *al.*, 2003a). Le traitement de ces rejets s'avère indispensable afin de lutter contre leurs effets nocifs.

Le traitement de l'eau usée a pour objectif de réduire le niveau de contamination en métaux lourds et en micro-organismes pour la rendre adéquate avec les normes de rejet ou utilisable en agriculture ou en industrie. Différentes méthodes sont utilisées telles que la méthode des boues activées, l'utilisation des algues fixatrices pour éliminer certains métaux lourds, méthodes de stockage et traitement suivies d'utilisation directe ou d'épandage dans la nature (Ovie et *al.*, 1990). Dans le traitement par boues activées, l'élimination de la charge polluante est assurée par les communautés de microorganismes de l'eau et des sédiments (algues et bactéries) (Ouali, 2000).

La région de Ouargla a connu un grave problème d'excédent hydrique, causé par les rejets des eaux résiduaires et le rejet des eaux de drainage agricole qui ont augmenté le niveau piézométrique de la nappe phréatique. L'aménagement du réseau de drainage agricole et la réalisation des stations d'épuration (step de Said Otba, Sidi khouiled et N'goussa) ont contribué de rabattre la nappe de la vallée (ONA, 2013). La ville de Ouargla dispose d'une station d'épuration par lagunage aéré depuis 2009 qui sert à réduire la pollution des eaux usées pour une éventuelle utilisation en irrigation.

L'objectif de ce travail consiste à suivre la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville de Ouargla dans le but de détecter les dysfonctionnements s'ils existeront et proposer par la suite les solutions convenables.

L'étude sera divisée en deux parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. La première partie comportera deux chapitres. Le premier chapitre commencera par une présentation de la région d'étude et une caractérisation qualitative des eaux usées brutes et épurées de la zone concernée. Le deuxième chapitre va décrire la step de Said et présenter un diagnostic de cette station. La deuxième partie contiendra un chapitre qui résume l'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques et bactériologiques ainsi qu'un deuxième chapitre qui va regrouper les résultats et les discussions.

Partie bibliographique

Chapitre I

Données de base sur la ville de Ouargla et ses eaux usées

I-1 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 et al, 2003).

I-2 Situation géographique de la ville de Ouargla

La ville de Ouargla se situe au sud est de l'Algérie, elle occupe une superficie de 10128 km², elle est limitée par :

- La daïra de N'goussa au Nord ;
- La daïra de Hassi Messaoud au Sud ;
- La wilaya de Ghardaïa au l'Est ;
- La daïra de Sidi Kouiled.

En 2012, la population de la ville de Ouargla comprenant les communes de Ouargla, Rouissat et Ain Beida a été estimée à 230.922 habitants, avec une densité de 17.40 hab/ km².

I-3 Données climatiques et hydrogéologiques sur la ville de Ouargla

Le climat de Ouargla est particulièrement aride. L'aridité s'exprime par des températures élevées en été (44.9°C en juillet), par des faibles précipitations (13.6 mm) et par une forte évaporation (434 mm) due à la sécheresse de l'air. Les vents sont responsables de l'aridité du climat, la plupart de ces vents dominants ont la direction Est, Nord-est, en période froide. Par contre, durant le printemps et l'été, ils ont la direction Sud, Sud-Est, ils sont chauds et chargés du sable (ONM, 2013).

La ville de Ouargla s'approvisionne des eaux souterraines soit pour la consommation de la population soit pour l'agriculture. Les formations géologiques de la région de Ouargla contiennent deux grands ensembles de formation aquifères. Le continental intercalaire à la base et le complexe terminal au sommet, une troisième formation d'importance plus modeste s'ajoute aux deux précédent c'est la nappe phréatique ou nappe superficielle (**Idder, 1998**).

I-4 Généralités sur les eaux usées

I-4-1 Définition des eaux usées

Les eau usées correspondent aux eaux ayant été utilisées par les individus ou d'autres secteurs (industrie ou agriculture) (**Chocat, 1997**), elles résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines (**Richard,1996**). Elles sont généralement chargées en matières minérale ou organique sous forme dissoutes ou en suspension (**Bouziანი, 2000**).

Les eaux usées sont toutes les eaux parvenant dans le réseau d'assainissement dont les propriétés naturelles sont transformées. (**Bliefert, 2001**). La plus part des eaux usées sont offensives, d'autre sont pathogènes, elles peuvent être l'origine de grave problèmes de santé publique (**Becis, Belouidiane, 2005**)

I-4-2 Origines des eaux usées

I-4-2-1 Les eaux usées domestiques

Ce sont les eaux utilisées par l'homme pour des besoins domestiques (**Chocat ,1997**), elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent :

- * **Des eaux de cuisine** qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides, protides), et des produits détergents ;
- * **Des eaux de buanderie** contenant principalement des détergents ;
- * **Des eaux de salle de bains** chargées en produits pour l'hygiène corporelle. Généralement de matières grasses hydrocarbonées ;
- * **Des eaux de vannes** qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composée azotés, phosphorés et en microorganismes (**Chocat, 1997 et Franck, 2002**).

I-4-2-2 Les eaux usées pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation, elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de la pluie, par deux mécanismes :

- Le lessivage de sols et des surfaces imperméabilisées
- La remise en suspension des dépôts des collecteurs.

Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec de métaux lourds et des toxiques (Plomb, Zinc, Hydrocarbures) provenant essentiellement de la circulation automobile (**Franck, 2002**).

I-4-2-3 Les eaux usées agricoles

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau (**Salem, 1990**). Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- * Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais.
- * Apport de pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants, d'insecticides.
- * Apport de sulfate, de cuivre et de composés arsenicaux destinés à la protection de vignes en région viticole. (**Richard, 1996**)

I-4-2-4 Les eaux usées industrielles

Toutes les unités industrielles utilisent les eaux dans leurs processus de production, par conséquence elles ont des rejets assez considérables. Il apparaît difficile de classifier les eaux usées industrielles en raison de la diversité des activités industrielles ainsi que la grande différence qui existe entre les rejets d'eaux usées de même activité (**Claude, 1999**).

I-5 Types de pollutions des eaux usées

Généralement la pollution des eaux usées se manifeste sous les formes principales suivantes :

a) Pollution organique

La pollution organique des eaux urbaines se compose principalement de protéides, de glucides et de lipides ainsi que des détergents utilisés par les ménages. Il est à noter l'existence d'autres substances organiques utilisées ou fabriquées industriellement, c'est le cas des phénols, des aldéhydes, des composés azotés.

b) Pollution mineral

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore. Ces substances peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu, perturber l'activité bactérienne en station d'épuration, affecter sérieusement les cultures (physiologique et rendement).

c) Pollution microbiologique

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécaux. On les trouve dans les effluents hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ou encore dans le déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles,.....).

I-6 Caractérisation des eaux usées urbaines

I-6-1 Caractérisation physicochimique

I-6-1-1 La température

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physicochimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamique et cinétique. A titre d'exemple, la concentration à saturation de l'oxygène dissous, plus l'eau est chaude et plus sa concentration limite diminue. Le pH et la conductivité sont également dépendantes de la température de même que les processus de biodégradation carbonée (**Thomas, 1995**).

I.6-1-2 - Matières en suspension

Il s'agit de matières non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales. Elles peuvent également être des microorganismes vivants (**Gaid, 1984**)

I.6-1-3 La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc.

La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes. (**Rodier, 1996**).

I.6-1-4 Le potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre important qui influe sur la vie et le développement de la faune et de la flore existante dans les cours d'eau. Cependant, sa valeur peut être à l'origine des ennuis dans les canalisations (corrosion et dépôts calcaires) (**Belkhiri, 1999**). Le pH conditionne les réactions chimiques des milieux aqueux ainsi que la prolifération bactérienne. Il peut également être un indice de pollution pour les rejets industriels

I.6-1-5 La conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées (**Thomas, 1995**). Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau. (**Gaid, 1984**).

I.6-1-6 L'oxygène dissous

L'oxygène est souvent présent dans l'eau. Sa solubilité est en fonction de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau ; L'eau usée domestique peut contenir de 2 à 8 mg/l (**Ladjel, 2006**)

I.6-1-7 La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies (**Rodier, 1996**). Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O₂/l. (**Taradat et Henry, 1992**).

I-6-1-8 La demande biologique en oxygène (DBO₅)

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO₂ les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique. (Blifert, 2001)

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

I-6-1-9 L'azote

Aujourd'hui, le cycle naturel de l'azote est perturbé par le développement démographique, industriel, agricole et de l'urbanisation. (Badia et Gondar, 2003).

Il peut se trouver sous forme minérale (ammoniac, nitrites ou nitrates) ou organique. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel. (Guerre et Gommelia, 1982).

I-6-1-10 Le phosphore

L'apport journalier de phosphore est d'environ 4 g par habitant. Il est du essentiellement au métabolisme de l'individu et l'usage de détergent. Les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine. (Ladjel et Bouchafer, 2004)

I-6-1-11 Métaux lourds : Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver toutes sortes de métaux lourds à savoir le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse et le molybdène qui proviennent essentiellement des détergents , des produits cosmétiques et des petites unités industrielles.

I-6-2 Caractérisation bactériologique

Cette classe de bactéries comprend des genres et espèces dont la présence dans les eaux ne constitue pas en elle même un risque sur la santé des populations, mais indique l'importance de la pollution microbiologique des eaux.

I-6-2-1 Les coliformes totaux et fécaux

Sous le terme de «coliformes» est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae.

La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme «coliforme" correspond à des organismes en Bâtonnets, non

sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement Anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production D'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C.

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

Les coliformes fécaux sont appelés aussi les coliformes thermo-tolérants, ce sont des coliformes qui fermentent le lactose mais à 44°C. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc extrêmement importante. (Rodier, 2005)

I-6-2-2 Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram-, sphériques à ovoïde formant des chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose à 44°C et à pH 9,6.

La recherche de streptocoques fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermo-tolérants pour être le signe d'une contamination fécale. (Joseph et Salvato, 1977).

I-6-2-3 Les clostridium sulfito-réductrices

Elles ne sont pas seulement d'origine fécale, mais sont des germes ubiquistes, dont la présence dans l'eau est souvent révélatrice d'infiltration telluriques ou de matières organiques en putréfaction. (Nathalie, 2002). Elles se rencontrent normalement dans les matières fécales humaines et animales ; leur spores peuvent survivre dans l'eau et l'environnement pendant plusieurs mois (Figarella et al, 2001)

I-6-2-4 Les helminthes

Les helminthes sont des parasites intestinaux, fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires. Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthes peut être évalué entre 10 et 10³ germes/l. Le dénombrement des helminthes dans les eaux usées traitées est d'une importance capitale, en particulier lorsque l'on souhaite réutiliser ces eaux dans des usages agricoles.

I-7 Qualité des eaux usées brutes de la ville de Ouargla

Afin de d'avoir une idée sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville de Ouargla, le tableau 1 regroupe les résultats d'analyse des paramètres de pollution à savoir le pH, MES, DCO, DBO₅, les composés azotés, les composés phosphorés ainsi que certains paramètres microbiologiques.

Tableau 1: Paramètres de pollution des eaux usées de Ouargla (Avril 2013) (ONA, 2013 ; Laadjel, 2006)

Paramètre	Valeur moyenne	Normes de l'OMS
pH	8,65	5,5 – 8,5
MES (mg/l)	233,15	30
DBO ₅ (mgO ₂ /l)	140	30
DCO (mgO ₂ /l)	402,77	90
N-NO ₃ (mg/l)	0,71	50
N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	27,50	2
NT (mg/l)	53,40	50
P-PO ₄ (mg/l)	3,97	2
Coliformes totaux	11.10 ⁵ U /100ml	5000
Coliformes fécaux	21.10 ⁴ U /100ml	2000
Streptocoques	140 U /100ml	1000
Staphy	Négatif	-

D'après les valeurs d'analyses reportées dans le tableau 1, on remarque que les eaux usées de la ville de Ouargla ne sont pas trop chargées en pollution malgré qu'elles ne peuvent être rejetées dans la nature ou utilisées en agriculture sans traitement. On peut également constater qu'un traitement biologique est pratiquement convenable à ces eaux.

I-8 Conclusion

Les eaux usées de la ville de Ouargla sont d'origine domestiques, elles ne sont pas trop chargées du côté physicochimique ou microbiologique. Cependant, elles ne peuvent être déversées directement dans la nature. Un traitement biologique convenable s'avère suffisant afin de réduire le niveau de contamination et les rendre aptes à une éventuelle réutilisation.

.

Chapitre II

*Description et diagnostic de la
STEP de Said Otba*

II-1 Introduction

La qualité des eaux usées de la ville de Ouargla est essentiellement domestique (dépourvue de toute activité industrielle) et biodégradable et sont aptes par conséquent à un traitement biologique. Pour être dépolluées, ces eaux sont destinées vers la STEP de Said OTBA qui sert à alléger la charge polluante jusqu'à un niveau très acceptable par le procédé de lagunage aérée. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers sebkhet Sefioune.

Au cours de ce chapitre, on va présenter les différents procédés de traitements des eaux usées dans la step de Said Otba. On va également faire un diagnostic sur cette station afin de détecter les dysfonctionnements existants.

II-2 Situation géographique de la STEP Said Otba

La station d'épuration de Said Otba mise en service en 2009, a été réalisée par la société allemande Dwydag pour le compte de l'ONA. Elle se situe au Nord-est de Ouargla entre les deux branches du canal de drainage dans la région de Said Otba au nord de la Route nationale N°49.

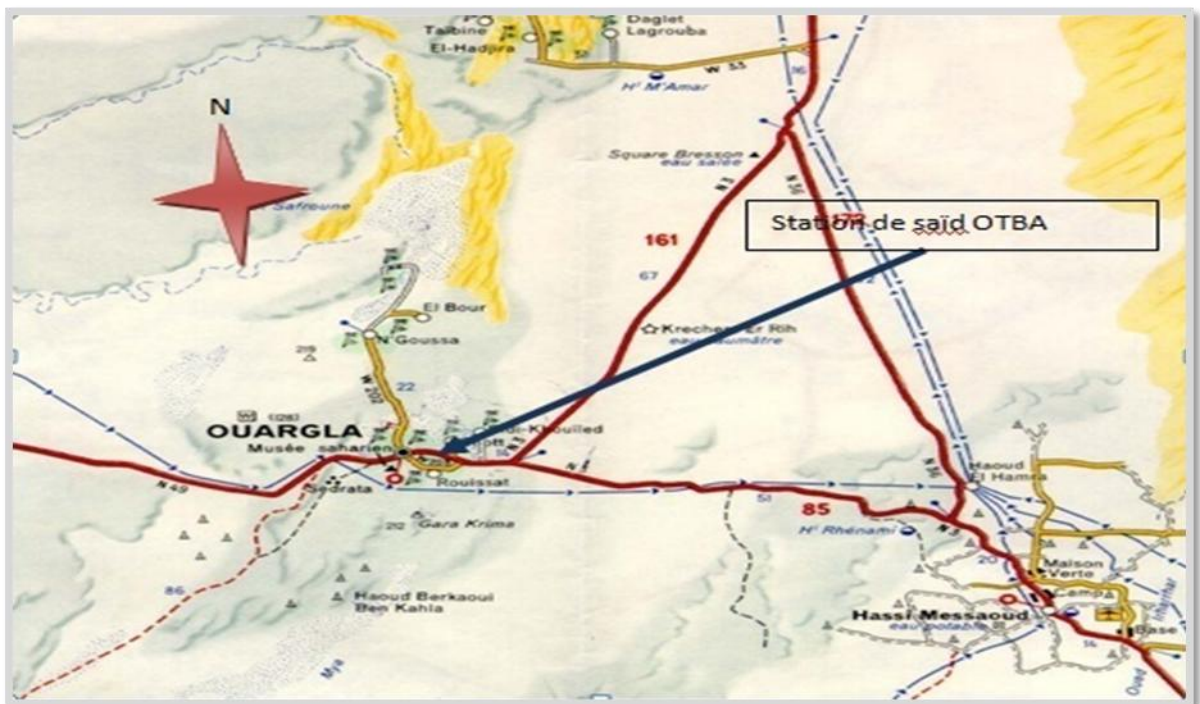


Figure 1 : situation géographique de la STEP

II-3 Présentation de la STEP de Said OTBA

Les stations d'épuration servent à épurer les eaux usées en dégradant le niveau de pollution pour une éventuelle réutilisation dans divers domaines industriel, agricole ou recharge des nappes. La station d'épuration de Said OTBA est de type de lagunage aéré. La filière de traitement retenue est constituée de :

- Prétraitement ;
- Traitement biologique par lagunage aéré
- Traitements des boues (Lits de séchage).

II-4 Objectif de traitement de la STEP

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

II-5 Principe de traitement

Les eaux brutes arrivant à la station subissent les traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les compartiments par les quels passent les eaux usées dans la station sont les suivants :

- Le compartiment de prétraitement ;
- Le 1^{er} étage de traitement par lagunage aéré ;
- Le 2^{ème} étage de traitement par lagunage aéré ;
- Le 3^{ème} étage bassin de finition
- Lits de séchage

Les eaux usées arrivant à la STEP sont refoulées par l'intermédiaire de 05 stations de refoulement qui débouchent dans un regard de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le H₂S qui pourrait se former dans les conduites de refoulement.

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

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

II-5-1 Prétraitement

Le prétraitement comporte les procédés suivants :

II-5-1-1 Dégrillage

Le système du dégrillage comprend un ensemble de 02 dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle. Le dimensionnement de chaque grille 1,80 m de largeur et longueur, l'épaisseur de 10 mm.

Un canal de secours équipé d'une grille manuel disposé en parallèle permet de by-passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mis hors service des dégrilleurs automatiques.

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



Figure 2: Dégrillage.

II-5-1-2 Dessablage

Le dessablage est réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et de 23 m de long et la profondeur est de 3,92 m. Chaque ouvrage est équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permet l'extraction des sables vers un classificateur à sable.

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieure après avoir franchi une cloison siphonoïde. Les sables extraites sont ensuite stockés dans une benne. La station actuellement n'est pas équipée d'un système de déshuilage (STEP de Ouargla, 2009).



Figure 3 : Dessablage

II-5-1-4 Ouvrage de répartition

Disposé en tête de station et en aval des ouvrages de prétraitement, l'ouvrage de répartition permet de répartir les eaux usées vers les lagunes du premier étage.

Cette répartition est assurée par 06 seuils déversants identiques, de 1.5 m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service (ONA, 2009).



Figure 4 : Répartiteur

II-5-2 Traitement secondaire

Après l'étape de prétraitement, les eaux à traiter subissent un traitement biologique par lagunage aéré. Cette étape est constituée de deux étages d'aération artificielle et d'un étage de finition. La STEP de Ouargla est composée de 08 bassins en cascade à trois niveaux.

II-5-2-1 Le 1^{er} niveau du lagunage aéré

Les effluents sont répartis entre les 04 lagunes grâce à un répartiteur. Dans l'étage d'aération, l'oxygénation est assurée par des aérateurs de surface (chaque lagune comporte 12 aérateurs). Cette aération mécanique favorise le développement des bactéries qui dégradent la matière organique et assimilent les nutriments. La surface totale de ces lagunes est de 15 hectares (la surface de chaque bassin est de 2.4 ha), le volume total est de 511200 m³ (le volume de chaque bassin est de 85200 m³), la profondeur est de 3.5 m et le temps de séjour est de 07 jours.

La canalisation gravitaire de liaison (fabriquée en béton) entre le répartiteur et les lagunes de 1^{er} étage, ainsi que la liaison entre les deux lagunes d'étages différents, est revêtu d'un géomembrane de type PHD (Polyéthylène haute densité) afin de faciliter la soudure et d'éviter les infiltrations. Actuellement, il n'y a que deux lagunes qui fonctionnent au niveau de cet étage (ONA, 2009).

II-5-2-2 Le 2^{ème} niveau du lagunage aéré

Au deuxième étage, le nombre d'aérateurs et de bassins est inférieur au premier (07 aérateurs dans chaque lagune et 02 bassins). Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes de 1^{er} étage vers les lagunes de 2^{ème} étage. La surface totale de ces lagunes est de 12.2 ha (la surface de chaque bassin est de 4.1 hect), le volume total est de 340800 m³ (le volume de chaque bassin est de 113600 m³), la profondeur est de 2.8 m et le temps de séjours est de 05 jours. Actuellement il y a qu'une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

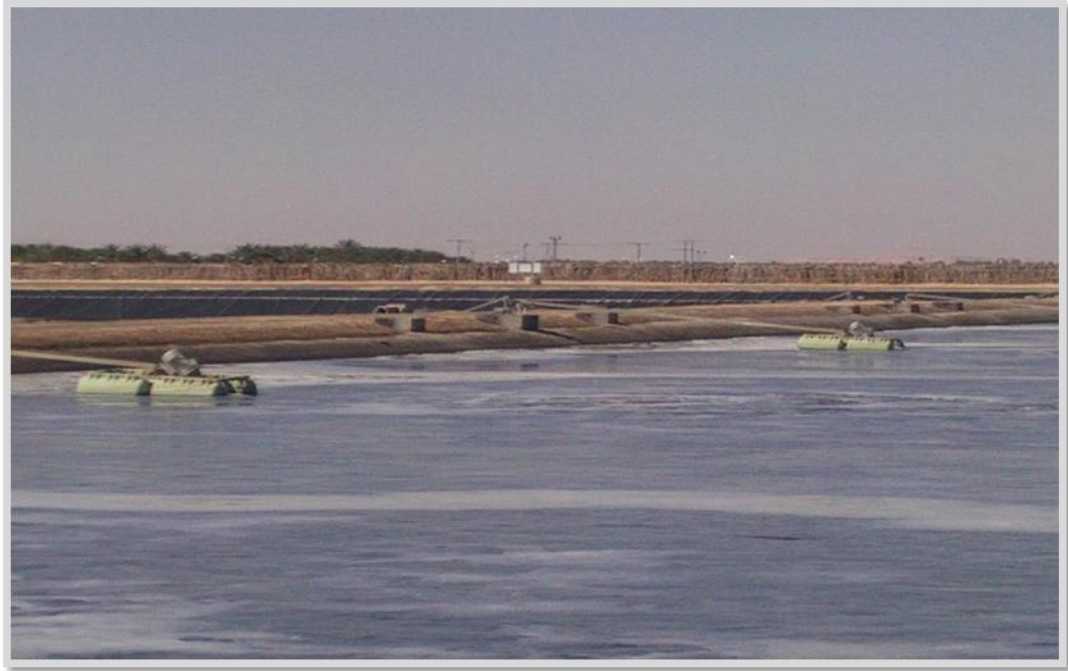


Figure 5 : bassin d'aération

II-5-2-3 Le 3^{ème} niveau (lagune de finition):

Les eaux sortant des lagunes aérées du 2^{ème} étage sont dirigées vers deux lagunes de finitions. C'est le lieu de séparation physique d'eau épurée et de la boue biologique, cette dernière est formée après une lente agglomération des matières en suspension (amas de micro-organismes et de particules piégées). La surface totale est de 14.8 ha (la surface de chaque bassin est 4.9 ha), le volume total est de 222081 m³ (le volume de chaque bassin est de 74027 m³), la profondeur de 1.5 m et le temps de séjours est entre 2 à 4 jours. Il est à noter qu'il y a une seule lagune qui fonctionne au niveau de cet étage.

II-5-3 Traitement des boues

Le traitement des boues se résume en lits de séchage. Il consiste à sécher les boues décantées au fond des lagunes à l'air libre sur des lits de séchage. Ces lits sont des bassins de faible profondeur recouverts de couches successives disposées comme suit :

- Un géomembrane ;
- Un géotextile ;
- Une couche de gros gravier ;
- Une couche de gravier fin ;
- Une couche de sable.

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

La siccité des ces boues augmentent au fur et à mesure grâce à l'évaporation naturelle couplée à un système de drainage. Ce dernier favorise l'évacuation de la plus grande partie de l'eau par simple gravité. Cette eau sera évacuée en tête de la station d'épuration par l'intermédiaire d'un poste de refoulement.

A l'issue de ce séchage, les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant (ONA ; 2009).



Figure 6 : lits de séchage

II-6 Rejet des eaux épurées

Les eaux épurées seront évacuées gravitairement vers sebkha Safioune par l'intermédiaire d'une conduite de 41 km de longueur. Ce site sert également comme exutoire drainant une partie des eaux de drainage agricole et des crues des oueds N'Sa et M'Zab. Sebkhet Sefioune s'étale sur une superficie de 387 ha et se caractérise par la forte salinité de ses eaux qui ne permet aucune survie à la végétation aquatique.

Le tableau 2 : Caractéristiques de la step Said Otba de Ouargla

La Surface totale		80 hectares
Premier niveau	Nombre de bassins	4 bassins d'aération
	Volume total	511 200 m ³
	Volume par unité de bassin	852 000 m ³
	Surface totale	15 hectares
	Surface par unité de bassin	2 ,4 hectares
	Profondeur des bassins	3,5 m
	Temps de séjour	7 jours
Deuxième niveau	Nombre de bassins	2 bassins d'aération
	Volume total	340 800 m ³
	Volume par unité de bassin	113 600 m ³
	Surface totale	12,2 hectares
	Surface par unité de bassin	4,1 hectares
	Profondeur des bassins	2,8 m
	Temps de séjour	5 jours
Troisième niveau	Nombre de bassins	2 bassins de finitions
	Volume total	222 081m ³
	Volume par unité de bassin	74 027m ³
	Surface totale	14,8 hectares
	Surface par unité de bassin	4,9 hectares
	Profondeur des bassins	1,5m
	Temps de séjour	2-4 jours

II-7 Diagnostic de la step de Said Otba

Afin de faire un diagnostic détaillé sur la station d'épuration des eaux usées de Said Otba, on a pris les données d'analyses des paramètres physicochimiques depuis la mise en service (2009) de la step jusqu'à 2013. En Examinant les données disponibles, on a pu distinguer que trois paramètres de pollution varient d'une façon incompressible, ces paramètres sont : les MES, les composés azotés et les phosphates.

- **MES :**

Pour bien apparaître l'évolution des MES des eaux usées durant leur traitement et cibler les dysfonctionnements de la step, on a pris en considération les rendements d'élimination mensuels moyens des MES de l'année 2009 jusqu'à 2013 (tableau 5).

Tableau 3 : Rendements d'élimination moyens mensuels des MES des eaux usées de la ville d'Ouargla (ONA, 2013)

Mois	R(%)			
	2009	2010	2012	2013
Janvier	68	58	68	62,34
Février	59	59	59	56,25
Mars	64	54	64	92,12
Avril	55	55	55	29,35
Mai	62	62	62	60,89
Juin	45	45	45	4,45
Juillet	68	58	68	66,86
Aout	62	62	62	41,50
Septembre	35	35	35	38,81
Octobre	58	58	58	58,99
Novembre	45	45	45	58,09
Décembre	86	86	86	58,62

En Examinant le tableau 5, on a pu remarquer que les rendements d'élimination des MES sont compris entre 35 et 86%. Les rendements les plus bas sont obtenus au cours de l'année 2013 avec un minimum de 4,45 et un maximum de 92,12. Il apparaît que les rendements minimaux sont obtenus pendant les mois d'avril, juin, août et septembre. Il est à noter que la step de Said ne contient pas un décanteur primaire et l'élimination des MES s'effectue uniquement dans le bassin de finition.

Les résultats obtenus peuvent être s'expliquer par la prolifération excessive des algues dans les bassins d'aération en particulier le bassin de finition. Les travaux de Foutia et Zergui (2013) ont pu identifier les phytoplanctons existant au niveau de la STEP qui se résument en deux groupes les diatomées et les cyanobactéries. La prolifération des algues augmente durant la saison estivale. Les phytoplanctons peuvent être microscopique en suspension ou macroscopiques. Les algues microscopiques peuvent être considérées comme des MES.

- **Les composés azotés :**

D'après les données regroupées dans le tableau 6 concernant la variation des teneurs mensuelles en composés azotés des eaux usées après leur passage par la step, on remarque que les teneurs en ammoniac et en nitrates augmentent à la sortie de la step durant tous les mois de l'année à l'exception les mois de mai, juillet et août. Cette augmentation peut être s'expliquée par la prolifération des algues au niveau du bassin de finition malgré que la croissance des algues nécessitent les nutriments à savoir l'azote et le phosphore, il existe un type d'algue qui peut fixer l'azote atmosphérique et croît par la suite les teneurs en composés azotés. Il est à signaler que le phénomène de la prolifération massive d'algues est provoqué par plusieurs paramètres à savoir :

- L'augmentation de la température ;
- L'ensoleillement ;
- La présence des teneurs en nutriments (N et P) ;
- Ralentissement du débit

Il est à noter que la teneur en phosphates a augmenté seulement pendant le mois de janvier de l'année 2013.

Tableau 4 : Teneurs mensuels en composés azotés et phosphatés des eaux usées entre l'entrée et la sortie de la step en 2013 (ONA, 2013).

Mois	Elément	Concentration (mg/l) à l'entrée	Concentration (mg/l) à la sortie
Janvier	P-PO ₄	5,21	8,08
	N-NH ₄	27,75	31,84
Février	N-NH ₄	28	30,26
Mars	N-NH ₄	28	30,26
Avril	N-NO ₃	0,71	5,03
	N-NH ₄	27,5	32,63
Juin	NT	24	51,2
	N-NO ₃	2,68	3,56
	N-NH ₄	30,40	32,80
Septembre	N-NO ₃	1,87	2,54
Octobre	N-NO ₃	1,84	5,13
	N-NH ₄	30,6	31,06
Novembre	N-NO ₃	1,54	6,93
	N-NH ₄	30,9	44

II-8 Conclusion

La step de Said Otba joue un rôle primordial dans la protection de l'environnement dans la région de Ouargla en éliminant les mauvaises odeurs, les stagnations des eaux dans les zones urbanisées et en luttant contre la remontée de la nappe phréatique. Cependant, cette station souffre d'un dysfonctionnement à l'aval causé par la croissance massive des algues. Cette dernière a influé négativement sur les rendements éliminatoires des MES et des composés azotés de ces eaux.

Partie expérimentale

Chapitre I
Échantillonnage et analyse des
eaux usées

I-1 Introduction

Au cours de ce chapitre, on va procéder au prélèvement et à l'échantillonnage afin d'analyser l'eau usée brute et épurée de la ville de Ouargla traitée par la STEP de Said OTBA. L'analyse effectuée touche les paramètres physicochimiques et bactériologiques dans le but d'apparaître les lacunes qui peuvent exister dans la step concernée.

I-2 Echantillonnage

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- la sélection convenable du point d'échantillonnage.
- le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- la conservation adéquate de l'échantillon.

I-3 Prélèvement de l'eau à analyser

Au cours de notre étude, le prélèvement se fait dans deux points différents de la STEP de Said OTBA , le premier est à l'entrée de la step (eau brute), et l'autre à la sortie (eau traitée), dans des conditions réglementaires d'hygiène.

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- Identité des préleveurs ;
- Date et heure de prélèvement ;
- Motif de la demande d'analyse ;
- point de prélèvement d'eau ;
- Origine de l'eau (STEP de Said OTBA).

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles (pour les analyses bactériologiques). Ceux ci sont immergés en position verticale en le tenant par le fond, l'ouverture soit légèrement plus haute que le fond et dirigée dans le sens contraire de courant, des flacons de 250 ml sont préconisés pour l'analyse bactériologique.

I-4 Transport des échantillons

Les analyses bactériologiques doivent être effectuées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C, le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses (NA 762, 1990).

I-5 Analyses physico-chimiques

Dans la step de Said, l'eau destinée à l'irrigation est contrôlée. Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau et délimitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate, ...etc.

Nous avons donc réalisé des analyses pour déterminer la qualité physico-chimique de l'eau de la STEP.

I-5-1 Mesure de la température

La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à l'irrigation, elle est mesurée par un thermomètre.

I-5-2 Mesure de pH

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre un électrode en verre et un électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre. Ce dernier doit être étalonné avant d'être utilisé. .

I-5-3 Mesure MES

La présence des MES dans l'eau provoque sa turbidité. Pour le dosage des MES, nous avons utilisé la méthode par filtration sur disque filtrant de 0.45µm. Le filtre est séché à 105°C puis pesé après refroidissement (Norme EN 872, 1996).

Le taux des MES exprimé en (mg/l) est donné par l'expression :

$$\text{MES} = (M_0 - M_1)1000/V \quad (\text{Rodier, 2005}).$$

Où

V : Le volume en ml d'échantillon utilisé ;

M₀: La masse en mg du disque filtrant avant utilisation ;

M₁ : La masse en mg du disque filtrant après utilisation.

I-5-4 Mesure La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Afin d'estimer la teneur en matières organiques (MO) présente dans une eau usée ou eau de surface, on procède au dosage de la DBO₅. Cette mesure nous renseigne sur la biodégradabilité des MO de ces eaux et par la suite sur l'aptitude de ces eaux à un traitement biologique.

La détermination de la DBO₅ consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à température constante de 20°C, pendant un temps limité, par convention à 5 jours et à l'obscurité à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs (Rodier, 2005).

I-5-5- Mesure La demande chimique en oxygène (DCO)

La valeur de la DCO est une indication importante, avec laquelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques. Cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables, présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non.

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de potassium K₂Cr₂O₇ à ébullition pendant 2 heures en présence d'ions Ag⁺ comme catalyseurs d'oxydation et d'ions Hg⁺².

I-5-6 Mesure de la conductivité électrique, TDS et salinité

La mesure de la conductivité électrique, le taux de sels (TDS) et la salinité, nous donne une idée détaillée sur la minéralisation totale des eaux. On a utilisé un appareil multi-paramètres pour mesurer les trois paramètres.

I-5-7 Mesure de la turbidité

La réduction de la transparence d'un liquide est due généralement à la présence des MES et se fait par comparaison entre la lumière diffusée et la lumière transmise par un échantillon d'eau. La turbidité a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre HACH DR/2000. Le turbidimètre doit être étalonné avant chaque utilisation.

I-6 Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but la recherche et le dénombrement des germes existant dans les échantillons d'eau à analyser.

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier, 2005).

En raison de la diversité des espèces bactériennes, virales et parasitaire, des germes test vont être analysés qui représenteront par la suite l'aspect microbiologique de ces eaux. Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants :

- Germes totaux ;
- Coliformes totaux et fécaux ;
- Streptocoques fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs.

I-6-1 Recherche et dénombrement des germes totaux

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, on met 2 fois 1 ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées (figure 7).

Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15ml de gélose PCA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

Incubation et lecture

Retourner les boîtes et incuber à une température de 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. La lecture se fait après chaque 24h. On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par 1 ml (Germe/1ml).

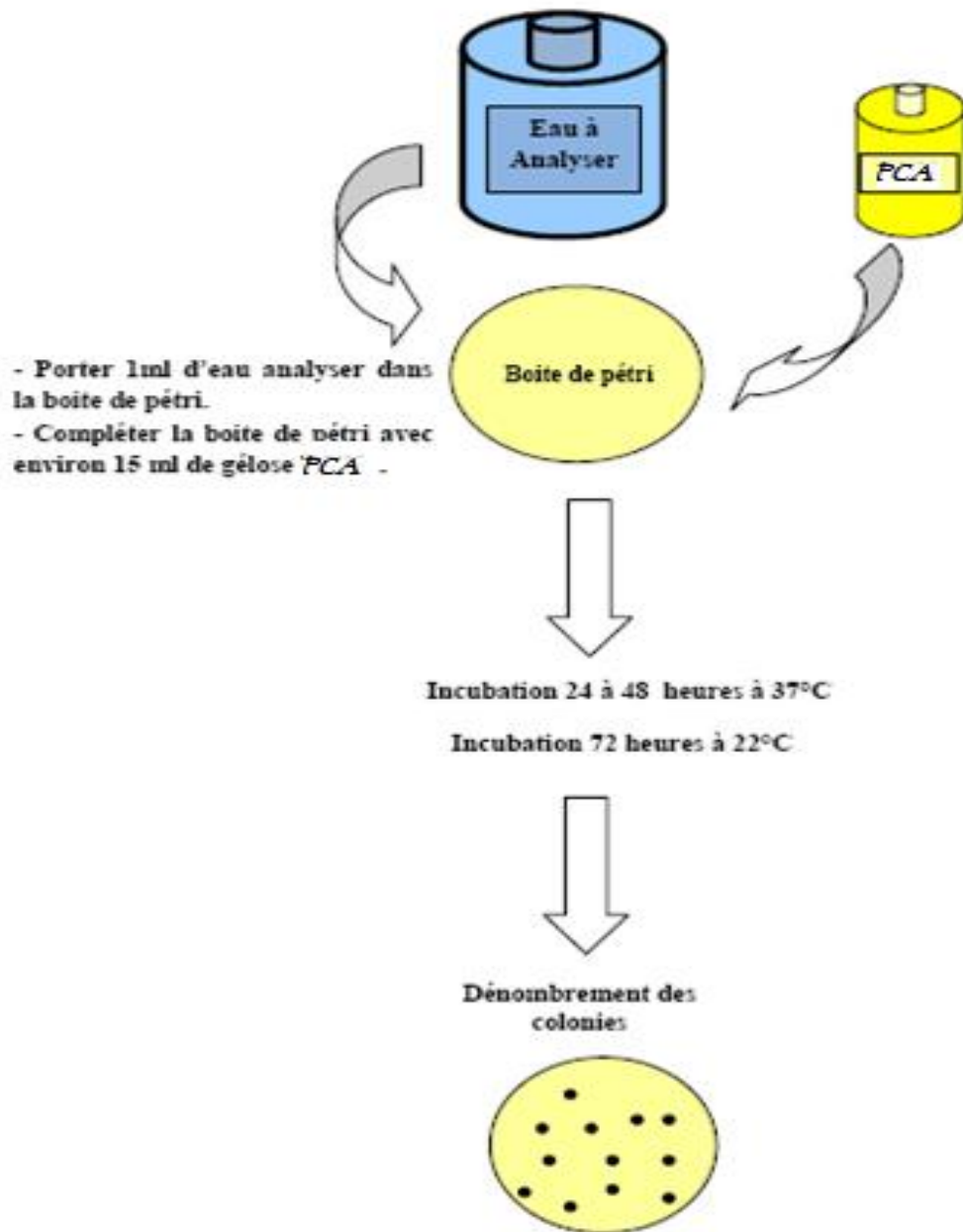


Figure 7 : Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau

I-6-2 Recherche et dénombrement des coliformes en milieux liquides (Méthode de NPP)**Test de présomption :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 3 fois 1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 3 fois 0,1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (figure N°08).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia Coli.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche (figure 8). Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu. L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 h .

Lecture

Seront considérés comme positif ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.
- en tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.
- Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'E. Coli).

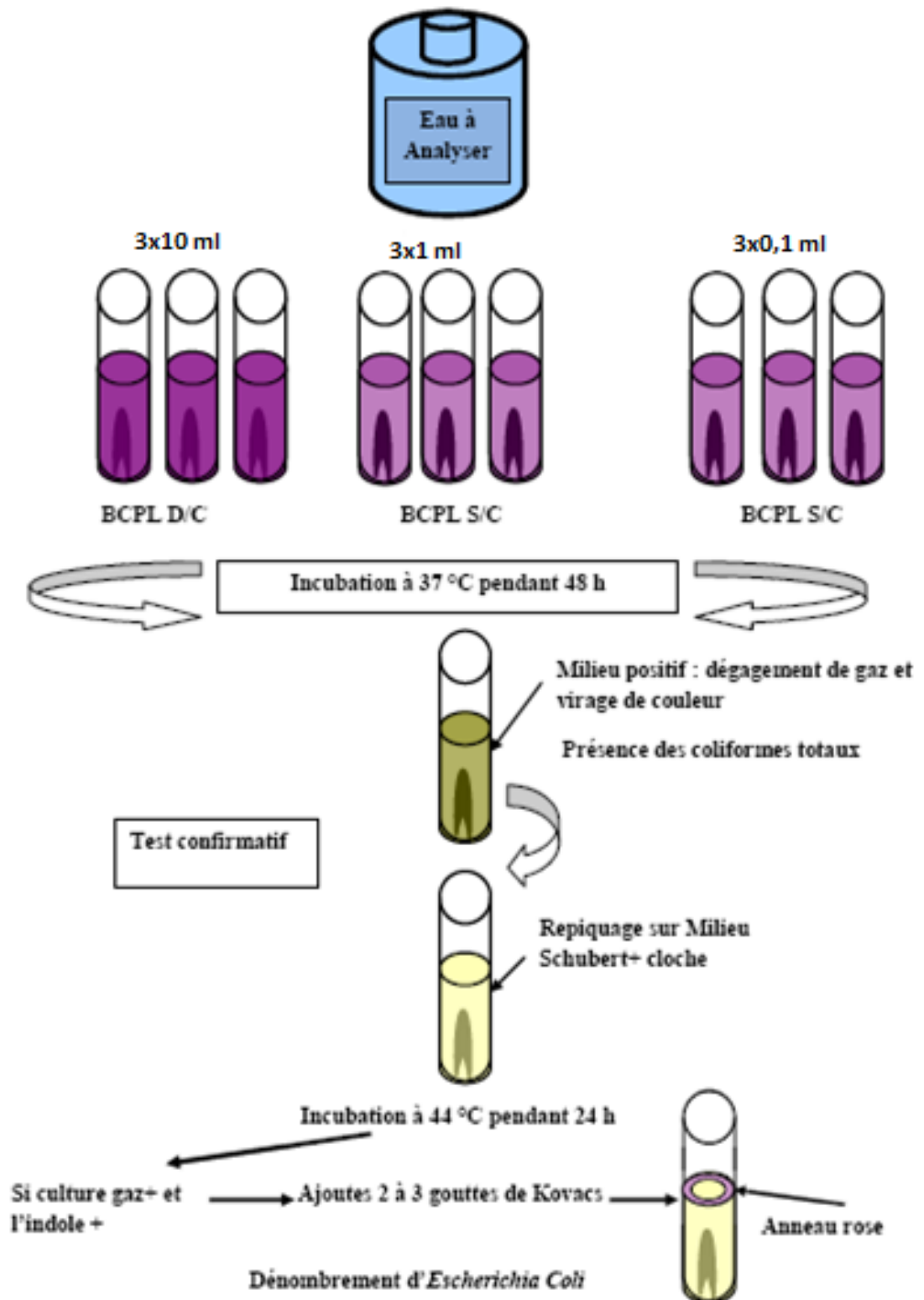


Figure 8 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau

I-6-3 Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide

Test de présomption :

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C (double concentration) ;
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (simple concentration),
- 3 fois 0.1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (figure 9) :

- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA (figure 9). Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP , le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

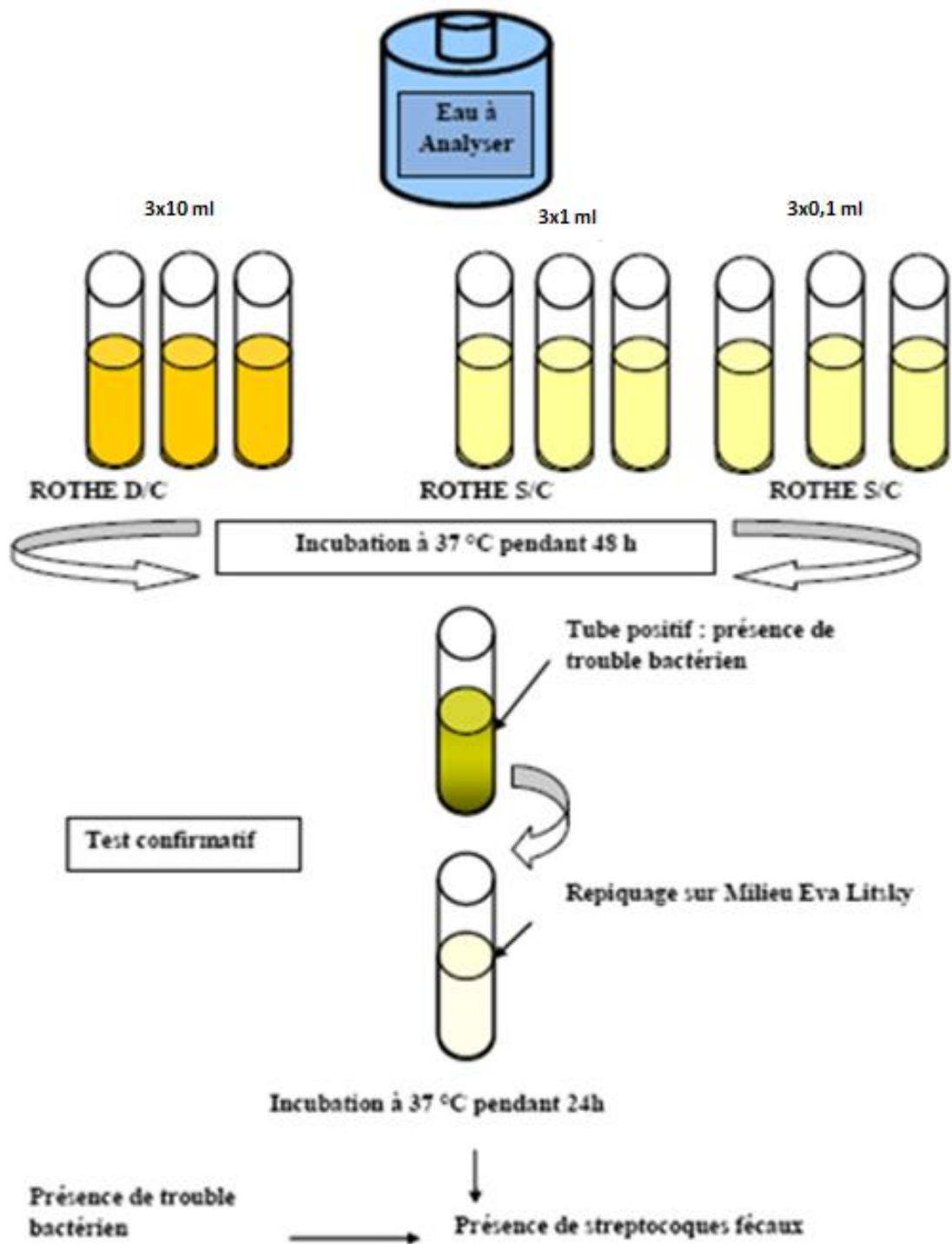


Figure 9 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau

I-6-4 Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs

- Porter dans deux tubes de 1 ml de l'échantillon à analyser (figure 10) ;
- Elaborer pour les deux tubes un chauffage à 80°C, pendant 10 minutes ; puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et reste seulement la forme sporulée des bactéries Sulfito-Réducteurs).
- Compléter ensuite chacune des tubes avec environ 15 ml de gélose TSN (TSN+ alun de fer et sulfite de sodium) et mélanger avec précaution.
- Laisser solidifier, puis incuber à 37°C pendant 48 heures avec une première lecture après 16 heures d'incubation.

Lecture

Après la période d'incubation sera considéré comme positif, les tubes contenant de grosses colonies noires, qui correspondent au Clostridium sulfito-réducteur. Le résultat est exprimé par le nombre des Clostridium sulfito-réducteurs par 1 ml de l'échantillon à analyser.

Remarque :

Le dénombrement après 24 heures d'incubation est effectué parfois après 48 heures, le tube devient complètement noir et devient donc indénombrable.

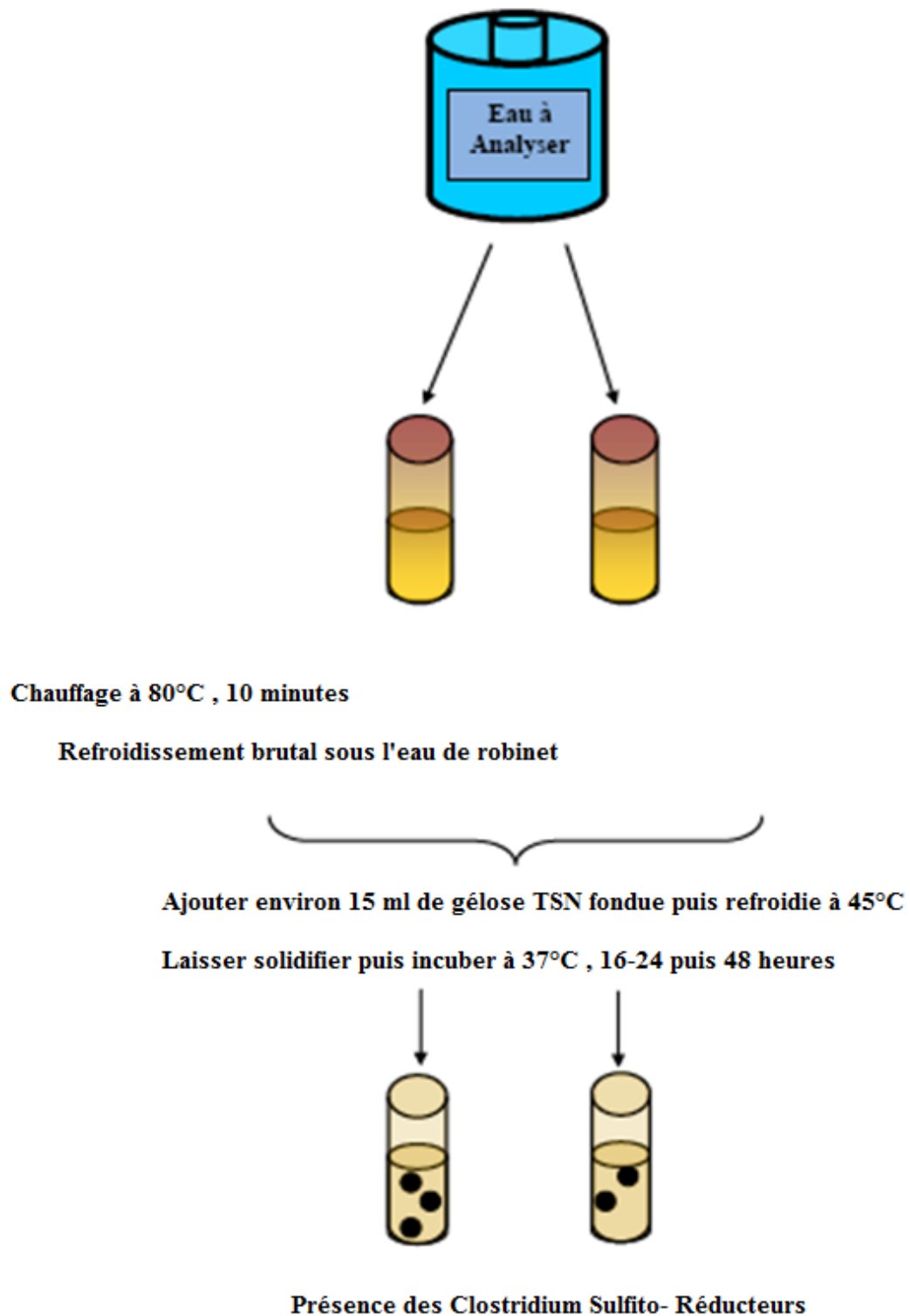


Figure 10 : Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs

I-7 Conclusion

Afin d'apparaître la qualité physicochimique et microbiologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said, il est indispensable de procéder à des analyses des paramètres de pollution. Les paramètres bactériologiques sont les plus délicats soit pour leurs prélèvements, pour la conservation des échantillons ou pour leurs analyses. Pour ces raisons, l'analyseur doit être vigilant et prend en considération toutes les conditions de prélèvement, d'échantillonnage et d'analyses nécessaires. Les paramètres physicochimiques analysés sont : la température, le pH, la conductivité électrique, la salinité, DCO, DBO₅, les composés azotés et phosphorés. Par contre, pour les paramètres microbiologiques, on a recherché et dénombré les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux ainsi que les clostridium sulfito-réducteurs.

Chapitre II

Résultats et discussion

II-1 Introduction

Au cours de ce chapitre, on va présenter les résultats d'analyses des paramètres physicochimiques et microbiologiques des eaux usées et épurées effectuées durant quatre mois à travers les différents procédés de traitement de la step de Said. Les résultats obtenus feront l'objet d'une interprétation afin de cibler les anomalies qui peuvent être existées dans les diverses étapes de la step concernée.

II- 2 Résultats

II-2-1 Suivi de la qualité physicochimique

Le suivi de la qualité physicochimique consiste à la détermination des paramètres de pollution tels que le pH, DCO, DBO₅, MES, NO₃⁻, NO₂⁻ et l'O₂ dissous. Il est à noter que les paramètres MES, DCO, DBO₅ ont été suivis journalièrement entre les différents étages de lagunage aéré. Alors que les autres paramètres (pH, NO₃⁻, NO₂⁻ et l'O₂ dissous) ont été suivis mensuellement entre l'entrée et la sortie de la step.

II-2-1-1 DBO₅

Le suivi journalier et mensuel moyen de la variation de la DBO₅ des eaux usées entre l'entrée, 1 étage des bassins d'aération, 2 étages et le bassin de finition de la step, a abouti aux résultats présentés sur la figure 11.

En examinant la figure 10, on remarque que la grande partie de la pollution est éliminée dans le premier étage de lagunage aéré et que la variation journalière à la sortie de la station n'est pas stable. On remarque également que la valeur maximale du DBO₅ est enregistrée durant le mois de février avec une valeur de 420 mgO₂/l.

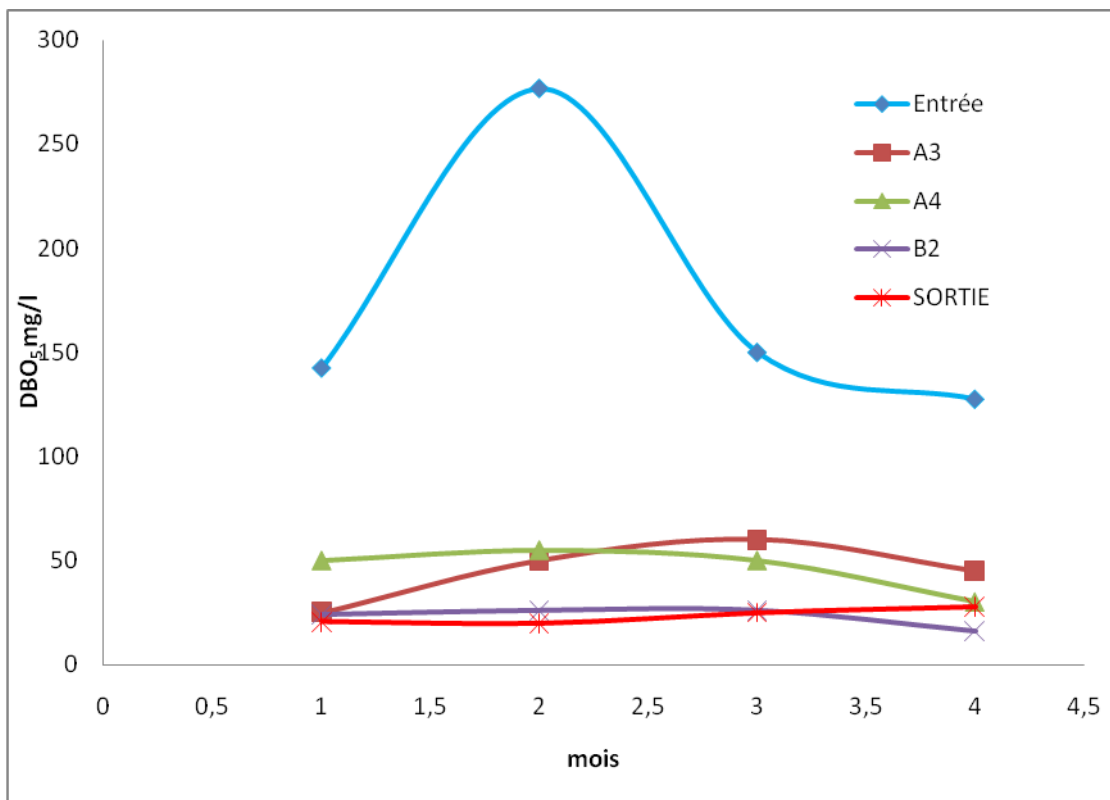
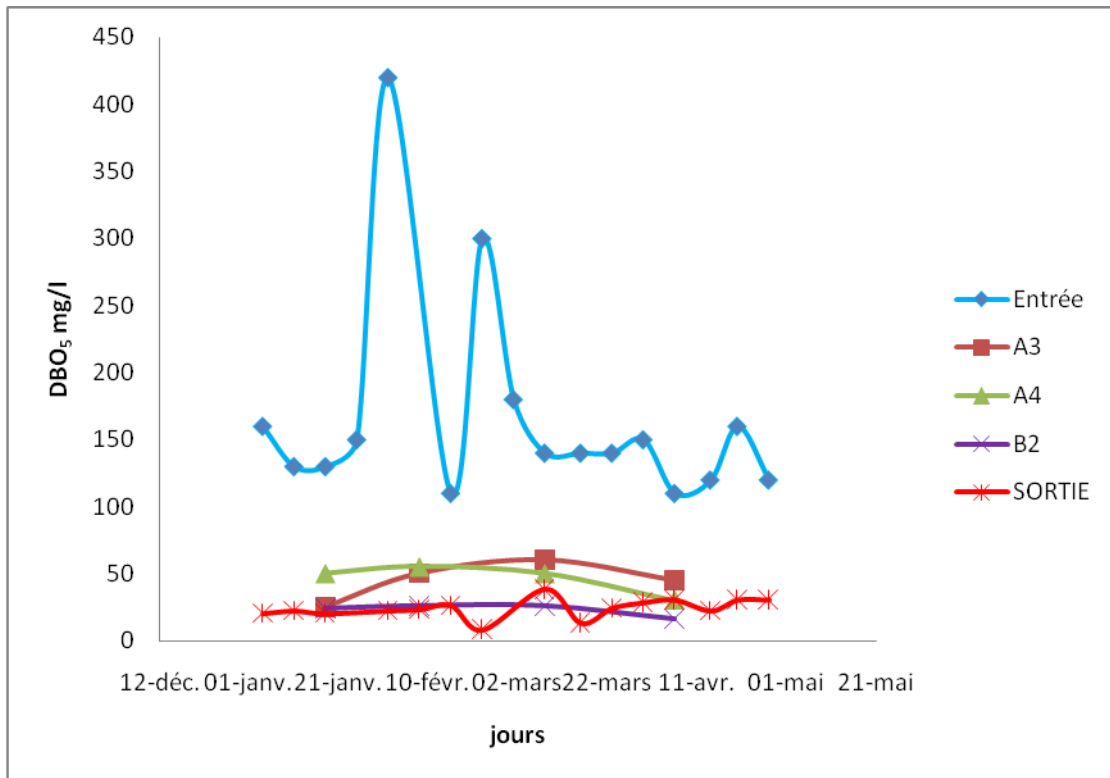


Figure 11 : Evolution journalière et mensuelle moyenne de la DBO₅ des eaux usées au cours de leur traitement

II-2-1-2 DCO

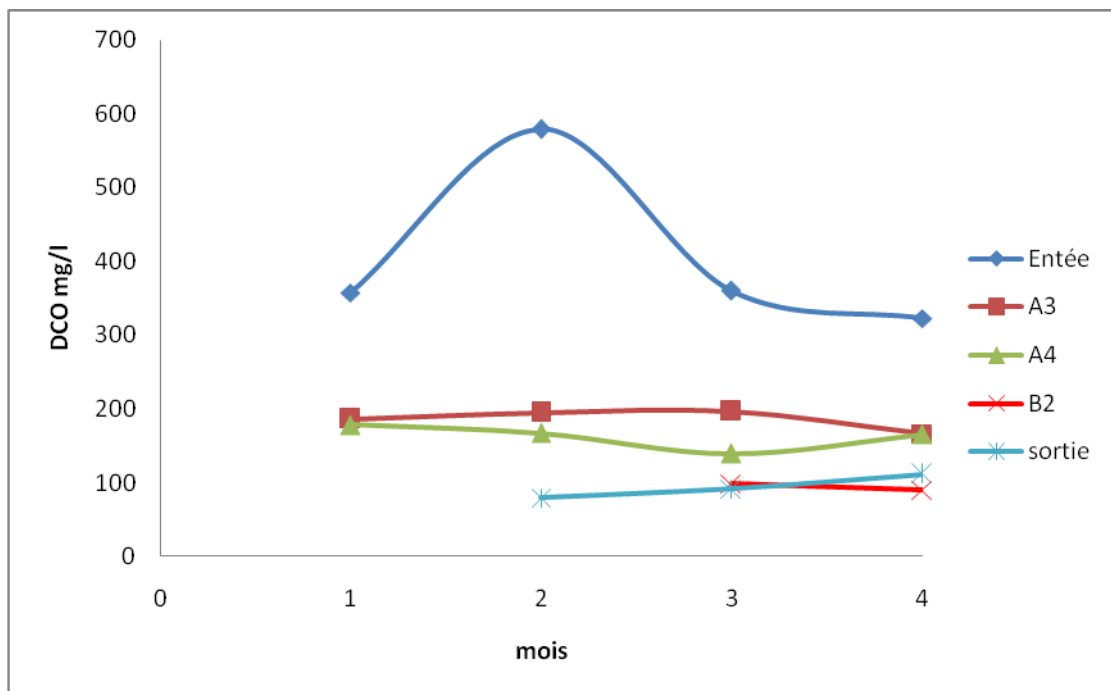
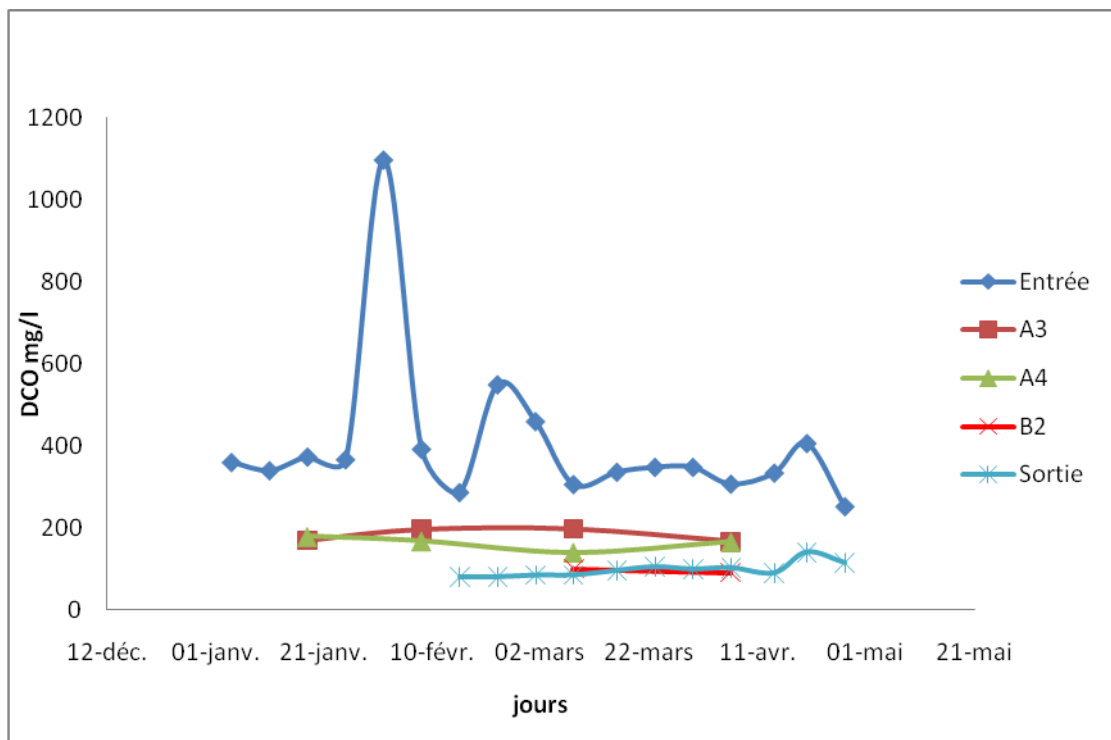


Figure 12: Evolution journalière et mensuelle du DCO des eaux usées au cours de leur traitement

Contrairement à la DBO₅, la variation journalière de la DCO à la sortie de la step semble plus stable et sa dégradation s'effectue graduellement d'un étage à un autre. En observant la figure 12, on remarque aussi que les valeurs de la DCO des eaux usées brutes ne dépassent pas 500 mgO₂/l à l'exception d'un pic qui a pu atteindre 1095 mgO₂/l.

La variation mensuelle de la DBO₅ et de la DCO des eaux usées brutes peut être expliquée par la dilution ou la concentration de la pollution des eaux dépendant étroitement du débit rejeté influencé par les conditions climatologique (la forte évaporation).

II-2-1-3 MES

La figure 13 montre que les MES des eaux usées brutes varient faiblement à l'exception d'une valeur maximale de 971 mg/l. Elle montre également que l'élimination des MES n'est pas efficace en raison des teneurs en MES qui augmentent dans le bassin de finition (rendement négatif de -25,35 en mois d'avril). On remarque également les teneurs en MES augmentent en allant de 2 étage au bassin de finition.

Les résultats obtenus peuvent être s'expliquer par la présence du phénomène de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique en particulier le bassin de finition. Les travaux de Foutia et Zergui (2013) ont pu identifier les phytoplanctons existant au niveau de la STEP qui se résument en deux groupes les diatomées et les cyanobactéries. La prolifération des algues augmente durant la saison estivale.

Les phytoplanctons existant au niveau des bassins peuvent macroscopiques (en masse) ou microscopiques en suspension Les algues microscopiques peuvent être considérées comme des MES, leur croissance confirme l'augmentation des teneurs en MES. Il est à noter que le seul procédé préconisé pour l'élimination des MES est le bassin de finition, le fonctionnement de ce dernier est perturbé par la prolifération des algues. On a pu également constater que les résultats obtenus suivent la même allure que ceux évoqués dans le deuxième chapitre.

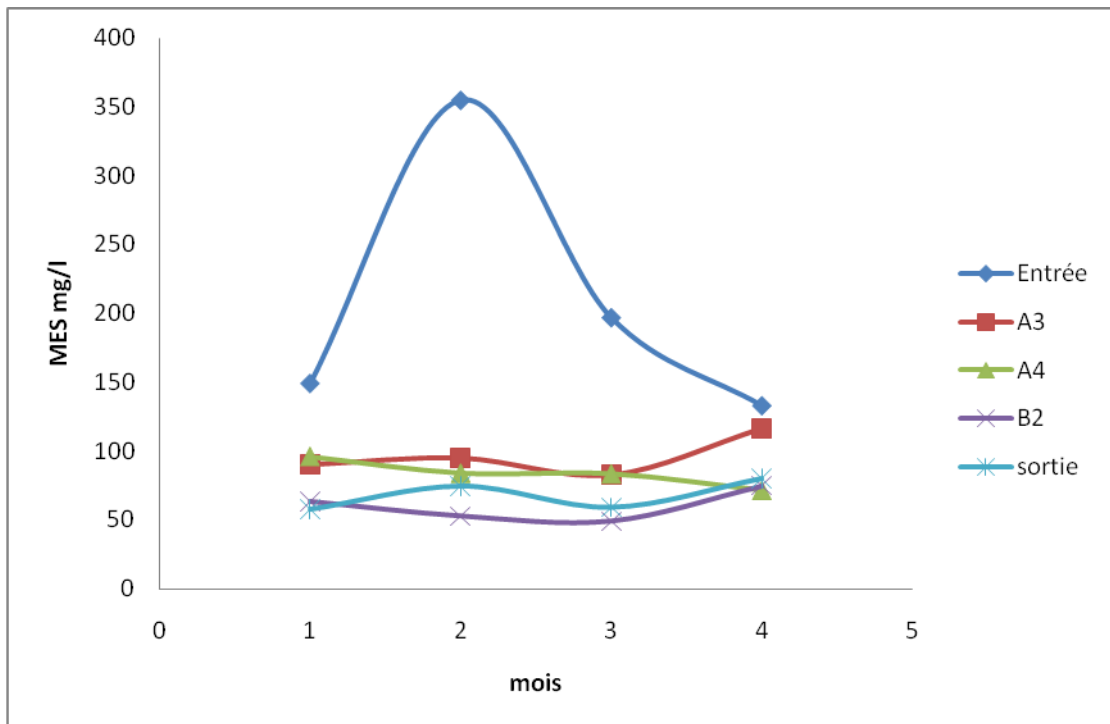
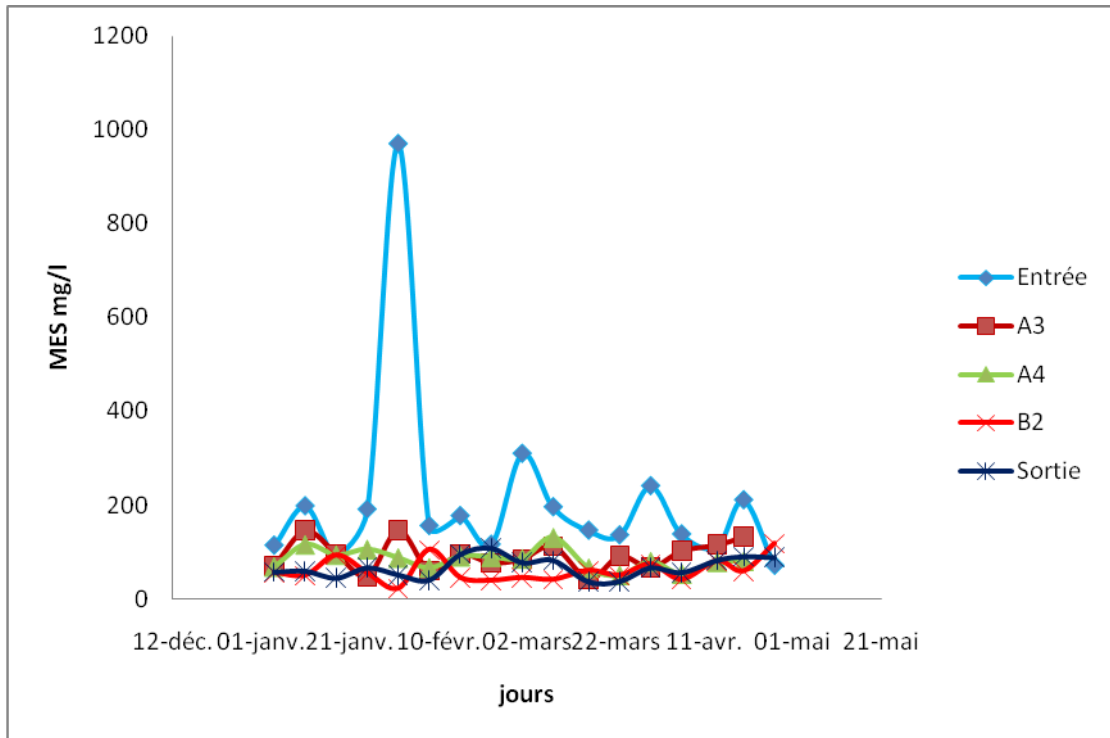


Figure 13: Evolution journalière et mensuelle du MES des eaux usées au cours de leur traitement

II-2-1-4 Nitrates

La figure 14 qui présente l'évolution mensuelle des nitrates des eaux usées entre l'entrée et la sortie de la step, montre que les teneurs en nitrates augmentent à la sortie de la step et que leur variation est aléatoire.

Ces résultats peuvent être expliqués par la prolifération des algues au niveau du bassin de finition. Malgré que la croissance des phytoplanctons nécessitent les nutriments tels que l'azote et le phosphore, mais les résultats montrent la croissance des teneurs en nitrates ce qui confirme la présence d'une source de ces composés dans le milieu. Il apparaît qu'il existe un type d'algue qui peut fixer l'azote atmosphérique et croît par la suite les teneurs en composés azotés.

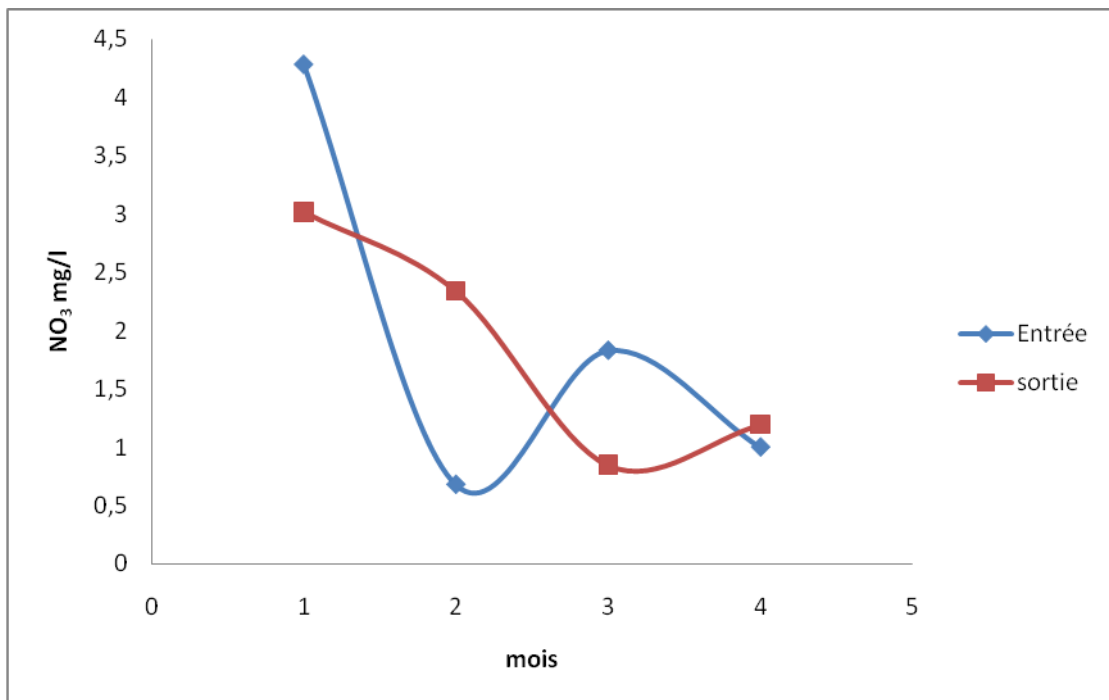


Figure 14 : Evolution mensuelle du NO₃ des eaux usées au cours de leur traitement

II-2-1-5 Nitrites

De même que les nitrates, les teneurs en nitrites semble augmenter dans le bassin de finition, cette augmentation est en fonction du temps.

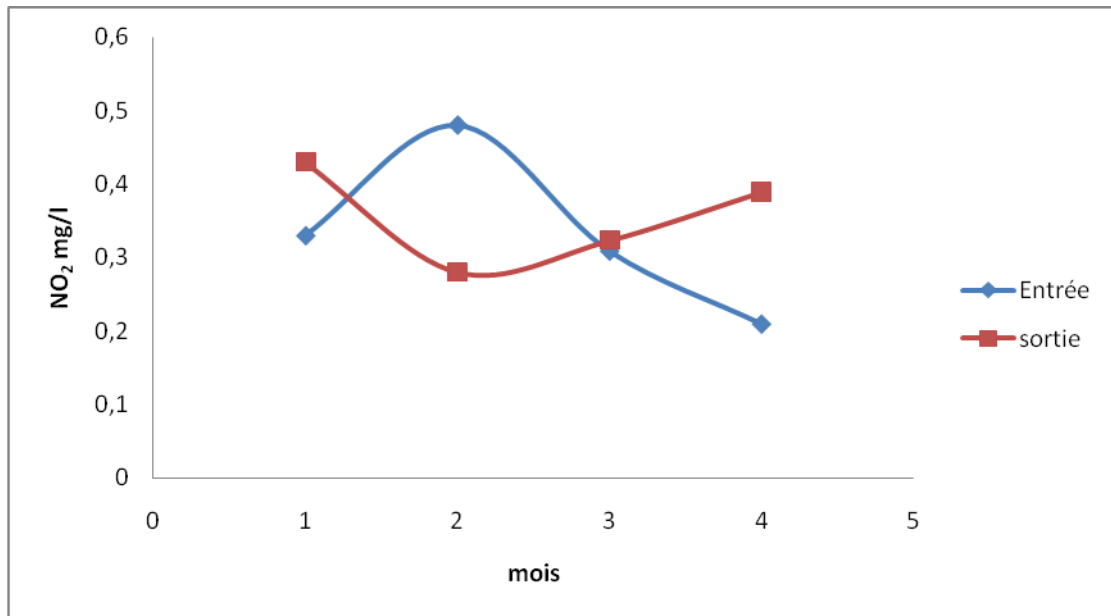


Figure 15 : Evolution mensuelle du NO_2 des eaux usées au cours de leur traitement

II-2-1- 6 pH

En examinant la figure 15, on remarque que les valeurs du pH des eaux usées brutes sont comprises entre 7,41 et 8,25. Ces valeurs confirment la légère alcalinité de ces eaux et le pouvoir tampon des eaux usées. La variation du pH est influée par la matrice minérale qui essaie couramment de tamponner le milieu.

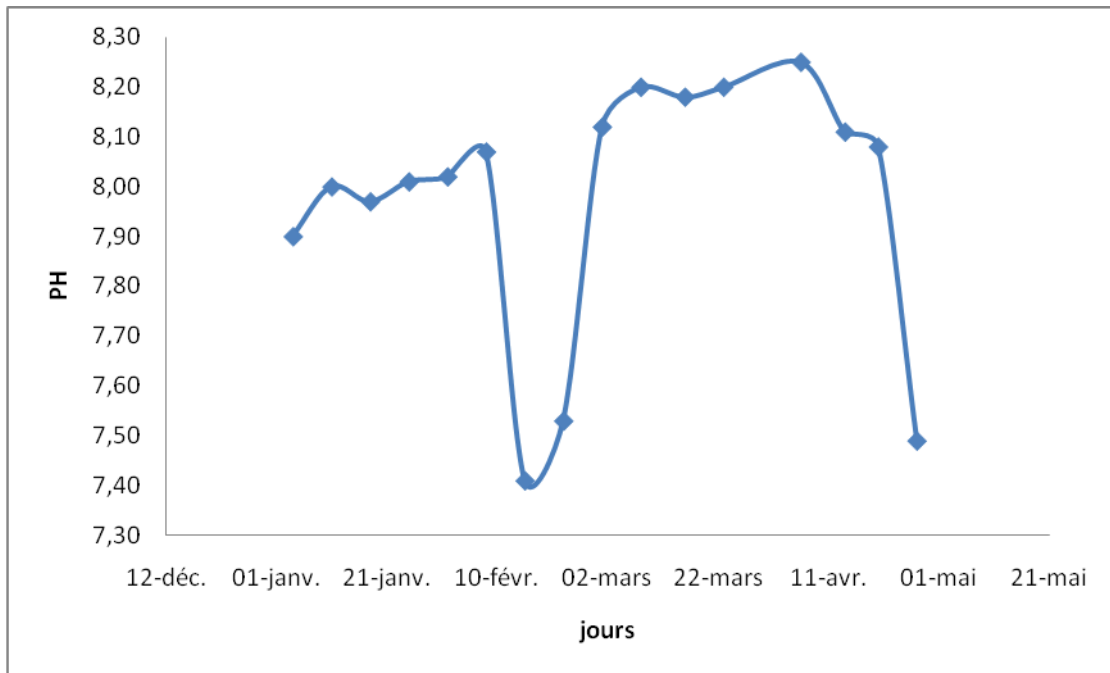


Figure 16: Evolution journalière du pH de l'eau brute

II-2-1-7 Oxygène dissous

La figure 16 montre que l'oxygène dissous des eaux usées brutes diminue en allant du mois de janvier au mois d'avril. La forte teneur en oxygène dissous est enregistrée durant le mois d'avril de 3,2 mg/l. La diminution des teneurs en oxygène dissous indique la présence d'une activité bactérienne consommatrice de l'oxygène dissous et la diminution de la capacité d'autoépuration de ces eaux.

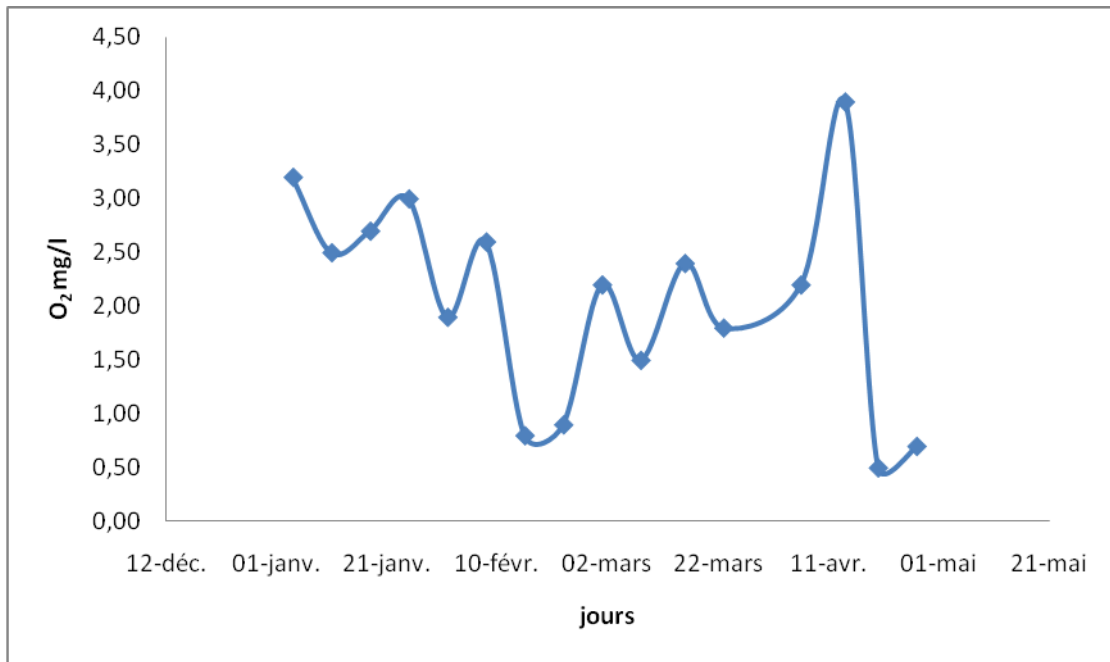


Figure 17 : Evolution journalière de l'O₂ dissous de l'eau brute

II-2-2 Suivi de la qualité bactériologique

Le suivi de la qualité bactériologique des eaux consiste à la recherche et au dénombrement des germes suivants : les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux ainsi que les clostridium sulfito-réducteur entre l'entrée et la sortie de la step. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats d'analyses bactériologiques des eaux usées brutes et épurées de la ville de Ouargla.

date de prélèvement	point de prélèvement	GT	C T	C F	E- coli	STREP	CLOST
22/04/2014	E	3.10^{13}	150	11	10	40	indénombrable
29/04/2014	S	2.10^{15}	93	30	27	75	2 spores
11/05/2014	E	Existe	150	150	135	62	53 spores
26/05/2014	S	Existe	75	95	86	43	5 spores

D'après le tableau 5, on remarque que les eaux usées brutes sont chargées en germes pathogènes et que leur nombre a augmenté d'une façon significative entre le mois d'avril et le mois de mai. Il apparaît également que le traitement biologique utilisé dans la step n'est pas efficace pour l'abattement des germes pathogènes.

Les résultats obtenus peuvent s'expliquer d'une part par le traitement biologique utilisé dans la step favorise la croissance bactérienne pour la dégrader la pollution carbonée ou azotée et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes. En plus, l'eau usée est considérée comme le milieu optimal pour la prolifération microbienne.

II- 3 Conclusion

A la fin, on peut conclure que la step de Said permet une bonne élimination de la DCO, DBO₅ et des composés phosphatés. Par ailleurs, les teneurs en MES et en composés azotés en particulier les nitrates et les nitrites semblent augmenter à la sortie de la step. Cette augmentation est causée par la prolifération des algues.

De même, la qualité bactériologique des eaux semble peu affecter par le traitement par lagunage aéré et une bonne appréciation microbiologique exige un traitement de désinfection.

Conclusion générale

Conclusion générale

En Algérie, les ressources en eau douce sont rares et vulnérables et la disponibilité en eau potable

est en décroissance inquiétante. Les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs.

Les eaux usées de la ville de Ouargla sont essentiellement d'origine domestique, elles sont traitées par la station d'épuration de Said Otba qui réduit les charges polluantes par lagunage aéré. Une fois traitées, ces eaux sont acheminées vers sebkhet sefioune.

L'objectif de cette étude a consisté de suivre la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la step de Said afin de détecter les anomalies qui peuvent exister au niveau de la step.

Les résultats physicochimiques et bactériologiques obtenus ont révélé que les eaux usées brutes entrant à la step présentent une pollution organique, azotée et bactériologique assez élevée.

L'examen des paramètres physicochimiques entre l'entrée et la sortie de la step ainsi que entre les divers étages du traitement biologique, ont permis de constater que:

- La DBO5 et la DCO sont bien éliminées par le lagunage aéré et la grande partie est éliminée par le premier étage de traitement biologique;
- L'élimination des MES semble peu efficace en raison de la prolifération massive des algues dans les différents étages de traitement biologique en particulier le bassin de finition.
- Les composés azotés en particulier les nitrates augmentent à la sortie de la step. Cette augmentation peut être expliquée par la croissance excessive des algues au niveau de la step essentiellement dans le bassin de finition. Il est à signaler qu'il existe un type d'algues qui peut fixer l'azote atmosphérique et fait accroître par la suite les teneurs en composés azotés.

Les résultats d'analyse microbiologique confirment la présence des divers germes tels que les germes totaux, les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs en nombre très appréciable. Ceci peut s'expliquer d'une part par le traitement biologique utilisé dans la step et d'autre part par l'absence d'un traitement de désinfection qui sert à la destruction des germes pathogènes.

A la fin, on peut conclure que les anomalies enregistrées (augmentation des teneurs en MES et des composés azotés le bassin de finition) sont dues à la croissance excessive des algues en particulier durant la période estivale.

Recommandations

Pour faire face au phénomène de la prolifération des algues, on recommande d'utiliser les divers inhibiteurs chimiques ou biologiques à savoir:

- Les algicides chimiques sont très efficaces pour éliminer les algues. Ce sont le plus souvent des produits à base de cuivre. Un excès de cuivre bloque le transfert d'énergie à l'intérieur de la plante qui conduit à la mort des algues. Le produit est également un inhibiteur de la photosynthèse.
- Des algicides tels que la paille d'orge;
- Les zooplanctons en particulier les daphnés qui se nourrissent des phytoplanctons et peuvent survivre dans les eaux saumâtres (Eau usées épurées).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ***Tamrabet,L (2011)** : Contribution a l'étude de la valorisation des eaux usées en maraichage , thèse de doctorat , université de Batna
- ***Chocat, B. (1997)** : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed. Tec & Doc., 1124 p.
- ***Bouziani, M. (2000)**. L'eau: de la pénurie aux maladies. Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie. 247 p.
- ***Thomas, O. (1995)**. Métrologie des eaux résiduaires. Ed. Cebedoc. Tec. et Doc. Lavoisier, 192 p.
- ***Rodier, J. (1996)**. Analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Edition Dunod, Paris. 1384 p.
- ***Gaid, A. (1993)**. Traitement des eaux usées urbaines. Techniques de l'Ingénieur, C5 – 220 - 2, 30 p.
- ***Tardat- Henry. M**, Chimie Des Eaux, 2^{ème} Edition, Les éditions du griffon d'Argile, 1992, pp 213-215
- ***Ladjel.F (2006)** . Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02.Centre de formation et métier de l'assainissement . CFMA-Boumerdes .80p
- * **ONA, (2009)**. Office nationale d'assainissement d'Alger .
- * **ONA, (2013)**. Office nationale d'assainissement d'Alger .
- ***OMS. (1997)**. Aspects sanitaires et nutritionnels des oligo-éléments et des éléments en traces. Editions de l'OMS, 366 p.
- ***Franck, (2002)** , table de MAC-GRADY (NPP)

Annexes

Tableau 06 : Evolution journalière du DBO₅ des eaux usées au cours de leur traitement

jours	Entrée	A3	A4	B2	Sortie
04-janv	160				20
11-janv	130				22
18-janv	130	25	50	24	20
25-janv	150				
01-févr	420				22
08-févr		50	55	26	23
15-févr	110				26
22-févr	300				8
01-mars	180				
08-mars	140	60	50	26	38
16-mars	140				13
23-mars	140				24
30-mars	150				28
06-avr	110	45	30	16	30
14-avr	120				22
20-avr	160				30
27-avr	120				30

Tableau 07: Evolution journalière du DCO des eaux usées au cours de leur traitement

jours	Entrée	A3	A4	B2	Sortie
04-janv	357,77				
11-janv	337,77				
18-janv	371,11	168	178		
25-janv	364,44				
01-févr	1095,55				
08-févr	390	195	167		
15-févr	284,44				79
22-févr	547,5				79,6
01-mars	457,5				83,8
08-mars	304	196,4	139,6	98,25	84,2
16-mars	334				95,2
23-mars	346				104
30-mars	346				98,4
06-avr	305	166	165,2	90,2	101,6
14-avr	332				89,4
20-avr	404				140
27-avr	250				114

Tableau 08 : Evolution journalière du MES des eaux usées au cours de leur traitement

jours	Entrée	A3	A4	B2	Sortie
04-janv	114	71	69	56	58
11-janv	198	145	116	50	60
18-janv	94	96	94	93	45
25-janv	191	49	106	55	67
01-févr	971	146	88	22	52
08-févr	156	61	67	105	41
15-févr	177	96	91	45	96
22-févr	116	77	90	39	109
01-mars	310	85	86	45	78
08-mars	196	112	131	41	83
16-mars	146	43	66	60	37
23-mars	136	91	51	50	38
30-mars	241	67	80	74	67
06-avr	138	102	54	41	57
14-avr	112	115	79	81	83
20-avr	211	132	81	59	91
27-avr	71			118	89

Tableau 09: Evolution journalière du pH de l'eau brute

jours	Entrée
04-janv	7,90
11-janv	8,00
18-janv	7,97
25-janv	8,01
01-févr	8,02
08-févr	8,07
15-févr	7,41
22-févr	7,53
01-mars	8,12
08-mars	8,20
16-mars	8,18
23-mars	8,20
06-avr	8,25
14-avr	8,11
20-avr	8,08
27-avr	7,49

Tableau 10 : Evolution journalière de l'O₂ dissous de l'eau brute

jours	Entrée
04-janv	3,20
11-janv	2,50
18-janv	2,70
25-janv	3,00
01-févr	1,90
08-févr	2,60
15-févr	0,80
22-févr	0,90
01-mars	2,20
08-mars	1,50
16-mars	2,40
23-mars	1,80
06-avr	2,20
14-avr	3,90
20-avr	0,50
27-avr	0,70

Tableau 11 : Evolution mensuelle du NO₃ des eaux usées au cours de leur traitement

mois	Entrée	Sortie
janvier	4,28	3,02
février	0,68	2,34
mars	1,829	0,847
avril	1	1,194

Tableau 12 : Evolution mensuelle du NO₂ des eaux usées au cours de leur traitement

mois	Entrée	Sortie
janvier	0,33	0,43
février	0,48	0,28
mars	0,309	0,323
avril	0,21	0,389

Tableau 13 : table de MAC-GRADY (Franck, 2002)

Nombre de tubes positives			NPP par 100 ml
3 de 10 ml	3 de 1 ml	3 de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	48
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

Résumé

Les eaux excédentaires en particulier les eaux de drainage agricole ont posé un sérieux problème pour la région d'Ouargla et elles étaient et restent l'origine de l'hydromorphie et de la salinisation des sols de la vallée. Le but de ce mémoire a consisté de caractériser les eaux de drainage agricole du côté quantitatif et qualitatif. Durant cette étude, on a pu remarquer que ces eaux se caractérisent par une forte minéralisation présentée par une salinité importante et un résidu et une conductivité électrique très élevés. On a également constaté les grands débits d'eaux drainées causés essentiellement par la méthode traditionnelle d'irrigation qui consomment des quantités importantes d'eaux.

Mots clés : Eau de drainage agricole, salinité, conductivité, réseau de drainage

ملخص:

شكل فائض المياه وخاصة مياه الصرف الزراعي مشكل كبير لمنطقة ورقلة وكانت ولا زالت مصدر المستنقعات المائية الموجودة على مستوى المنطقة ومصدر ملوحة الأراضي الزراعية . تهدف هذه المذكرة إلى دراسة كمية ونوعية لمياه الصرف الزراعي لمنطقة ورقلة . من خلال هذه الدراسة لا حظنا أن هذه المياه تتسم بتمعدن كبير ممثل بملوحة عالية ومتبقي جاف و ناقلية كهربائية عالية وملوحة قاربت ملوحة مياه البحر . لاحظنا أيضا التدفقات الكبيرة لهذه المياه والسبب الرئيسي في ذلك طرق السقي التقليدية التي تستهلك كميات معتبرة من المياه .

الكلمات الدالة: مياه الصرف الزراعي,الملوحة, الناقلية الكهربائية, شبكة الصرف الزراعي.

Summary

Excess water in particular agricultural drainage water posed a serious problem for the region and were Ouargla and remain behind waterlogging and salinization of the valley. The aim of this thesis has been to characterize the agricultural drainage water quantity and quality side. In this study, it was observed that these waters are characterized by high mineralization made by a high salinity and a residue and a very high electrical conductivity. It was also found large flows drained water caused mainly by the traditional method of irrigation which consume large quantities of water.

Keywords: agricultural drainage water, salinity, conductivity, drainage