

**République Algérienne Démocratique Et Populaire**  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique*



**Université de Ghardaïa**

*Faculté des Sciences et Technologies*

*Département de l'Hydraulique et de Génie Civil*

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Domaine :** *Sciences et Technologies*

**Filière :** *Hydraulique*

**Spécialité :** *Hydraulique Urbaine*

**Par :** - **KHERROUBI Mostafa**  
- **KACI Mahfoud**

**Thème :**

***La possibilité d'exploitation des plants irrigués  
par des eaux épurées de la Station d'épuration  
de sidi khouiled, willaya d'Ouargla.***

**Soutenu publiquement le : 12/09/2019**

**Devant le jury :**

<b>Mme : TRABELSI Amel</b>	<b>MAA</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Président</b>
<b>Mme : AMIEUR Rekia</b>	<b>MAA</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr : BOULMAIZ Tayeb</b>	<b>MCB</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Examineur</b>
<b>MR.MECHRI BACHIR</b>	<b>(MAA)</b>	<b>Univ. Ghardaïa</b>	<b>Encadreur</b>

**Année universitaire 2018/2019**



## **REMERCIEMENTS**

*Ma gratitude s'adresse à **Mr: MECHRI Bachir** pour son encadrement, son orientation, ses conseils et la disponibilité qu'il m'a témoignée pour me permettre de mener à bien ce travail.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à :*

***Mr : CHETTOUH .A.** Le Chef de station d'épuration de SIDI KHOULED -OUARGLA, pour m'avoir accordée l'accès à la station d'épuration, ainsi que toute l'équipe de la station d'épuration.*

***Mme: ALHILI .N** La directrice de laboratoire de contrôle de la qualité et répressif à la fraude w Ghardaia, pour m'avoir accordée l'accès à laboratoire, ainsi que toute l'équipe de laboratoire; **Mr: OULED BELKHIRE M ; Mr: SAID D***

*Je remercie aux membres des jurys **Mme : TRABELSI.A ; Mme : AMIEUR.R et***

***Mr : BOULMAIZ.T***

*Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

## Résumé

Ce travail est porté sur la possibilité d'exploitation des plants irrigués par des eaux épurées de la station d'épuration de Sidi Khouiled de la Wilaya d'Ouargla.

Le but est de déterminer les caractéristiques bactériologiques des eaux usées épurées de la station d'épuration de Sidi Khouiled après la filtration, de les comparer à normes algériennes et internationales en matière de réutilisation de cette eau dans le domaine agricole, moyennant des recommandations pratiques, afin de préserver l'environnement d'une façon générale et la santé publique en particulier de tout impacte négatif.

**Mots-clés :** Station d'épuration de Sidi Khouiled de la Wilaya d'Ouargla, eaux usées épurées filtrées, réutilisation des eaux usées traitées (REUT), Normes de réutilisation.

### ملخص

يركز هذا العمل على إمكانية استغلال النباتات المسقية بالمياه المعالجة من محطة التنقية سيدي خويلد في ولاية ورقلة. الهدف هو تحديد الخصائص البكتريولوجية لمياه الصرف المعالجة من محطة التنقية سيدي خويلد بعد الترشيح ، لمقارنتها بالمعايير الجزائرية والدولية لإعادة استخدام هذه المياه في القطاع الزراعي ، مع توصيات عملية ، من أجل الحفاظ على البيئة بشكل عام والصحة العامة بشكل خاص من أي تأثير سلبي.

**الكلمات المفتاحية:** محطة تنقية مياه الصرف الصحي في سيدي خويلد في ولاية ورقلة ، مياه الصرف الصحي المعالجة، معايير إعادة الاستخدام (REUT) التي تمت تصفيتها ، إعادة استخدام المياه الصرف المعالجة.

### Summary

This work is focused on the possibility of exploiting plants irrigated with purified water from the Sidi Khouiled purification plant in the Ouargla Wilaya. The aim is to determine the bacteriological characteristics of the treated wastewater from the Sidi Khouiled purification plant after filtration, to compare them with Algerian and international standards for the reuse of this water in the agricultural sector, with practical recommendations, in order to preserve the environment in general and public health in particular from any negative impact.

**Keywords:** Sidi Khouiled sewage treatment plant in Ouargla Wilaya, filtered clean wastewater, reuse of treated wastewater (REUT), Reuse standards,

## LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES :

Abréviations	Signification
STEP	Station d'épuration d'eaux usées
MES	Matières en suspension
MVS	Matières volatiles en suspension
MM	Matières minérales
pH	Potentiel hydrogène
DBO5	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
CF	Les coliformes fécaux
CT	les coliformes totaux
PCA	Milieu culture
D/C	Double concentration
S/C	Simple concentration
BL	Milieu culture, bilactose
EH	Equivalent habitant

## LISTE DES TABLEAUX :

tableau	titre	page
III.1	les charges hydrauliques dans le réseau d'assainissement différent horizons	22
III.2	La caractéristique géométrique de dégrilleur	27
III.3	La caractéristique géométrique de Déssableur	28
III.4	La caractéristique des lagunes aérées	29
III.5	La caractéristique des lagunes de finition	29
III.6	La caractéristique des lits de séchage	30
IV.1	Les normes Algérienne de réutilisation à des fins agricoles	38
VI.1	Représentés les dates et heurs des prélèvements	52
VII.1	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes totaux au 08/04/2019	64
VII.2	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes totaux au 13/04/2019	64
VII.3	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes totaux au 29/04/2019	65
VII.4	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes totaux au 15/05/2019	65
VII.5	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes fécaux au 08/04/2019	67
VII.6	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes fécaux au 13/04/2019	67
VII.7	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes fécaux au 29/04/2019	68
VII.8	Tableau représentés résultats avec essais exprime les coliformes fécaux au 15/05/2019	68
VII.9	Tableau représentés résultats avec essais exprime le streptocoque au 08/04/2019	70
VII.10	Tableau représentés résultats avec essais exprime les streptocoques au 13/04/2019	70
VII.11	Tableau représentés résultats avec essais exprime les streptocoques au 29/04/2019	71
VII.12	Tableau représentés résultats avec essais exprime les streptocoques au 15/05/2019	71
VII.13	Tableau représentés résultats avec essais exprime le Escherichia coli au 08/04/2019	73
VII.14	Tableau représentés résultats avec essais exprime les Escherichia coli au 13/04/2019	73
VII.15	Tableau représentés résultats avec essais exprime les Escherichia coli au 29/04/2019	74
VII.16	Tableau représentés résultats avec essais exprime les Escherichia coli au 15/05/2019	74

VII.17	Tableau représentés résultats avec essais exprime le germes anaérobie au 08/04/2019	76
VII.18	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes anaérobie au 13/04/2019	76
VII.19	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes anaérobie au 29/04/2019	76
VII.20	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes anaérobie au 15/05/2019	77
VII.21	Tableau représentés résultats avec essais exprime le germes aérobie au 08/04/2019	78
VII.22	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes aérobie au 13/04/2019	78
VII.23	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes aérobie au 29/04/2019	78
VII.24	Tableau représentés résultats avec essais exprime les germes aérobie au 15/05/2019	79

### LISTE DES FIGURES :

figure	titre	page
II.1	la configuration d'une chaîne de traitement	10
III.1	Photo de la STEP Sidi khouiled.	21
III.2	Dégrilleur de la STEP Sidi khouiled.	27
III.3	Déssableur de la STEP Sidi khouiled.	28
VI.1	Pilot de filtration	49
VI.2	Profil de pilot de filtration	50
VI.3	Les régulateurs d'eaux sur les filtres	50
VI.4	Les bacs des plantes	51
VI.5	Recherche et dénombrement des germes	53
VI.6	Schéma de préparation des dilutions	56
VI.7	Test de présomption de coliforme fécale	57
VI.8	Test de confirmation de coliforme fécale	58
VI.9	Schéma de préparation des dilutions	59
VI.10	Test de présomptif des streptocoques totaux	60
VI.11	Test de confirmation des streptocoques totaux	61
VII .1	Graphe représentes les résultats d'analyse "des coliformes totaux "en fonction à date de prélèvement	66
VII .2	Graphe représentes les résultats d'analyse "des coliformes fécaux "en fonction à date de prélèvement	69
VII .3	Graphe représentes les résultats d'analyse "des streptocoques" 'en fonction à date de prélèvement	72
VII .4	Graphe représentes les résultats d'analyse des Escherichia coli "en fonction à date de prélèvement	75
VII .5	Graphe représentes les résultats d'analyse "des germes anaérobie "en fonction à date de prélèvement	77
VII .6	Graphe représentes les résultats d'analyse "des germes aérobie "en fonction à date de prélèvement	79
VII .7	Graphe représentes les résultats d'analyse 'de salmonella "en fonction à date de prélèvement	80

## SOMMAIRE

Introduction générale	01
-----------------------	----

### Chapitre I : Origine des eaux usées

I.1	Introduction	04
I.2	Origine des eaux usées	04
I.2.1	Origine domestique	04
I.2.2	Origine industrielle	04
I.2.3	Origine agricole	04
I.3	Principaux paramètres de la pollution	05
I.3.1	Paramètres Physiques	05
I.3.2	Paramètres Chimiques	06
I.3.3	Paramètre complémentaires	06
I.3.4	Paramètres Biologiques	08
I.4	Conclusion	08

### Chapitre II : Epuration des eaux usées

II.1	Introduction	10
II.2.	Le traitement primaire	11
II.3	Le traitement secondaire	11
II.3.1	Traitement physico–chimique	11
II.3.2	Traitement biologique	12
II.3.3	Les procédés extensifs	13
II.3.3.1	L'épandage	13
II.3.3.2	Le lagunage	13
II.3.4	Les procédés intensifs	14
II.3.4.1	Le lit bactérien	14
II.3.4.2	Le disque biologique	15
II.3.4.3	Les boues activées	16
II.4	Le traitement tertiaire	17
II.5	Conclusion	17

### Chapitre III : présentation de la STEP de Sidi Khouiled.

III-1	Introduction	19
III-2	Données de base	20
III-2-1	Définition de la STEP	20
III-2-2	Nature des eaux usées et charges à traiter	21
III-2-3	Objectifs d'épuration et niveau de rejet	22
III-3	Présentation du projet	23
III-3-1	Principe de la filière retenue	23
III-3-2	Implantation des ouvrages	25
III-3-3	Calage altimétrique	25
III-4	Dimensionnement	25
III-4-1	Les prétraitements	25
III-4-1-1	Installation de dégrillage	26
III-4-1-2	Installation de dessablage	27
III-4-2	Lagunage	28
III-4-2-1	Lagunes aérées	28
III-4-2-2	Lagunes de finition	29
III-4-3	Lits de séchage	29

III-5	Conception	30
III-5-1	Prétraitement	30
III-5-2	Lagunes	30
III-5-3	Ouvrages hydrauliques	32
III-5-4	Réseaux hydrauliques internes	33
III-5-5	Lits de séchage	33
III-6	Conclusion	34

#### Chapitre IV : Réutilisation des eaux épurée

IV.1	Introduction	36
IV.2	Domaines de réutilisation des eaux épurées	36
IV.2.1	La réutilisation industrielle	36
IV.2.2	La réutilisation en zone urbaine	36
IV.2.3	La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture	37
IV.3	Les normes de réutilisations algériennes	37
IV.4	Cadre réglementaire en Algérie	38
IV.5	les normes Algérienne de réutilisation à des fins agricoles	38
IV.6	Conclusion	39

#### Chapitre V : Généralité sur filtration à sable

V.1	Introduction	40
V.2	Définition de la filtration	40
V.3	Types de filtration	42
V.3.1	Filtration à sable rapide	42
V.3.2	Filtration à sable lent	42
V.4	Mécanisme de filtration	45
V.4.1	Mécanismes de capture	45
V.4.2	Mécanismes de fixation	46
V.4.3	Mécanisme de détachement	46
V.5	Conclusion	46

#### Chapitre VI : Matériel et Méthodes

VI.1	Introduction	48
VI.2	Dispositif expérimental	48
VI.3	Méthodologie	52
VI.3.1	Echantillons destinés aux analyses bactériologies	52
VI.3.2	Transport des échantillons	52
VI.4	Méthodes analytiques	53
VI.5	Recherches et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	54
VI.5.1	Méthode de dénombrement en milieu liquide par détermination du NPP	54
VI.5.2	La recherche et le dénombrement des Escherichia coli	55
VI.5.3	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	58
VI.6	Conclusion	61

#### Chapitre VII : Résultats et Discussion

VII.1	Introduction	63
VII.2	Présentation des résultats des paramètres bactériologiques analysés	63
VII.2.1	Résultats et discussion	63
VII.2.1.1	Présentation des résultats	63
VII.2.1.2	Les interprétations des résultats	80
VII.3	Conclusion	81

Conclusion générale	83
Annexes	85
Références bibliographiques	91



*Introduction générale :*

## INTRODUCTION GENERALE :

Avec l'augmentation de la demande en eau, liée à l'augmentation de la population et à l'amélioration du niveau de vie, la réutilisation de l'eau usée acquiert un rôle croissant dans la planification et le développement des approvisionnements supplémentaires en eau.

La réutilisation des eaux usées est une technique en pleine expansion, principalement associée à l'agriculture. De nombreuses solutions techniques permettent de répondre aux normes de réutilisation existantes. Les avantages de la réutilisation et du recyclage des eaux usées sont reconnus par de nombreux pays, ils sont inscrits dans leurs schémas directeurs de l'eau et dans leur politique nationale.

Réutiliser les eaux usées d'une collectivité à des fins agricoles consiste à récupérer les eaux d'égout, après qu'elles aient été traitées dans une station d'épuration. La réutilisation pour l'irrigation est essentiellement présente dans les pays réputés agricoles mais dont les ressources hydriques sont faibles. [2]

En fonction des besoins spécifiques de la réutilisation, différents procédés de traitement peuvent être envisagés ; le lagunage naturel dont le coût d'investissement et d'exploitation plus faible et la gestion plus facile, semble être la solution la mieux adaptée pour l'Algérie.

En revanche, les effluents traités peuvent véhiculer des polluants (micro-organismes pathogènes, métaux lourds, micropolluants organiques, ...), qui posent des problèmes de santé publique, de conservation des sols, abaissement des rendements des agricultures et peuvent surtout influencer sur les performances épuratoires du lagunage naturel. [1].

Augmentation des rejets urbains et industriels dont l'évacuation hors des limites de la ville de sidi khouiled pose un problème du fait de sa situation en fond de cuvette. Ces volumes d'eau, de surcroît non traitée, en s'infiltrant dans la nappe phréatique, contribuent au relèvement de son niveau piézométrique tout en le polluant. Le phénomène de la remontée des eaux a pris des dimensions, telles que les conséquences sont graves sur l'environnement, l'agriculture... etc.

Et elle est causée principalement de la topographie très plane conjuguée à un manque d'exutoire naturel.

Pour répondre à ces formulaires, nous proposons cette étude ;

L'objectif de notre travail est l'étudier la possibilité de valorisation agricole des effluents de la station conformément aux normes internationale et les réglementations algériennes qui visent une réutilisation sans danger. Afin d'atteindre nos objectifs, notre approche méthodologique est basée sur la réalisation expérience pour faire un état des lieux sur la situation de la réutilisation des eaux usées épurées.

La présente de ce travail est subdivisée en deux parties :

La première partie concerne la revue bibliographique relative aux origines des eaux usées, les systèmes des traitements des eaux usées, présentation de la STEP sidi khouiled, la réutilisation des eaux épurée a l'agriculture, et généralité sur filtre à sable

La deuxième partie est la partie expérimentale où nous décrivons des matérielles et méthodes de traitement par filtre à sable et en intéressant d'analyses bactériologiques. Nous y présentons également les résultats expérimentaux et leur interprétation.

Ce travail est terminé par une conclusion générale et des recommandations.

Chapitre 1 :  
*L'Origine des eaux usées*

**I-1- INTRODUCTION :**

Les eaux usées quelle que soit leur origine, sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leur quantité et selon leur composition, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs ou leurs utilisateurs. L'élimination de ces éléments toxiques exige de concevoir une chaîne de traitement. Toute fois, avant de concevoir tout procédé d'épuration, il est impératif de caractériser l'effluent à traiter, quantitativement et qualitativement. [6] [7] [8] [9]

**I-2 ORIGINE DES EAUX USEES :**

Les eaux usées proviennent principalement de quatre sources :

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux usées industrielles.
- Les eaux de pluie et de ruissellement dans la ville.
- Le ruissellement dans les zones agricoles.

**I-2-1 Origine domestiques :**

Ces eaux sont constituées par :

Eaux usées ménagères provenant des usages domestiques : eaux de bain, de lessive.

Eaux vannes : urines, fèces.

En général, ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et des produits d'entretiens ménagers. Elles présentent une bonne biodégradabilité. [6] [7] [8] [9]

**I-2-2 Origine industrielles :**

Ces eaux proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. La qualité de ces eaux varie suivant le type d'industrie, elles peuvent être chargées en matières toxiques difficilement biodégradables, qui nécessitent un traitement spécifique.

**I-2-3 Origine agricoles :**

Ces eaux sont caractérisées par la présence de fortes concentrations de pesticides et d'engrais. Elles ont une valeur fertilisante très importante.

**I-3- PRINCIPAUX PARAMETRES DE LA POLLUTION :**

**I-3-1- LES PARAMETRES PHYSIQUES :**

**a) Température :**

Elle a une influence déterminante sur l'activité des micro-organismes et sur la réserve d'oxygène pour le processus d'auto-épuration.

Pour garantir le bon fonctionnement de certains ouvrages de la chaîne de traitement (dégraisseurs), cette température ne doit pas dépasser 30°C.

**b) La turbidité :**

Elle indique la présence plus ou moins importante des M.E.S d'origine organique ou minérale.

**c) La conductivité :**

La mesure de la conductivité donne une idée sur la salinité de l'eau. Plus la concentration ionique des sels dissous est grande, plus la conductivité est grande.

**d) Couleur et odeur :**

En général, la couleur et l'odeur ont été utilisées comme les premiers indicateurs de la pollution de l'eau.

La couleur d'une eau usée urbaine est grisâtre, mais certains rejets industriels (teinture, papeteries...) contiennent des colorants particulièrement stables. Il existe plusieurs gaz qui donnent des odeurs, résultant d'une fermentation ou décomposition, parmi lesquels on peut citer NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S...etc.

**e) Les matières en suspension (M.E.S) :**

Ce sont des matières solides contenues dans les eaux usées, qui sont séparables par filtration, décantation ou centrifugation. Les teneurs en MES sont obtenues après séchage à 105°C.

**f) Les matières volatiles en suspension (MVS) :**

Elles sont constituées par la partie organique des MES, elles sont mesurées par calcination à 600°C en deux heures et présentent en moyenne 70% des MES.

**g) Les matières minérales (M.M) :**

Elles représentent la fraction minérale des M.E.S. C'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles en suspension. Elles représentent par conséquent le résidu de la calcination.

### **I-3-2- LES PARAMETRES CHIMIQUES:**

#### **a- Le potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH indique la concentration en ions H<sup>+</sup>, présents dans l'eau. Les micro-organismes autorisent une gamme de pH allant de 5 à 9 en milieu aérobie et de 6 à 8 en milieu anaérobie.

#### **b- La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :**

Elle représente la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation (avec l'intervention des bactéries) les matières organiques contenues dans une eau usée.



Généralement, la pollution est dégradée d'une manière significative pendant une durée de 5 jours, au-delà de 5 jours la consommation en oxygène diminue énormément, ainsi on a adopté la notion DBO<sub>5</sub> obtenue après 5 jours d'incubation à 20°C et dans l'obscurité.

#### **a) La demande chimique en oxygène (DCO):**

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par oxydation chimique de la totalité des matières organiques et minérales dissoutes dans l'eau.

Le bichromate de potassium agissant en milieu sulfurique pendant deux heures à ébullition, oxyde presque entièrement les matières réductrices.

#### **b) Relation entre DCO et DBO<sub>5</sub> :**

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> donne une estimation de la biodégradabilité des eaux usées. La notion de la biodégradabilité représente la capacité d'une substance ou son aptitude à être décomposer par les micro-organismes (bactéries, champignons...).

- Si  $2 < \text{DCO/DBO}_5 < 5$  : Traitement biologique avec adaptation de souches.
- $\text{DCO/DBO}_5 > 5$  : Traitement physico-chimique. L'eau est pratiquement non traitable par voie biologique.
- $\text{DCO/DBO}_5 < \text{ou} = 2$  : Le traitement se fait biologiquement.

### **I-3-3- PARAMETRES COMPLEMENTAIRES :**

#### **a) Le phosphore :**

Le phosphore se trouve dans l'eau usée sous deux formes :

- De sels minéraux (ortho phosphates, poly phosphates)
- De composés organiques.

- La présence des ortho phosphates dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique, aux engrais phosphatés industriels, entraînés par lessivage ou par infiltration.
- Les poly phosphates sont utilisés dans des nombreuses unités industrielles, industries pharmaceutiques.

Les poly phosphates peuvent être toxiques pour l'homme et sont considérés responsables des accidents cardiaques et vasculaires.

**b) Azote :**

L'azote se présente sous diverses formes dans les eaux usées.

- Forme oxydée : azoté nitreux (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et nitrique (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ;
- Forme moléculaire : azote dissous N<sub>2</sub> ;
- Forme réduite : azote organique NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

L'azote est l'un des éléments qui favorise la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de sa teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire.

**c) Les métaux lourds :**

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

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

Leur élimination se fait au cours de la phase de décantation filtration du traitement

**d) L'équilibre nutritionnel :**

Le traitement biologique exige un certain équilibre nutritionnel, qui permet la prolifération des micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique. Tout déséquilibre entraîne un faible rendement.

L'azote et le phosphore sont utiles pour le bon fonctionnement de l'épuration biologique. [6] [7] [8] [9]

Equilibre nutritionnel :

$$DBO_5/N/P = (100 \text{ à } 150) / 5 / 1$$

$$DBO_5/N = 20$$



$$\text{DBO}_5 / \text{P} = 100$$

$$\text{DCO} / \text{DBO}_5 = 2,5$$

#### **I-3-4- PARAMETRES BIOLOGIQUES:**

Les micro-organismes présents dans les eaux usées sont à l'origine du traitement biologique, ils sont constitués :

- Des germes pathogènes (mycobactéries, colibacilles etc...);
- Des parasites (Kyste d'amibes, des œufs de vers etc...);
- Des champignons.

#### **I-4- CONCLUSION :**

Pour déterminer les caractéristiques d'une eau usée et connaître son degré de pollution, il est impératif de déterminer ses différentes composantes et les paramètres qui sont mis en jeu. Cependant, selon le besoin, nous sommes, souvent, amené à déterminer les paramètres essentiels qui entrent directement dans la conception d'un procédé d'épuration.

Chapitre II :  
*Epuration des eaux usées*

### II.1 INTRODUCTION :

Le rejet urbain en général présente des conditions très favorables à la prolifération de certains germes pathogènes et d'organismes vivants. On peut citer les virus, les bactéries, les protozoaires, les vers et les microchampignons. Ces différents éléments garantissent une masse permanente en germes utiles à l'épuration par biodégradation.

Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

Pour remédier à cette pollution, l'eau usée doit subir une épuration avant son rejet ou sa réutilisation.

On dispose de trois étapes de traitement pour une qualité d'eau épurée assez élevée.

- Le traitement primaire.
- Le traitement secondaire.
- Le traitement tertiaire. [6] [7] [8] [9]

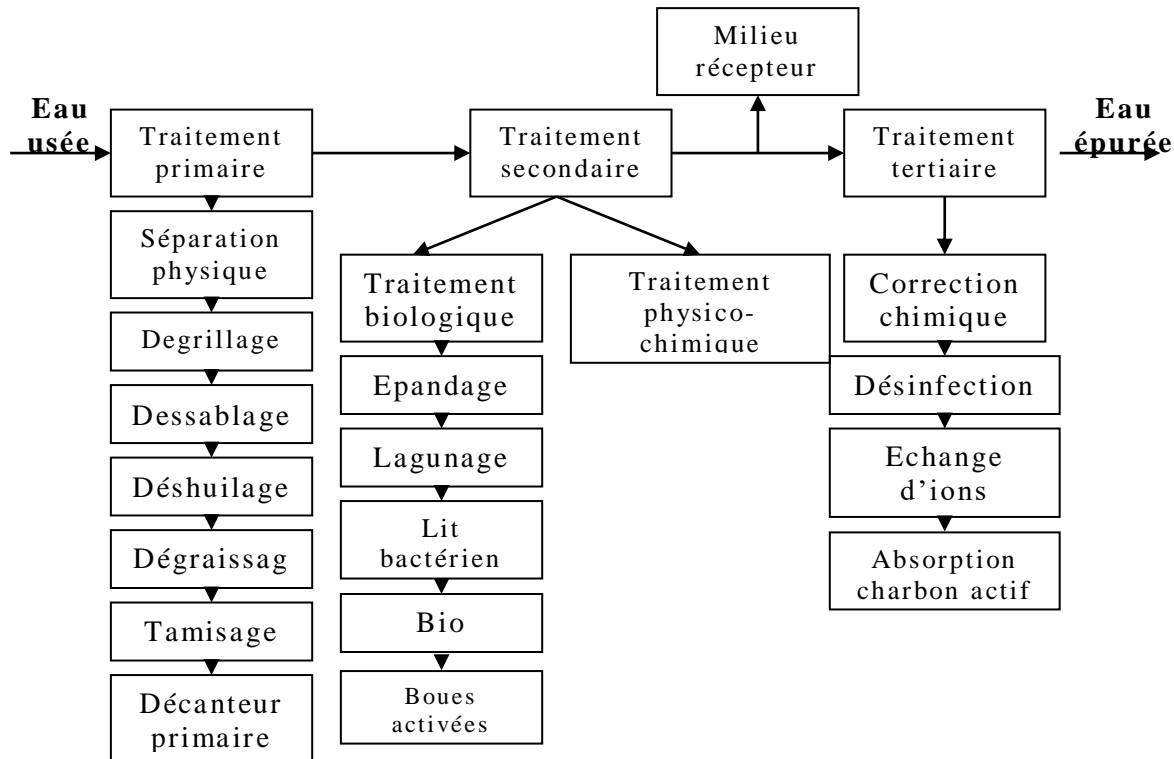


Figure II.1 La configuration d'une chaîne de traitement

### **II.2 TRAITEMENT PRIMAIRE :**

Le traitement primaire repose essentiellement sur le principe de la séparation des constituants solides de la phase liquide par un processus de décantation, de sédimentation. Le traitement primaire est réalisé souvent en deux parties : le prétraitement et une décantation primaire.

- Le prétraitement est un ensemble d'opérations: Dégrillage, dessablage, dégraissage, déshuilage et tamisage.

Il est à préciser qu'il est très rare qu'une chaîne de prétraitement soit constituée de toutes ces opérations, souvent elle est réduite au dégrillage et au dessablage.

Ce premier passage constitue un dispositif de sécurité pour les appareillages situés à l'aval.

Les eaux usées ayant subi un prétraitement véhiculant des matières organiques et minérales sédimentables. Ainsi, une sédimentation efficace sur un décanteur primaire permet de retenir une fraction importante des matières sédimentables, ceci permettra d'alléger la charge des traitements ultérieurs et donc de réduire les dimensions de certains ouvrages. [6] [7] [8] [9]

### **II.3 TRAITEMENT SECONDAIRE :**

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

A ce stade, on distingue deux types de traitement :

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

#### **II.3.1 Traitement physico–chimique :**

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

Le traitement physico–chimique passe par trois opérations principales :

- Une coagulation ;
- Une floculation ;
- Une décantation ou une flottaison.

**Tableaux. II.1 Avantages et inconvénients du traitement physico–chimique**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>• Réponse immédiate aux variations de charge ;</li><li>• Capacité des installations, meilleure intégration au site ;</li><li>• Bonne élimination de la pollution toxique ;</li><li>• Déphosphoration simultanée</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plus grande quantité de boues produites ;</li><li>• Le coût élevé occasionné par les réactifs ;</li><li>• Rendement d'épuration inférieur à l'épuration biologique ;</li><li>• Risque de coloration (sels de fer sur eaux septiques).</li></ul>

### **II.3.2 Traitement biologique :**

Le traitement biologique des eaux résiduaires a pour but d'éliminer la matière organique dissoute par action des bactéries et micro–organismes.

Il permet de passer des éléments présents sous forme soluble ou colloïdale en éléments floculables et de constituer des agrégats que l'on peut séparer de l'eau.

Il faut aussi signaler que la plupart des procédés biologiques exigent un domaine optimum de pH compris entre 6,5 et 8,5. Quant à l'activité microbienne, elle est optimale à 30°C et requière des quantités suffisantes en nutriments.

On peut grossièrement classer les micro–organismes en :

- Germes aérobie qui exigent de l'oxygène pour leur métabolisme ;
- Germes anaérobie qui tirent leurs besoins énergétiques de la matière organique en absence de l'oxygène ;
- Germes aérobies facultatifs qui ont un métabolisme aérobie et un métabolisme anaérobie.

L'épuration des eaux usées fait appel à deux types de procédés :

- Les procédés extensifs ;
- Les procédés intensifs. [6] [7] [8] [9]

### **II.3.3 Les procédés extensifs :**

#### **II.3.3.1 L'épandage :**

##### **a. Principe :**

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

##### **b. Avantages et inconvénients de l'épandage :**

###### **• Inconvénients :**

L'épuration par épandage présente un certain nombre de risques, qui peuvent être l'intoxication à travers la chaîne alimentaire, la contamination des nappes et le risque de colmatage des sols.

###### **• Avantage :**

L'épandage présente l'avantage d'être un procédé simple et très économique, n'exigeant pas de grands moyens de mise en œuvre ou d'exploitation et permet la fertilisation des sols pauvres par un apport de substances nutritives, contenues dans l'effluent.

#### **II.3.3.2 Le lagunage :**

On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

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

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

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

### **.a. Avantages et inconvénients du lagunage naturel :**

- **Avantage :**

- Adaptation aux variations de charges polluantes ;
- Contrôles et entretien réduit ;
- Aucune source d'énergie ;
- Investissement modéré si le terrain est disponible à bas prix ;
- Bon rendement sur les germes pathogènes ;
- Bon rendement sur le phosphore.

- **Inconvénients :**

- Surface nécessaire très importante ;
- Imperméabilité des bassins nécessaire ;
- Rendement faible au climat froid ;
- Temps de séjour élevé.

### **II.3.4 Les procédés intensifs :**

#### **II.3.4.1 Le lit bactérien :**

##### **a. Principe :**

Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de 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. [6] [7] [8] [9]

### **b. Avantages et inconvénients du lit bactérien :**

- **Avantage :**

Un bon rendement est atteint avec un choix convenable du matériau et des dimensions des pores (augmentation de la surface spécifique). Les lits bactériens sont aussi performants dans le cas d'effluents urbains ou dans le cas de certaines industries spécifiques (parfumeries, agro-alimentaires).

Entre autre, l'exploitation d'une station à lit bactérien reste très simple : pas de gestion de stock de boues.

- **Inconvénients :**

Les traitements préalables doivent être performants, faute de quoi, un encrassement progressif apparaît qui contraint à vider, laver et remettre en place le matériau du lit. Les fréquentes odeurs enregistrées au changement de saisons.

### **II.3.4.2 Le disque biologique :**

#### **a. Principe :**

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

Les performances de ce procédé sont liées à :

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

#### **b. Avantages et inconvénients :**

- **Inconvénients :**

Les disques ne s'adaptent pas au traitement à forte charge, ils sont très sensibles à la qualité des eaux à traiter, aux pointes excessives des concentrations et de débits, aussi ce procédé par biodisque ne s'adapte qu'au traitement des effluents de petites agglomérations.



- **Avantages :**

Ce procédé est d'une extrême simplicité d'exploitation et économique.

### **II.3.4.3 Les boues activées :**

#### **a. Principe :**

C'est le procédé le plus répandu actuellement pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines des petites, moyennes ou grandes collectivités.

Le procédé à boues activées est un système en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec des eaux usées renfermant des matières biodégradables pendant un temps suffisant.

Ces amas biologiques sont maintenus en agitation au sein de l'eau de façon à assurer un contact avec toute la partie de l'effluent. L'oxygénation est fournie en quantités suffisantes par des aérateurs.

Ainsi, dans le bassin d'aération, en présence d'oxygène, les micro-organismes vont se développer et se reproduire aux dépens des matières biodégradables formant ainsi des flocons décantables, orientés par la suite vers un clarificateur. A la sortie, une eau traitée et des boues seront produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement de boues et l'autre partie réintroduite dans l'aérateur.

#### **b. Avantages et inconvénients du procédé à boues activées :**

- **Avantages :**

Le procédé à boues activées permet de réduire le temps de séjour de la pollution ainsi que les surfaces du terrain utilisées.

Le procédé à boues activées offre l'avantage d'une recirculation de la culture bactérienne, ceci conduit à un enrichissement du bassin par les micro-organismes épurateurs.

- **Inconvénients :**

Les installations à boues activées sont très coûteuses, vue l'équipement qu'elles comportent (ouvrages en béton, ouvrages métalliques, appareillages électromécaniques...).

L'exploitation de ce type de station exige un personnel qualifié et une vigilance permanente, le bon rendement repose sur le bon fonctionnement des aérateurs.

### **II.4 TRAITEMENT TERTIAIRE :**

En générale, les techniques d'épuration, même les plus énergétiquement poussées, laissent passer dans l'eau épurée des matières organiques difficilement biodégradables et échappant à la meilleure décantation.

Ainsi, même après un traitement secondaire l'eau véhicule presque toujours des micro-organismes et des micropolluants qui risquent de provoquer des dangers. Si une éventuelle réutilisation de cette eau est envisagée, il convient par conséquent d'utiliser des procédés à l'élimination de cette pollution résiduelle. On parlera donc des corrections chimiques, ce qui permettra de donner à l'eau une qualité meilleure pour sa réutilisation.

La principale méthode utilisée est la désinfection par le chlore, qui doit être appliquée avec des doses très fortes et des temps de contact plus long. Mais il convient de signaler que les chloramines formés sont toxiques et présentent un danger pour la vie aquatique, ainsi il y a lieu de penser à une opération de déchloration avant le rejet.

A côté de la désinfection par le chlore, d'autres procédés existent également mais qui restent pratiquement inutilisables dans les domaines de l'épuration des eaux usées. Ceci s'explique par leurs coûts, qui restent excessivement élevés, mais qui donnent une eau de qualité qui laisse à désirer. On peut citer par exemple des échanges d'ions et l'absorption par du charbon actif. Toutefois, le coût excessif d'un traitement tertiaire, montre le pourquoi de son absence dans la majorité des stations d'épuration, son prix ne renferme pas seulement le prix des réactifs ou des équipements mais surtout celui d'un personnel hautement qualifié. [6] [7] [8] [9]

### **II.5 CONCLUSION :**

Ces différents procédés permettent d'obtenir une eau débarrassée d'une grande partie de ces polluants et des boues constituant un sous produit de l'épuration. L'eau épurée peut enfin être rejetée dans le milieu naturel sans risque majeur.

### Chapitre III :

*Présentation de STEP de SIDI KHOUELD.*

### **III.1 Introduction :**

Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

Pour remédier à cette pollution, l'eau usée doit subir une épuration avant son rejet ou sa réutilisation.

Le traitement des eaux usées par les procédés de lagunage se caractérise d'abord par sa grande simplicité. Une autre caractéristique importante est son grand pouvoir tampon face aux variations de charges organiques ou hydrauliques, en raison du temps de rétention hydraulique qui est beaucoup plus élevé que dans les autres procédés.

Il existe plusieurs types de procédés par lagunage. Ces procédés peuvent être :

- aérés mécaniquement ou non;
- aérobies, anaérobies ou facultatifs (zones aérobies et zones anaérobies);
- à décharge continue, à vidange périodique ou à rétention complète.

Les types de procédés par lagunage les plus usuels pour le traitement des eaux usées domestiques sont les étangs aérés facultatifs et les étangs non aérés facultatifs.

Les étangs aérés aérobies sont des étangs où l'on injecte suffisamment d'air et d'énergie de brassage pour maintenir les solides en suspension et assurer des conditions d'oxygène dissous en tout point et font l'objet du présent procédé d'entretien et d'opération.

Les étangs aérés facultatifs sont constitués de bassins dans lesquels l'oxygénation est réalisée au moyen de diffuseurs d'air installés au fond des bassins ou d'aérateurs de surface. Les étangs sont en condition de mélange partiel, c'est-à-dire que l'énergie de brassage est insuffisante pour éviter des dépôts. Seule une partie des matières solides est maintenue en suspension. Une partie des matières en suspension décantent au fond des bassins, où elles constituent les boues qui entrent en digestion anaérobie. Les charges organiques appliquées et les matières organiques solubles provenant de la digestion des boues sont oxydées dans les zones supérieures aérobies. Pour obtenir un effluent clarifié, il est nécessaire de prévoir une zone sans apport d'air à la fin du dernier étang ou un dernier étang non aéré.

Les étangs aérés facultatifs sont bien connus dans le domaine du traitement des eaux usées domestiques. Il s'agit en fait de la technologie la plus répandue dans le domaine municipal. Elle

## **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

est utilisée particulièrement dans les petites et moyennes agglomérations pour des débits de 100 m<sup>3</sup>/s et plus, mais aussi dans un certain nombre de grandes agglomérations. [5]

### **III.2 – DONNEES DE BASE**

#### **III.2.1 – Définition de la STEP**

La solution retenue pour l'épuration des effluents générés par la commune de Sidi Khouiled consiste à traiter l'ensemble des eaux usées à partir d'une station d'épuration de type lagunage aéré.

La filière de traitement retenue est constituée :

- d'un poste de relevage en tête de station
- de prétraitements,
- d'un premier étage de traitement par lagunage aéré,
- d'un second étage de traitement par lagunage aéré,
- d'un troisième étage de traitement par lagunage de finition,
- de lits de séchage des boues.

La station d'épuration est dimensionnée pour assurer le traitement des effluents jusqu'à l'horizon 2030. La configuration retenue consiste à réaliser trois étages en série (étage aéré 1, étage aéré 2 et étage de finition) comprenant chacun :

- 2 lagunes aérées étage 1
- 2 lagunes aérées étage 2
- 1 lagune de finition.[5]



**Figure III -1:** photo de la STEP Sidi KHOULED.

Le site retenu pour la mise en place de la future station d'épuration est situé à proximité du point de rejet actuel du réseau d'eaux usées de l'autre côté de la route de Sidi Khouiled vers Hassi Ben Abdelah.

Un piquage sur le collecteur récent (2003) de transfert des eaux brutes vers Oum R'Neb permettra d'alimenter la station d'épuration via un poste de relevage.

Les eaux traitées seront renvoyées dans ce collecteur de transfert vers Oum R'Neb.

#### **III.2.2 – Nature des eaux usées et charges à traiter**

Les caractéristiques des rejets sont typiquement celles d'un rejet domestique ; la part des rejets industriels reste limitée même à l'horizon du projet.

Les eaux usées collectées par le réseau sont acheminées sans traitement vers une zone dépressionnaire.

Ce point de rejet constitue une mare colonisée par des roseaux où l'auto-épuration est réduite car le niveau de la nappe phréatique est proche de la surface.

Les effluents transitant dans le réseau d'assainissement présentent les caractéristiques d'un effluent biodégradable. La fraction d'eaux parasites est de l'ordre de 25%.

Le tableau suivant rappelle les charges hydrauliques et polluantes à traiter aux différents horizons.

## Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla

**Tableau III.1 :Charges hydrauliques et polluantes à traiter aux différents horizons :**

HORIZON		2 005	2 015	2 030
<b>DEFINITION DE LA POPULATION RACCORDEE</b>				
Population totale	EH	3 967	5 415	7 165
% de raccordement au réseau	%	80%	90%	100%
Population raccordée	EH	3 174	4 874	7 165
<b>DEFINITION DU DEBIT TOTAL D'EAUX USEES</b>				
Débit d'eaux usées	m <sup>3</sup> /j	441	677	995
Débit d'eaux parasites	m <sup>3</sup> /j	66	67	99
Débit total	m <sup>3</sup> /j	507	744	1 094
<b>DEFINITION DES FLUX DE POLLUTION</b>				
Flux DBO5 domestique	kg/jour	127	195	287
Concentration DBO5	mg/l	250	262	262
Ratio DBO5	g/EH.j	40	40	40
Flux DCO domestique	kg/jour	254	390	573
Concentration DCO	mg/l	501	524	524
Ratio DCO	g/EH	80	80	80
Flux MES domestique	kg/jour	190	292	430
Concentration MES	mg/l	376	393	393
Ratio MES	g/EH	60	60	60

A l'horizon 2030, la population totale raccordée au réseau d'assainissement collectif est de l'ordre de 7 165 équivalents – habitants ; le taux de raccordement sera proche de 100%.

### **III.2.3 – Objectifs d'épuration et niveau de rejet :**

Les objectifs de l'épuration sont les suivants :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées,
- Protéger le milieu récepteur,
- Se garder la possibilité de réutiliser pour l'irrigation les effluents épurés.

Dans le cadre du traitement des eaux usées générées par la commune de Sidi Khouiled, le niveau d'épuration retenu permettra, d'une part, le rejet vers le milieu récepteur et d'autre part une irrigation restrictive .

## **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Ce niveau d'épuration est caractérisé par les contraintes suivantes :

### **Paramètres organiques :**

DCO = 125 mg/l

DBO5 = 40 mg/l

MES = 35 mg/l

### **Paramètre parasitologie :**

moins de 1 œuf d'helminthes par litre

## **III.3 – PRESENTATION DU PROJET :**

### **III.3.1 – Principe de la filière retenue :**

La station de traitement des eaux usées de la commune de Sidi Khouiled est conçue de la manière suivante.

#### **a) Amenée des eaux usées en entrée de station :**

Les eaux brutes arriveront à la station d'épuration à par l'intermédiaire d'un piquage réalisé sur la conduite de transfert récente vers Oum R'Neb.

Ce piquage débouchera sur un poste de relevage assurant l'alimentation de la station de lagunage.

#### **b) Prétraitements :**

A partir du poste de relevage, les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant le dégrillage et le dessablage.

Le dégrillage permet de protéger les équipements électromécaniques, et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes suivantes du traitement.

Le système comprend un ensemble de 2 dégrilleurs automatiques disposés en parallèle. Ces ouvrages sont encastrés dans des chenaux en béton. Un canal de secours équipé d'une grille statique disposée en parallèle permettra de by passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de problème sur les dégrilleurs automatiques.



### **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Les refus de l'ensemble des dégrilleurs sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets. Cette vis assure également un compactage des refus et permet ainsi de réduire le volume des déchets.

Le dessablage permet la décantation des résidus les plus denses (sable). L'élimination du sable évite l'ensablement des bassins. Le dessablage sera réalisé à partir de 3 chenaux rectangulaires disposés en parallèle et dans lesquels se produit une décantation des sables.

Les sables décantent et sont concentrés en fond d'ouvrage au niveau d'une fosse à sable. Une pompe assure l'extraction des sables vers un classificateur qui permet l'égouttage des sables avant stockage dans une benne. [5]

#### **c) Lagunes aérées et de finition :**

A la suite de ces prétraitements, la filière est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition.

Les effluents sont répartis entre les deux lagunes du premier étage grâce à 1 répartiteur. Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées 1 vers les lagunes aérées 2 puis vers la lagune de finition. Il est prévu, à la sortie de chaque lagune, un ouvrage muni d'une crête déversante permettant de contrôler le niveau d'eau dans la lagune.

L'étage aéré n°2 est constitué de 2 lagunes. L'étage de finition est constitué de 1 lagune.

La liaison entre deux lagunes se fait grâce à des canalisations gravitaires de liaison.

Les eaux épurées (sortie lagune de finition) seront reprises par un collecteur de restitution auquel sera raccordé l'ouvrage de sortie.

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

Les lagunes d'aération sont pourvues d'un système d'aération artificielle qui assure l'oxygénation des eaux usées ; il s'agit d'aérateurs flottants. [5]

#### **d) Lits de séchage :**

Le fonctionnement épuratoire de ces lagunes se traduit par l'accumulation de boues au fond. Régulièrement quand le volume « utile » de la lagune, c'est à dire le volume total moins celui occupé par les boues, devient trop faible et se traduit par des temps de séjour trop courts il est nécessaire d'extraire ces boues.

### **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Cette extraction a lieu lors des opérations de curage. Les boues extraites sont acheminées et épandues sur les lits de séchage au moyen de pompes et de tuyaux de refoulement.

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

A l'issue de ce séchage les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressant.  
[5]

#### **III.3.2 - Implantation des ouvrages :**

La STEP comprend trois étages en série - étage aéré 1, étage aéré 2 et étage de finition.

Chacun de ces étages est constitué de la manière suivante :

- 2 lagunes aérées 1
- 2 lagunes aérées 2
- 1 lagune de finition

L'entrée des effluents dans la station se fait au sud du site et les eaux traitées sont rejetées au nord.

Cet agencement permet d'une part d'assurer la connexion avec la conduite d'amenée des eaux usées brutes existante, d'autre part de renvoyer les eaux épurées vers cette même conduite existante assurant ainsi le transfert des eaux traitées.

La conduite existante entre le point de piquage des eaux brutes et le point de rejet des eaux traitées sera conservée et utilisée en tant que by-pass de la station d'épuration. Une vanne sera installée au niveau du regard où le piquage des eaux brutes a lieu.

#### **III.3.3 – Calage altimétrique :**

Dans le but de concevoir une installation fiable dans le temps, le cheminement hydraulique des eaux usées depuis leur point d'entrée dans le réseau de collecte jusqu'à leur rejet après traitement est entièrement gravitaire.

### III.4 – DIMENSIONNEMENT

#### III.4.1 – Les prétraitements

Les ouvrages de prétraitement prévus sont les suivants :

- 1 dégrilleur de type automatique (espaces inter barreaux de 25 mm) associé à une grille manuelle (espaces inter barreaux de 40 mm) de sécurité en cas de by-pass.
- 2 ouvrages de dessablage statique de type chenal

##### III.4.1.1 – Installation de dégrillage

Chaque appareil est dimensionné à partir des critères suivants :

- L'espacement inter barreaux : détermine la taille des déchets retenus et influe directement sur les risques de colmatage de la grille ; ce paramètre conditionne directement la fréquence des interventions en exploitation ; la valeur retenue est 15 mm,
- La vitesse de l'effluent à la traversée du dégrilleur qui doit être comprise entre 0.6 et 1.2 m/s.

La surface minimum de la grille est calculée de la manière suivante :

$$S = \frac{Q_{\max}}{v \cdot O \cdot C}$$

- $S$  est la surface minimum de la grille, exprimée en  $m^2$ .
- $Q_{\max}$  est le débit maximum admis sur la station, exprimé en  $m^3/s$ .
- $v$  est la vitesse de l'effluent à la traversée de la grille, exprimée en  $m/s$ .
- $C$  est le coefficient de colmatage, et vaut 0.50 pour une grille automatique.
- $O = \frac{f}{e + f}$ , où  $e$  est l'épaisseur des barreaux de la grille (10 mm), et  $f$  l'espace libre entre les barreaux (25 mm).

Les critères de dimensionnement et les caractéristiques géométriques des dégrilleurs automatiques sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau III.2 : Les caractéristiques géométriques des dégrilleurs automatiques :**

<b>Critère de dimensionnement</b>		
Vitesse maximum de passage	0,6	m/s
Coefficient de colmatage	0,5	
Espace libre entre les barreaux	25	mm
Epaisseur des barreaux	10	mm
Coefficient d'ouverture	0,7	
Angle d'inclinaison	90	°
Largeur d'une grille	0,5	m
Nombre de dégrilleur	1	
<b>Caractéristique géométrique</b>		
Surface utile des grilles	0,2	m
Tirant d'eau	0,4	m
Longueur mouillée d'une grille	0,4	m <sup>2</sup>



**Figure III -2:** Degrilleurs de la STEP Sidi khouiled.

### III.4.1.2 – Installation de dessablage

Les ouvrages de dessablage sont de type statique ; ils sont dimensionnés sur la base des critères suivants :

- Vitesse d'entraînement des particules 0,30 m/s
- Vitesse de sédimentation 60 m/h

La vitesse d'entraînement des particules permet de définir la section transversale utile des dessaleurs. La vitesse de sédimentation permet de calculer la section horizontale humide.

## Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla

Les critères de dimensionnement et les caractéristiques géométriques des dessableurs sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau III.3 : Les caractéristiques géométriques des dessableurs:**

<b>Critère de dimensionnement</b>		
Vitesse d'entrainement des particules	<b>0,3</b>	m/s
Vitesse de passage	<b>60</b>	m/h
<b>Caractéristique géométrique</b>		
Type de dessableur	canal statique	
Nombre de canaux	<b>1</b>	
Section transversale humide d'un canal	0,1	m <sup>2</sup>
Tirant d'eau	0,3	m
Largeur d'un canal	<b>0,5</b>	m
Section horizontale humide d'un canal	2,3	m <sup>2</sup>
Longueur d'un canal	4,6	m



**Figure III -3: Dessableur step sidi khouiled.**

### **III.4.2 - Lagunage**

#### **III.4.2.1 - Lagunes aérées**

Le tableau suivant conclut sur les caractéristiques des lagunes aérées :

**Tableau III.4: Les caractéristiques des lagunes aérées:**

<b>LAGUNE D'AERATION</b>		
Volume total	11 000	m <sup>3</sup>
Surface à mi hauteur total	4 117	m <sup>2</sup>
<b>Etage aéré 1</b>		
Surface à demi hauteur étage 1	2 357	m <sup>2</sup>
Volume étage 1	6 600	m <sup>3</sup>
Nombre de bassins	2	u
Volume par bassin	3 300	m <sup>3</sup>
surface mi-hauteur par bassin	1 179	m <sup>2</sup>
hauteur d'eau	2,8	m
Nombre d'aérateurs par bassins	2	u
Puissance unitaire d'un aérateur	5,5	KW
Puissance total par bassin	22,0	KW
<b>Etage aéré 2</b>		
Surface à demi hauteur étage 2	1 760	m <sup>2</sup>
Volume étage 2	4 400	m <sup>3</sup>
Nombre de bassins	2	u
Volume par bassin	2 200	m <sup>3</sup>
surface mi-hauteur par bassin	880	m <sup>2</sup>
hauteur d'eau	2,5	m
Nombre d'aérateurs par bassins	1	u
Puissance unitaire d'un aérateur	5,5	KW
Puissance total par bassin	11	KW

### III.4.2.2 – Lagunes de finition

Le tableau suivant conclut sur les caractéristiques des lagunes de finition :

**Tableau III.5: Les caractéristiques des lagunes de finition:**

<b>LAGUNE FINITION</b>		
Profondeur	1,5	m
volume total	3 282	m <sup>3</sup>
Surface totale à mi hauteur	2 188	m <sup>2</sup>
Nombre de bassins	1	u
Volume par lagune	3 282	m <sup>3</sup>
surface à mi-hauteur par lagune	2 188	m <sup>2</sup>

### III.4.3 – Lits de séchage

Le tableau suivant conclut sur les caractéristiques des lits de séchage :

**Tableau III.6: Les caractéristiques les lits de séchage:**

<b>LITS DE SECHAGE DES BOUES</b>		
<b>Critère de dimensionnement</b>		
Population raccordée	7 165	EH
Production totale de boues par EH	120	l/EH/an
Concentration en matières sèches dans les lagunes	100	g/l
Volume annuel total de boues produites	860	m3
Production annuelle totale de Matières sèches	86	tMS/an
Nombre total de lagunes	2	u
Volume annuel de boues par lagune	430	m3
Volume à partir duquel le curage d'une lagune est nécessaire	825	m3
Fréquence de curage 1 fois tous les ...	1,9	an
Concentration en matières sèches des boues curées	80	g/l
Quantité de matières sèches à curer par lagune	82,5	tMS
Volume de boues à curer par lagune	1 031	m3
<b>Caractéristique des lits de séchage</b>		
Hauteur de remplissage des lits	0,5	m
Surface totale	2 063	m <sup>2</sup>
Surface unitaire du lit de séchages	525	m <sup>2</sup>
Nombre de lit à prévoir	4	u

### III.5 – CONCEPTION

#### III.5.1 - Prétraitement

##### III.5.1.1 – Arrivée des eaux brutes

Les eaux brutes arriveront à la station d'épuration par l'intermédiaire d'un piquage réalisé sur la conduite de transfert récente vers Oum R'Neb.

Ce piquage débouchera sur un poste de relevage assurant l'alimentation de la station de lagunage.

Ce poste de relevage sera constitué d'une bache dont les dimensions sont les suivantes :

- Diamètre intérieur 3,2 m
- Hauteur totale 5,5 m

Le poste de relevage comprendra les équipements suivants :

- 2 pompes de refoulement de type immergé dont 1 en secours (débit unitaire 140 m<sup>3</sup>/h ; HMT de 10 m)
- Fonctionnement régulé par 1 capteur de mesure de niveau

## **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

- Equipements de manutention : potence, palan, barres de guidage

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

### **III.5.1.2 - Dégrilleur**

Le système comprend un ensemble de 1 dégrilleur automatique. Cet ouvrage est encastré dans un chenal en béton.

Un canal de secours équipé d'une grille statique disposée en parallèle permettra de by passer complètement le dégrillage automatique en cas de mise hors service.

Les refus du dégrilleur automatique sont acheminés au moyen d'une vis de convoyage vers une benne à déchets. Cette vis assure également un compactage des refus et permet ainsi de réduire le volume des déchets.

La vis convoyeur est un équipement qui réalise en une seule opération le transport et le compactage de refus de dégrillage.

Elle est constituée d'une spirale de transport entourée par un tamis qui « pousse » les refus vers la sortie de l'appareil. Un clapet de sortie permet de former un bouchon qui retient les déchets et assure le compactage. L'ajustement de la longueur de la vis et de la pression exercée par le clapet de sortie permettent de contrôler le compactage.

Un tube de liaison permet l'évacuation en un seul point de l'ensemble des eaux de drainage et de pressage dans le canal d'entrée.

Les refus compactés sont évacués par l'intermédiaire d'une goulotte jusqu'à la benne de stockage.

Une plate-forme de type caillebotis sécurisée par des gardes corps assurera l'accessibilité des équipements. [5]

### **III.5.1.3 – Dessableur**

Le dessablage sera réalisé par l'intermédiaire de deux canaux en parallèle de 0,5 m de large et 4,6 m de long.

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



## **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieur après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne.

Des batardeaux laisseront la possibilité d'isoler un canal de dessablage de manière à faciliter les éventuelles interventions de maintenance.

Les canaux de dégrillage et de dessablage seront réalisés en béton armé. [5]

### **III.5.2 – Lagunes**

#### **III.5.2.1 – Equipements de brassage et d'apport artificiel d'oxygène**

En lagunage aéré, la majorité de l'oxygène utilisée par la biomasse épuratrice pour dégrader la pollution organique est apporté artificiellement grâce au fonctionnement d'aérateurs.

Ces aérateurs jouent aussi un rôle de brassage de la masse d'eau afin de permettre la diffusion de l'oxygène dans l'ensemble du volume de la lagune.

Les aérateurs proposés (cf. plans joints) sont de type aérateur de surface à insufflation d'air, posés sur des dispositifs de flottaison et reliés à la berge par un bras fixé sur celle-ci par l'intermédiaire d'un plot en béton.

Ce type d'aérateur permet, en plus d'apporter de l'oxygène au milieu comme tous les autres types d'aérateurs, une mise en circulation efficace de l'eau dans les bassins.

Cet appareil est constitué d'un moteur triphasé, refroidi par air, relié à un tube inox, à l'extrémité duquel est soudée une vis à pas hélicoïdal. Le tube est partiellement immergé dans l'eau formant ainsi un angle aigu avec le plan d'eau. [5]

La vis à pas hélicoïdal en rotation génère un phénomène « vortex » entraînant une dépression dans le tube d'où une aspiration d'air. En atteignant la vis, l'air est transformé en fines bulles dirigées vers le fond du bassin.

### **III.5.3 – Ouvrages hydrauliques**

#### **III.5.3.1 – Répartiteur**

Disposés en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement et en sortie de l'étage aéré n°1, ils permettent de répartir les eaux usées vers les deux lagunes de l'étage aéré n°1 et vers les deux lagunes de l'étage aéré n°2 (cf. plan répartiteur).

### **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Cette répartition est assurée par deux seuils déversant identiques, de 1,50 m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service.

Le répartiteur est muni d'une chicane permettant de stabiliser l'écoulement à l'approche des seuils assurant ainsi un fonctionnement correct en déversoir.

A l'aval de chaque seuil, la collecte et l'acheminement des eaux vers la lagune correspondante sont assurés par une conduite de diamètre 300 mm.

#### **III.5.3.2 – Ouvrages d'entrée dans les lagunes**

A l'entrée de chaque lagune, un ouvrage, utilisé comme support au débouché des conduites d'alimentation dans la tranche d'eau voulue, est prévu pour l'arrivée des effluents.

Cet ouvrage est constitué par une conduite protégée par un masque en béton implanté dans le talus interne des lagunes.

Une pente de 0.005 m/m a été donnée à cette conduite pour qu'elle puisse se vider pendant la mise hors service de la lagune .

#### **III.5.3.3 – OUVRAGES DE SORTIE DES LAGUNES :**

A la sortie de chaque lagune, la restitution des eaux s'opère par déversement par dessus un seuil déversant de 3 m de largeur permettant de garder un niveau constant dans la lagune. Une cloison siphonoïde installée en face du seuil évite que les flottants ne partent avec les eaux.

Le seuil est réglable en hauteur à l'aide de rehausses ce qui permet de maintenir le niveau de l'eau voulu dans les lagunes .

#### **III.5.4 – RESEAUX HYDRAULIQUES INTERNES :**

##### **III.5.4.1 – Matériaux des conduites**

Les conduites à mettre en œuvre sont en PVC ou PEHD (conduites de diamètre nominal inférieur ou égal à 400 mm).

##### **III.5.5– Lits de séchage**

La déshydratation sur lits de séchage est une technique de déshydratation naturelle, nécessitant des surfaces relativement importantes mais compatibles avec le site retenu.

### **Chapitre III Présentation de la STEP de Sidi Khouiled - d'Ouargla**

Le système consiste à sécher les boues à l'air libre sur des lits constitués d'une couche de sable lavé surmontant une couche de granulométrie plus importante, incluant le réseau de drainage.

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

#### **III. 6 – CONCLUSION :**

Les eaux épurées seront évacuées gravitairement vers la conduite de transfert des eaux usées existantes.

Il sera possible de créer un piquage sur la conduite de sortie pour des besoins de réutilisation agricole. Selon l'implantation des zones agricoles à desservir.

## Chapitre IV :

### *La réutilisation des eaux usées*

### **IV.1. Introduction :**

Dans les régions où la pénurie est significative, il est important de réutiliser l'eau traitée par les systèmes d'épuration de différentes façons car sa valorisation constitue une composante essentielle dans toute politique de gestion intégrée des ressources en eau.

Partout à travers le monde des expériences en cours tendant à épurer les eaux usées de manière à pouvoir les réutiliser comme eau potable, cette technique est cependant compliquée et nécessite un degré d'épuration, ce qui laisse supposer qu'il faut attendre encore pour qu'elle soit opérationnelle en pratique et avec des coûts acceptables.

Une manière réaliste de réutiliser l'eau traitée et de s'en servir pour l'irrigation dans le domaine de l'agriculture. Cette eau doit cependant répondre à certaines qualifications pour pouvoir être utilisée.

### **IV-2 Domaines de réutilisation des eaux épurées :**

On peut distinguer trois catégories de réutilisation :

#### **IV-2-1 La réutilisation industrielle :**

Il s'agit bien ici de la réutilisation pour l'industrie d'eaux usées domestiques d'origine urbaine et non de la réutilisation d'eaux usées industrielles, les entreprises possèdent souvent leur processus industriel, il arrive par fois qu'elles réinsèrent les effluents épurés dans leur processus mais ce n'est pas ce qui est traité dans cette partie.

Parmi les activités industrielles peut donc être intéressante dans le secteur de l'énergie dans les circuits de refroidissement fermés ou ouverts les autres applications possibles concernant les laveries industrielles, les stations de lavage de voiture, l'industrie du papier la production d'acier de textiles, les industries d'électroniques et semi-conducteur...etc.

#### **IV-2-2 La réutilisation en zone urbaine :**

La réutilisation possible d'eaux épurées en zone urbaine est extrêmement nombreuse, et il existe de multiples exemples à travers le monde ces projets concernant.

- L'arrosage de parcs, de terrains de sport, de terrains golfs et d'aires de jeux.
- Les bassins d'agrément, piscines, bassin pour la pêche, la navigation de plaisance.
- Les eaux de sanitaires d'un immeuble ou d'un groupe d'immeuble.
- Le lavage de voirie, réservoir anti incendie,...etc.

### **IV-2-3 La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture:**

L'irrigation est l'activité humaine qui consomme le plus d'eau, la réutilisation agricole des eaux épurées comme moyen d'économiser la ressource à donc été une des premières voies de développement.

Certains pays devant faire face à de graves pénuries d'eau ont développé en ce sens une politique à l'échelle nationale.

Dans le cas spécifique de l'irrigation, les bénéfices ne résident pas seulement dans la préservation du milieu et de la ressource mais aussi dans la nature des eaux usées, en effet elles contiennent des éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) ainsi que des oligoéléments (fer, cuivre, manganèse, zinc, etc.) qui sont bénéfiques pour les cultures et qui peuvent augmenter significativement le rendement

Ce type de réutilisation se heurte cependant à la qualité microbiologique des eaux usées qui doit satisfaire un certain seuil admissible prescrit par les différentes normes de réutilisation.

### **IV-3 Les normes de réutilisations algériennes :**

La réutilisation des eaux usées épurées « **REUE** » est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages.

Aujourd'hui la stratégie nationale du développement durable en Algérie se matérialise particulièrement à travers un plan stratégique qui réunit trois dimensions à savoir : Sociale, Economique et Environnementale.

### **Utilisations**

Les principales utilisations des eaux usées épurées sont :

- **Utilisations agricoles** : –irrigation- la plus répandue, permettant d'exploiter la matière fertilisante contenue dans ces eaux réalisant ainsi une économie d'engrais ;
- **Utilisations Municipales** : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, lutte contre les incendies, l'arrosage des terrains de golf, des chantiers de travaux publics, arrosage pour compactage des couches de base des routes et autoroutes.
- **Utilisations industrielles** : refroidissement ;
- **Amélioration des ressources** : recharge des nappes pour la lutte contre les rabattements des nappes et la protection contre l'intrusion des biseaux salés en bord de mer.

**IV-4 Cadre réglementaire en Algérie**

- **La loi n°05-12 du 04 Août 2005**, relative à l'eau, a institué la concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation (JO n°60-année 2005)
- **Le décret n°07-149 du 20 mai 2007** fixe les modalités de concession de l'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.
- **Les arrêtés interministériels du 02 janvier 2012** qui prennent en application les dispositions de **l'article 2 du décret exécutif n°07-149**, publiés en Janvier 2012 par le ministère des ressources en eau. (JO n°41) Ces arrêtés fixent :
  - Les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation et notamment en ce qui concerne les paramètres microbiologiques et les paramètres physico-chimiques
  - La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.
  - **La norme Algérienne N°17683** « Réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, municipales et industrielles - Spécifications physico-chimiques et biologiques » est disponible au niveau de l'Institut Algérien de Normalisation IANOR ;
  - La **REUE** sollicite une coordination étroite entre les différentes structures impliquées dans les opérations de réutilisation à tous les niveaux.

**IV.1 les normes Algérienne de réutilisation à des fins agricoles:**

Spécification microbiologique des eaux usées épurées destinées à l'irrigation agricole

Groupes de cultures à irriguer avec les eaux usées épurées	Culture à irriguer	Groupe exposé	Paramètres microbiologiques		Traitement susceptible d'assurer la qualité microbiologique exigée
			Coliformes fécaux <sup>a</sup> (CFU/100ml)	Nématodes intestinaux <sup>b</sup> (œufs/l)	
A	Irrigation non restrictive Culture de produits pouvant être consommés crus	Population alentour Ouvriers agricoles Consommateurs	<100	Absence	Catégorie III
B	Légumes qui ne sont consommés que cuits Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire	Population alentour Ouvriers agricoles	<250	< 0,1	Catégorie III
C	Arbres fruitiers <sup>c</sup> Cultures et arbustes fourragers <sup>d</sup> Cultures céréalières Cultures industrielles Arbres forestiers Plantes florales et ornementales	Population alentour Ouvriers agricoles	Seuil recommandé <1000	<1	Catégorie II
D	Les cultures du groupe C utilisant l'irrigation localisée <sup>e</sup>	Aucun	Pas de norme recommandée <sup>e</sup>	Pas de norme recommandée	Catégorie I

<sup>a</sup> La valeur limite pour les coliformes fécaux représente une moyenne géométrique.  
<sup>b</sup> La valeur limite pour les œufs de nématodes représente une moyenne arithmétique.  
<sup>c</sup> 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 interdite.  
<sup>d</sup> Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.  
<sup>e</sup> à condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrise la gestion de l'irrigation localisée et respecte les règles d'hygiène.

**IV.6.Conclusion :**

La demande en eau d'irrigation est plus éminente. L'agriculture est donc la plus grande consommatrice d'eau. C'est pour cette raison que ce secteur a été principalement concerné par les mesures d'économie d'eau, de valorisation et de rationalisation de la gestion.



Chapitre V :  
Généralités sur filtre à sable

### **V.1. INTRODUCTION :**

La filtration est une méthode qui consiste à séparer les particules solides du milieu liquide à l'aide d'une matière poreuse. Il existe divers systèmes de filtration qui épurent les eaux en les faisant passer à travers un milieu filtrant.

Les filtres peuvent être faits de sable, de tourbe, de charbon activé, de terre à diatomées ou d'autres matériaux utilisés séparément, ou en combinaison pour filtrer l'eau et retenir les particules aussi pour promouvoir la croissance des microorganismes qui décomposent les polluants. [4]

### **V-2. DEFINITION DE LA FILTRATION :**

Dans les processus de traitement de l'eau, la filtration intervient au dernier stade des traitements physiques, c'est-à-dire après la coagulation et décantation dont le cas où elles existent. Elle a pour but d'arrêter les particules trop petites pour ainsi décanter. Nous ne considérerons que la filtration en volume, opération au cours de laquelle les matières en suspension sont retenues à l'intérieur de la masse poreuse. Cela implique que ces matières en suspension aient des dimensions inférieures à celles des pores du filtre, sinon elles seront retenues à la surface où l'on eut observé une filtration dite en surface ou en gâteau. Procédé couramment utilisé en génie chimique mais qu'on ne rencontre en hydraulique urbaine que dans les procédés de traitement des boues par lit de séchage ou par filtration sous vide. [4]

Les chercheurs admettent cependant que la filtration doit être abordée en considérant deux phénomènes distincts : le transport et la filtration. Le premier concept désigne tous les processus qui déplacent les particules dans les pores de masse filtrante les amenant au contact d'un grain solide ou d'un dépôt antérieur où elles pourront se fixer. Le second concept désigne les mécanismes qui font qu'une particule en suspension soit retenue au sein de la masse filtrante.

On ne distingue pas moins de six mécanismes de transport différents susceptibles d'amener une particule en suspension en contact avec la structure fixe du milieu filtrant:

–Interception directe où il y a un choc entre une particule et un grain fixe;

–Diffusion : les particules les plus petites sont soumises à un mouvement brownien qui peut les amener au contact d'un grain. Ce phénomène dépend de la température de l'eau et de la taille des particules. Il n'a d'importance que pour les particules inférieures au micron ;

–Tamisage : les particules les plus grosses peuvent être éliminées par tamisage à l'entrée d'un pore une faible proportion des particules est ainsi arrêtée dans le cas où cette proportion soyer importante, cela signifier que la décantation, dans la mesure où elle existe est insuffisante. Dans le cas contraire, un micro tamisage mécanique en amont des filtres constituer une bonne forme de prétraitement ;

–Inertie : l'inertie de la particule contraint cette dernière à continuer en ligne droite. Dans le cas où le courant d'eau qui l'entraîne s'incurve pour contourner un grain. Le phénomène a une grande importance en filtration d'air dont toute augmentation de la vitesse améliore le rendement de la filtration. Son importance est beaucoup plus limitée dans le cas de la filtration de l'eau. Nous le verrons par la suite que les nombres de Reynolds traduisant le rapport des forces d'inertie aux forces de viscosité se trouvent toujours très faibles ;

–Décantation : l'effet de gravité sur une particule peut l'amener à prendre une trajectoire différente des lignes d'eau ensuite revenir au contact du grain. L'importance de ce phénomène se caractérise par le rapport de la vitesse de Stokes à la vitesse de filtration. Ce rapport est très faible mais l'effet de décantation peut être mis en évidence expérimentalement ;

–Hydrodynamique : les particules sont soumises sous l'action de diverses forces d'origine hydrodynamique à des mouvements de rotation.

Bien entendu, ces mécanismes de transport ne sont pas exclusifs les uns des autres. La diffusion joue un rôle important pour les particules les plus petites. La décantation pour les plus grosses et les plus denses. Le tamisage pour les plus grenues et les effets hydrodynamiques pour les particules les plus dissymétriques.

La simple description des phénomènes permet de voir que généralement, la vitesse de filtration dont la définition exacte est donnée ci-après joue un rôle important. Plus elle est élevée plus les mécanismes énumérés perdent de leur efficacité. La plupart des chercheurs

expliquent la fixation des particules sur le milieu filtrant par des forces physico – chimiques, type force de Vander Waals. [4]

### **V.3. TYPES DE FILTRES :**

Pour le traitement des eaux, on utilise principalement :

- a) Des filtres à sable rapides ;
- b) Des filtres à sable lents.

Il existe deux types de filtration : la filtration lente laquelle les vitesses normales sont de 2 à 7 m/jour, et la filtration rapide dont les vitesses peuvent atteindre de 3 à 20 m/h.

Dans le premier type, il y a formation à la surface des filtres une membrane biologique qui concourt d'une façon très importante à l'épuration de l'eau tout en retenant la plupart des micro-organismes et les particules colloïdales.

#### **V.3.1. Filtres à sable rapide :**

Le filtre à sable rapide est le type le plus utilisé dans le traitement des eaux de consommation. Le matériau filtrant est maintenu en place par gravité et l'écoulement de l'eau se fait de haut en bas. Lorsque le milieu filtrant est encrassé, on lave le filtre en inversant le sens de l'écoulement de l'eau. Le milieu filtrant est alors en expansion, et les particules d'impureté beaucoup moins denses que les grains de sable, sont décollées et évacuées vers l'égout à l'aide des goulottes de lavage.

#### **V.3.2. Filtration à sable lente :**

On utilise la filtration lente sur sable depuis le début des années 1900. Cette méthode est toujours largement utilisée pour le traitement des eaux usées municipales. Des études avec d'autres observations ont montré que la filtration lente sur sable permet d'éliminer efficacement les bactéries coliformes des eaux usées et constitue un procédé de traitement innovateur et rentable qui exige peu d'entretien. Ce système est le plus efficace dans le cadre d'une approche comportant des traitements multiples. [4]

Un filtre à sable lent comprend un lit de sable classé reposant sur une couche de gravier. Ce milieu de filtration est contenu dans une boîte comportant, aux deux extrémités, des ouvertures permettant à l'eau d'entrer et de sortir sous l'effet de la gravité. Au niveau de ce procédé de filtration, une forme de traitement naturel et biologique de l'eau- est utilisé pour éliminer les solides, les précipités, la turbidité et, dans certains cas, les bactéries responsables du goût et de l'odeur désagréables. [4]

### **V.3.2.1. Caractéristiques des filtres lents :**

Les filtres à sable lents, doivent être construits, de telle sorte que l'eau traverse lentement une couche de sable fin, et que les particules les plus grosses soient arrêtées près de la surface du sable .Ces particules forment une couche poreuse très fines, dont la surface totale de veinule ou de pores est très grande. Ce qui facilite l'absorption des impuretés par cette couche ou par le sable sous-jacent effectivement. Cette couche poreuse est constituée de bactéries, d'algues et de protozoaires .La filtration lente combine donc les effets de processus physiques, et de processus biologiques.

Les filtres à sable lents fonctionnent principalement grâce à l'activité biologique, mais également au captage des particules dans le filtre à sable.

Les caractéristiques fondamentales des filtres à sable biologiques sont :

-Le sable fin.

-La vitesse de filtration lente.

A mesure que l'eau passe à travers le filtre, un film constitué de poussières, de débris et de micro-organismes vivants et en décomposition s'accumule à la surface du sable . Il s'agit du film biologique.

La poussière, les particules et les micro-organismes naturels s'accumulent dans cette pellicule et contribuent à la filtration, mais ils en ralentissent le débit. Par conséquent les filtres de ce type sont de plus grande taille que les filtres rapides. La lenteur du débit de filtration (0.1 à 0.3m/h) et le film biologique rendent ce type de filtre très efficace se façon à en extraire les minuscules particules de l'eau. Les microorganismes qui se développent dans le film biologique et dans les premiers centimètres de la couche du sable captent et

décomposent d'autres micro-organismes, minéraux ou nutriments, notamment le fer. Le filtre laisse passer certains organismes et matières solubles.

Pour remédier à l'obstruction, il faut enlever le film biologique et gratter les premiers centimètres de sable.

Les filtres à sable lents ne fonctionnent pas bien si l'eau brute est trop sale ou trouble.. [4]

### **V. 3. 2. 2. Avantages des filtres lents :**

- Les filtres lents permettent de ne pas recourir à la coagulation.
- Les matériaux de construction de ces filtres sont simples ; on peut se les trouver sur place.
- On peut aisément se procurer du sable sur place.
- La surveillance du fonctionnement de ces filtres est simple.
- Leur effluence est moins corrosive et de qualité plus constante que celle des filtres rapides, lesquels exigent un traitement chimique.
  - Ils éliminant bien les bactéries. [4]

### **V.3.2.3. Inconvénients des filtres lents :**

- Les filtres lents occupent une grande superficie. Ils exigent une installation de grande dimension, un volume de sable important et des travaux coûteux.
- Leur exploitation manque de souplesse. Comme nous le verrons plus loin, leur mise en exploitation et leurs lavages requièrent des périodes trop longues, au cours des quels ils sont inutilisables.
- Leurs utilisation est coûteuse lorsque la turbidité des eaux brutes dépasse 30 unités néphélométriques et ce durant de longues périodes de temps, sauf lorsqu'on fait préalablement sédimenter les impuretés de manière à abaisser suffisamment le degré de turbidité de ces eaux.
- Ils décolorent médiocrement les eaux colorées.

- Ils donnent de mauvais résultats lorsque les eaux sont riches en algues et n'ont pas été préalablement traitées.[4]

### **V. 4. Mécanisme de filtration :**

Suivant les caractéristiques des particules à retenir et du matériau filtrant mis en œuvre, peuvent intervenir l'un ou plusieurs des trois mécanismes principaux suivants : capture, fixation et détachement. [4]

#### **V.4.1. Mécanismes de capture :**

Les mécanismes de capture sont essentiellement de deux natures :

##### **a. Tamisage mécanique :**

Il s'agit de la rétention des particules plus grosses que la maille du filtre ou que celle des éléments déjà déposés formant eux-mêmes matériau filtrant. Ce phénomène intervient d'autant plus que la maille du matériau filtrant est plus fine. Il est de peu d'importance pour un lit filtrant composé de matériau relativement grossier. Dans le cas contraire il est prépondérant dans une filtration sur support mince. [10]

##### **b. Dépôt sur le matériau filtrant :**

La particule en suspension suit dans le liquide une ligne de courant ; sa taille, comparée à celle des pores, pourrait lui permettre de traverser le matériau filtrant sans être arrêtée. Différents phénomènes entraînent cependant un changement de trajectoire et le contact avec le matériau.

On distingue en particulier :

- L'interception directe par frottement.
- La diffusion par mouvement brownien.
- L'inertie de la particule.
- La décantation : par leur poids les particules peuvent se déposer sur le matériau filtrant quel que soit le sens de filtration.

Ces différents mécanismes de capture interviennent principalement dans la

Filtration en profondeur. [4]

### **V.4. 2. Mécanismes de fixation :**

La fixation des particules à la surface du matériau filtrant est favorisée par une faible vitesse d'écoulement. Elle est due à des forces d'origine physique (coincement, cohésion...), et à des forces d'adsorption, principalement les forces de Van der Waals.

### **V. 4. 3 Mécanisme de détachement :**

Sous l'action des mécanismes précédents, il se produit une diminution de l'espace entre les parois du matériau recouvertes de particules déjà déposées. Il y a alors augmentation de la vitesse d'écoulement. Les dépôts déjà retenus peuvent se détacher partiellement et être entraînés plus en avant dans le matériau filtrant ou même dans le filtrat.

Les particules solides contenues dans un liquide et les particules colloïdales plus ou moins floculées n'ont pas les mêmes caractéristiques et ne réagissent pas dans la même proportion aux divers mécanismes précédents. La filtration directe d'un liquide dont les matières en suspension conservent leur état et leur charge électrique est donc très différente de la filtration d'un liquide coagulé. [4]

### **V.5 Conclusion :**

Après avoir étudié les types de filtres, leurs négatifs et leurs positifs, et l'étendue de leur présence dans notre environnement, nous nous appuyons sur notre étude sur filtration à sable lent. Est suivie son efficacité par des analyses microbiologiques de cette eau filtrée.



Chapitre VI :  
Matériels et méthodes

### **VI-1- Introduction :**

Dans ce chapitre, nous avons essayé de présenter l'objectif principal de l'étude la possibilité d'irrigué des plants par des eaux usée traité à la STEP de Sidi Khouiled en est de démontrer le potentiel pour valoriser en toute sécurité des eaux usées traités avec filtration lente sur sable à des fins agricoles. Et quelle hauteur des filtre optimale donnée bon production des plantes. (Les eaux traitées utilisé sans risque sur des plants)

#### **1<sup>ER</sup> : matériels d'étude.**

### **VI- 2 - Dispositif expérimental :**

Les expériences ont été réalisées dans le Station d'Epuration (STEP) à Sidi Khouiled willaya d'Ouargla, est située à 17 km (Nord-est) siège de willaya.

L'installation de pilote de la filtration à sept composants Principales est schématisée par la **figure N° 1.**

Cette installation comporte :

- 1- un réservoir de stockage :** des eaux épurée d'un volume de 100 L et alimenté à l'aide de la pompe de refoulement. (**figure N° 01**).
- 2- tubes en (PVC) :** quatre Lignes des filtres à des hauteurs à flux ascendant de chaque ligne, chaque ligne de filtre est constituée d'un tube en (PVC) d'une hauteur de (70, 90, 110,130cm) ascendante, fixe par des collets métalliques, le diamètre des tubes est de (110mm), soit une surface aménagée d'environ 91.56 cm<sup>2</sup>. Soulevez-le tube un support métallique à Les quatre pieds.
- 3- granulats des filtres :**Les granulas des filtres d'abord par le bas du premier couche de filtre à granulométrie grossière dont 10 cm de gravier, et par le haut couche de filtre à granulométrie grossière dont 10 cm de gravier rouler , et entre les deux un couche dont (40.60.80.100) cm de sable de carrières de Hassi Sayh.(**figure N° 02**)
- 4- Les distributeurs** des eaux traitées sur des filtres l'Aide de tube en plastique à diamètre 0.5 cm, avec la régulateur de débité à l'extrémité. (**Figure N° 03**)
- 5- Support de serrage :** Le rôle de ce support est d'assurer la stabilité et le placement vertical des pilotes (pour favoriser l'écoulement vertical) et pour avoir un fonctionnement avec les mêmes conditions du début jusqu' à la fin de l'expérience.

### 6- Type des eaux utilisées en Projet :

Dans mon expérimental nous nous utilisons trois types des eaux pour d'irrigation des plantes est comme suite :

- **L'eau Forage :** on utilise les eaux des robinet .qui alimente par conduit d'une source d'eau potable de la ville de sidi khouiled (cette source est la nappe du Sénonien) (ADE)
- **L'eau épurée:** Les eaux usées actuellement épurée par la STEP de Sidi Khouiled, cette eaux sera alors stockée et utilisée pour l'irrigué des Plants
- **L'eau filtrée :** cette l'eau évacuée par les différents types des filtres.

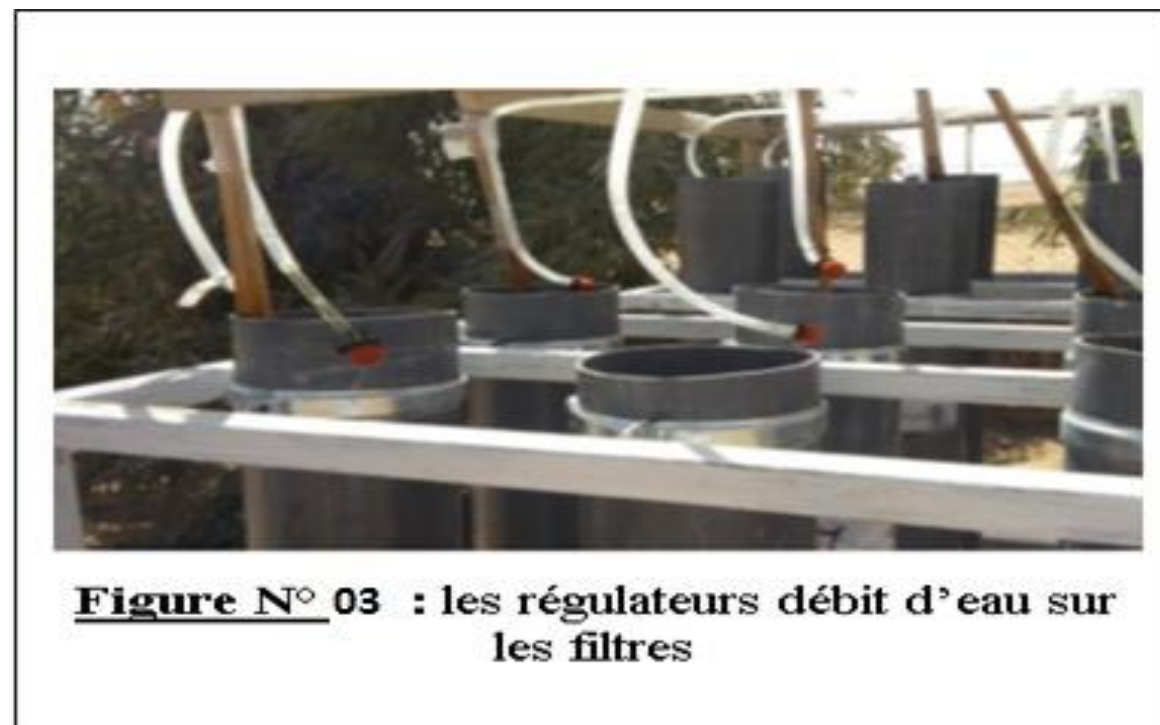
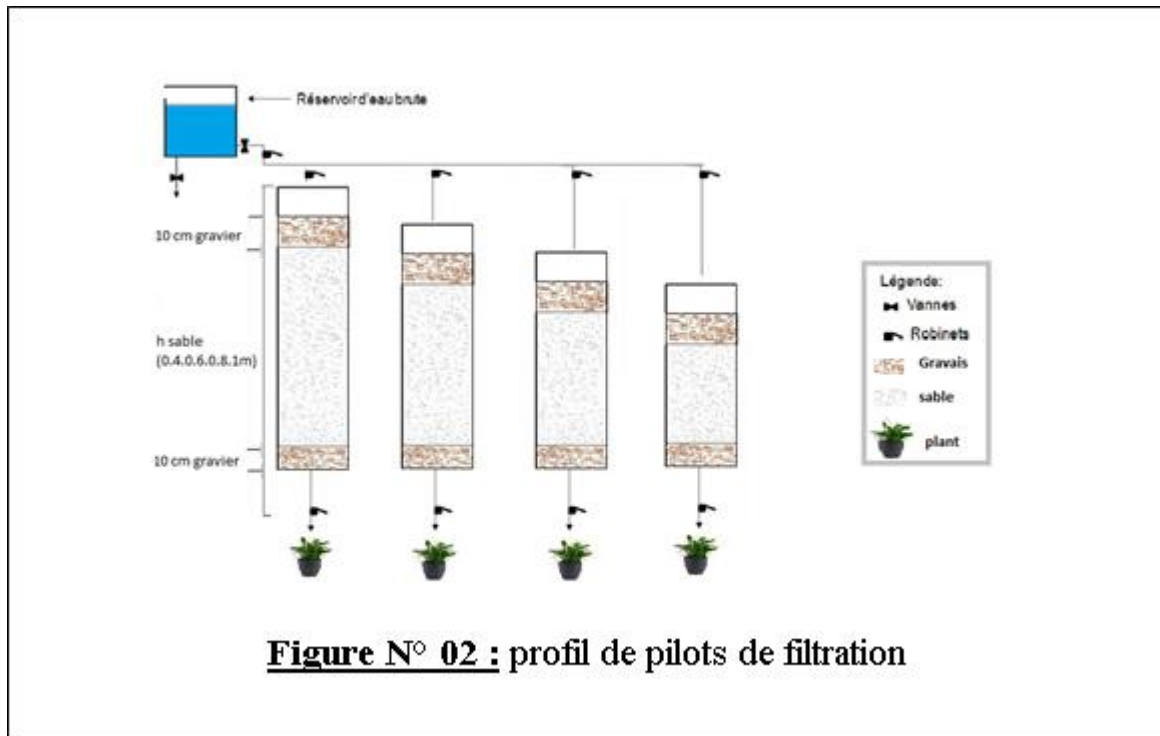
### 7- Les bacs (les Plants) :

Dans cette sujet nous vous implanté des trois types des plantes (l'orge, Luzerne et Mais), dans des bacs en plastique est de 25 cm en diamètre, 60 cm hauteur (**figure N° 04**), distribué comme suite :

- 04 bacs pour chaque colonne du filtre. (pour Luzerne).
- 04 bacs pour chaque colonne du filtre. (pour Mais).
- 04 bacs pour chaque colonne du filtre. (pour orge).
- 03 bacs pour l'eau épurée à chaque type des plantes.
- 03 bacs pour l'eau de forage à chaque type des plantes.



**Figure N° 01 : Pilot de filtration**





### **VI-3- Méthodologie :**

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses microbiologiques des eaux de la STEP de Sidi Khouiled; Ces analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de contrôle de la qualité et de suppression de la fraude (C .A. C .Q. E) direction de commerce Ghardaïa.

#### **VI-3-1 Echantillons destinés aux analyses bactériologiques :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate pour laquelle le plus grand soin doit être apporté. Celui-ci conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène et représentatif afin de ne pas modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. En outre, il est bien évident qu'un prélèvement correct est indispensable pour avoir des résultats analytiques significatifs. Ce pendant, deux prélèvements ont été effectués pour chaque source.

Pour l'analyse bactériologie, des flacons de 250 ml sont recommandés pour l'utilisation. En effet, ces flacons doivent être lavés (avec un détergent et eau de javel), rincés (à l'eau et l'eau distillée), séchés et enfin stérilisés. Avant d'effectuer le prélèvement, il est nécessaire de laisser couler l'eau pendant environ 5 minutes. Puis désinfecter le milieu et la tuyauterie en faisant passer une tige de coton imbibé d'éthanol à 90% ; ou une flamme d'un chalumeau, durant au moins 2 minutes. Ensuite procéder au flambage du goulot du flacon avant et après remplissage. Seulement  $\frac{3}{4}$  des flacons sont remplis afin de maintenir en vie les bactéries aérobies et d'assurer leur agitation avant analyse. Les bouteilles et les flacons sont étiquetés pour faciliter leur identification. Chaque étiquette doit porter le nom de la source désigné par un code, la date, l'heure de prélèvement et la température de l'eau ainsi que celle de l'environnement.

**Tableau VI.1 : représente les dates et heures des prélèvements**

N° prélèvement	Dates Heurs
1	08/04/2019 à 10h23mn
2	13/04/2019 à 10h23mn
3	29/04/2019 à 11h30mn
4	15/05/2019 à 11h30mn

#### **VI-3-2 Transport des échantillons :**

Les prélèvements sont immédiatement acheminés vers le laboratoire pour des analyses bactériologiques dans des glacières. La température de cette dernière est comprise entre 4 et 6°C afin de maintenir la même composition de l'eau lors du transport. L'analyse bactériologie doit être effectuée au plus tard 8 heures après le prélèvement, pour éviter la variation de la population bactérienne.

## VI-4-Méthodes analytiques :

**VI-4-1- Analyses bactériologiques :** Les analyses bactériologiques ont été effectuées sur les différentes eaux de sources considérées. Cependant, plusieurs germes ont été recherchés tels que :

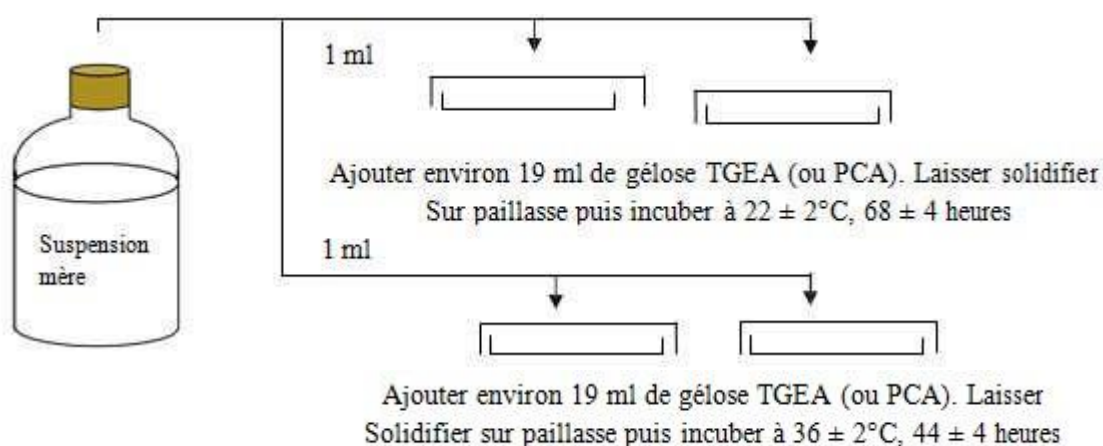
### VI-4-1-1- Recherche et dénombrement des micro-organismes :

Vérifiables à températures 22 et 37 °C. Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des micro-organismes (bactéries, levures et moisissures) par comptage des colonies après incubation à 22 et à 37°C. Figure (VI.5)

1 mL d'eau de sources à analyser est porté aseptiquement en double dans deux boîtes de pétri préparées à cet usage et numérotées. Chaque boîte a été complétée avec 19 mL de gélose TGEA (annexe1) (ou PCA fondue à  $45 \pm 2$  °C puis refroidie) et laissé solidifier sur la paillasse. En effet, deux séries de boîtes ont été formés:

- La première série est incubée à 22 °C pendant 72 h ;
- La deuxième série est incubée à 37 °C pendant 48 h.

Après l'incubation, les colonies des micro-organismes revivifiables sont observées en masse sous forme lenticulaire et bien distinctes. Le dénombrement des colonies a été fait directement par comptage et le nombre des micro-organismes revivifiables dénombrés à 22 et à 37°C par millilitre d'eau est donné par un nombre d'unités formant colonies par millilitre d'eau (UFC/ml)



**Figure VI.5 : Recherche et dénombrement des germes**

## **VI.5 Recherches et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

### **VI.5.1. Méthode de dénombrement en milieu liquide par détermination du NPP :**

#### ***A. Principe :***

Dans le présent travail, nous avons procédé au dénombrement des bactéries Indicatrices de la contamination fécale ; la méthode d'analyse utilisée est l'ensemencement en milieu liquide NPP, Pour les Coliformes Totaux (CT) et les Coliformes Fécaux (CF).

L'analyse bactériologique d'une eau de consommation consisterait logiquement, à rechercher les germes pathogènes qu'elle pourrait contenir. Les techniques nécessaires pour la réalisation de ce type d'analyses sont trop longues difficiles à exécuter et trop onéreuses pour de simples analyses de contrôle. On préfère, généralement, rechercher les germes fécaux.

Ces derniers, comme les germes pathogènes, sont éliminés par les matières fécales. De ce fait, leur mise en évidence dans l'eau permet d'estimer la possibilité de la présence de germe pathogène.

Les germes fécaux, que l'on appelle souvent germes « testes » ou témoins de contamination fécale, sont des micro-organismes saprophytes.

Une analyse bactériologique normale d'une eau de consommation comportera la recherche et le dénombrement :

- Des germes totaux ;
- Des Coliformes et plus particulièrement d'E. Coli ;



**B. Appareillage :**

Deux étuves 37°C et étuve à 45°C, bain marie, adjutateur, distillateur, deux frigidaires.

**C. Réactif :**

BCPL modifié à simple concentration (Bouillon lactose au pourpre de Bromocrésol), L'eau physiologique, Milieu Rothe, Milieu Litsky, Réactif de Kovacs.

**La recherche et le dénombrement des coliformes totaux :**

**Définition :**

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobactériaceae, se sont des bactéries qui se présentent sous forme lentilles bombées Gram négatifs (-), oxydase négatifs, anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48h à 37°C.

**Milieux de culture :**

- le milieu utilisé est le bouillant lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) ou APC munis d'une cloche de Durham

**.La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux :**

**Définition :**

Se sont des lentilles bombées Gram négatifs, non sporulant, aérobies facultatives. Elles peuvent continuer à survivre en utilisant la voie métabolique de fermentation. Capables de fermentation du lactose et production de gaz à. en 24 h à 48 h à 44 °C.

**Milieux de culture :**

- milieu bouillon indole mannitol (Schubert+cloche).

**. VI.5.2 La recherche et le dénombrement des Escherichia coli (E.coli) :**

**Définition :**

E.coli et certains coliformes thermotolérants sont utilisés comme indicateurs de pollution d'origine fécale, Il appartient à la famille des Enterobacteriaceae. positifs (fermentation du lactose et production de gaz) sont repiqués pour un test

Confirmatif sur milieu Schubert muni d'une cloche de Durham en 24 h à 48 h à 44 °C. Après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs .Il se forme un anneau rouge en surface, témoin de la production l'indole et donc présence de coliformes fécaux (*E.coli*)

### Milieux de culture :

- réactif de KOVACS

## 2. Méthodes d'analyses :

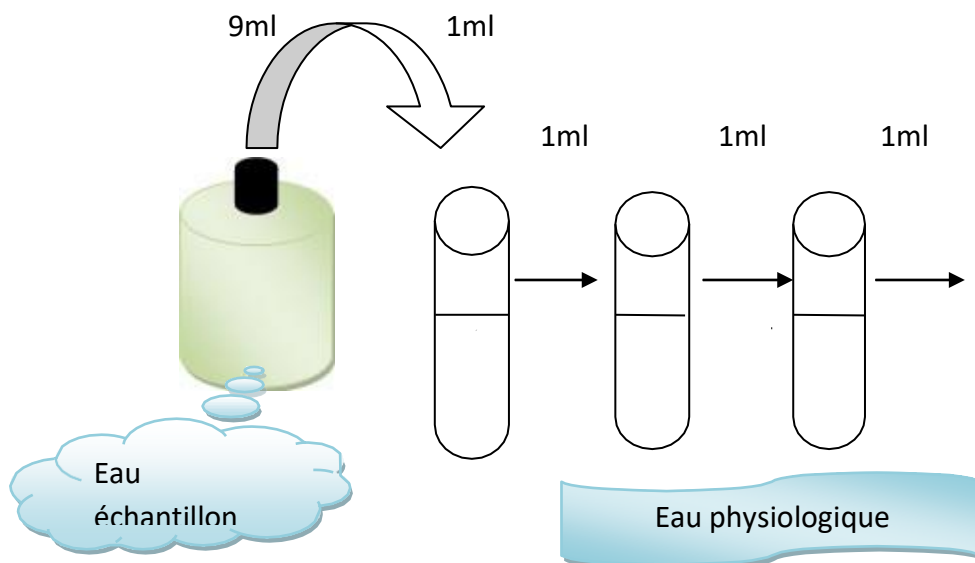
### Les coliformes totaux et fécaux :

#### *Test présomptif : la recherche des coliformes totaux :*

Il est effectué en utilisant le bouillon en pourpre de bromocrésol (BCPL) tout les tubes sont munie par une cloche de Durham pour déceler le dégagement du gaz dans le milieu. On utilise du BCPL en double et simple concentration.

Préparation des dilutions à partir de la solution mère ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ).

- Pipeter 1ml de échantillon et verser le sur le tube de l'eau physiologique.
- Pipeter 1ml à partir du tube 1 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.
- Pipeter 1ml à partir du tube 2 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.
- Pipeter 1ml à partir du tube 3 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.



**Figure (VI-6) : Schéma de préparation des dilutions**

- Prendre 12 tubes de BCPL.
- Pieter et verser dans chaque tube 1ml à partir des dilutions précédentes.
- Incuber les 12 tubes dans une étuve à  $T=37^{\circ}\text{C}$  (le lecteur après 24 et 48h).

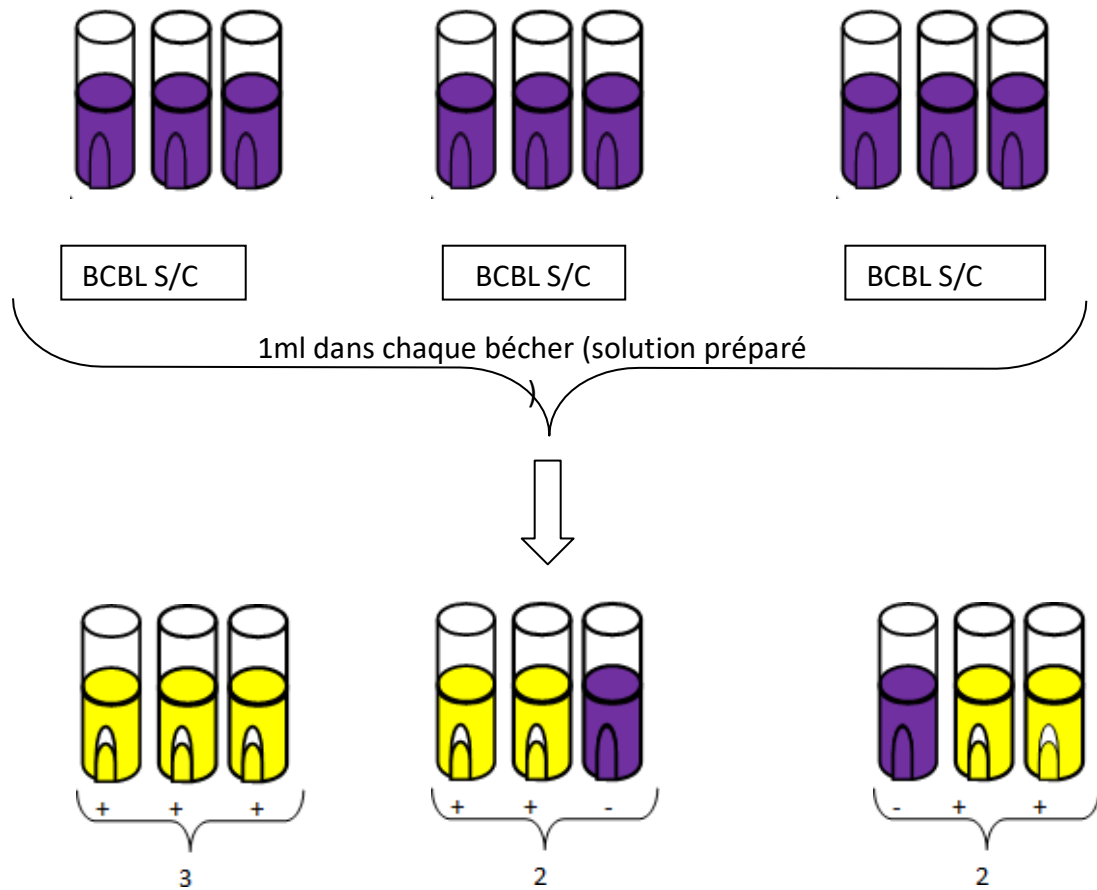


Figure (VI-7) : Test de présomption

***Test des confirmations : recherche des coliformes fécaux :***

A partir de chaque bouillon BCPL positif pour la recherche des Coliformes, ensemercer 2 à 3 gouttes dans un tube de milieu indole-mannitol (milieu Schubert) muni d'une cloche de Durham.

***A. Incubation :***

L'incubation se fait cette fois-ci étuve à 45°C pendant 24 à 48h.

***B. La lecture :***

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

- Une production des gaz.
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs

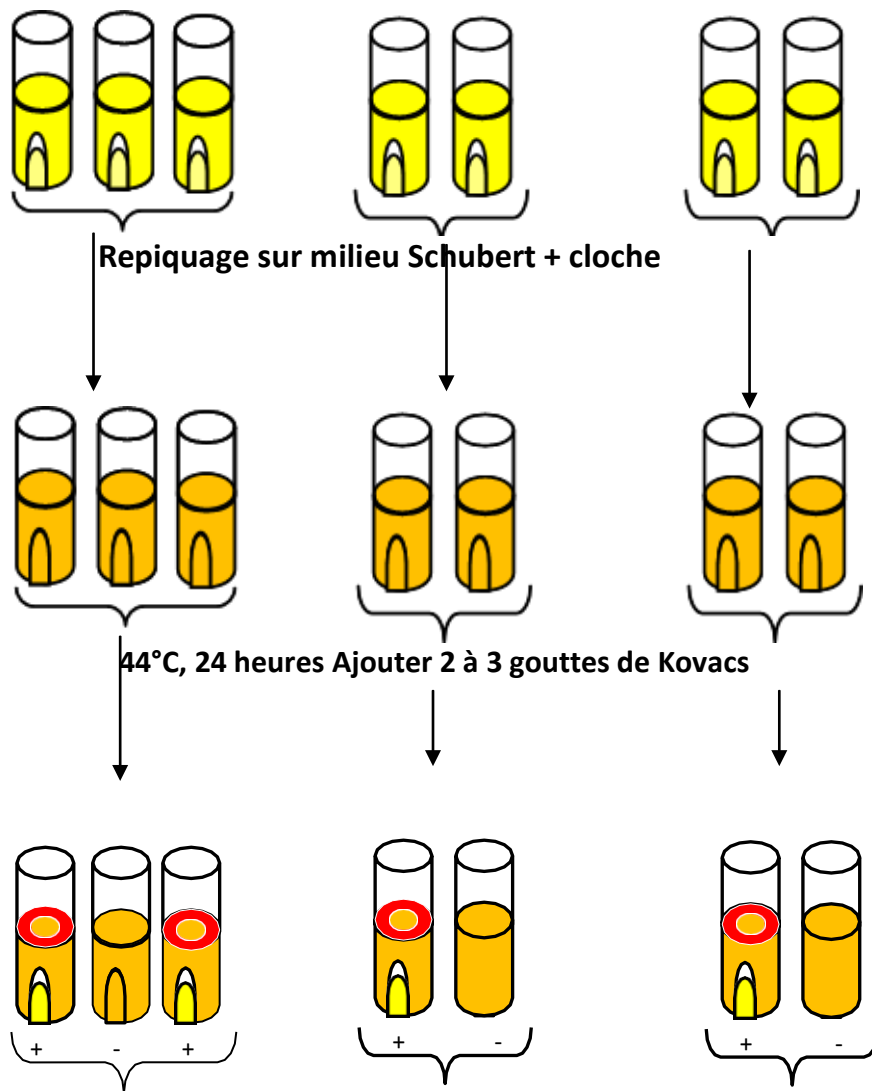


Figure (VI-8) : Test de confirmation

### . VI.5.3 La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux :

#### Définition :

Les streptocoques fécaux ou Entérocoques intestinaux ou encore streptocoques du groupe D de la classification de Lance Field sont des bactéries à gram positifs (+) non sporulées aéroanaérobies facultatives se présentant sous forme de coques ou ovoïdes formant des chainette plus ou moins longues. à 37°C pendant 24 à 48h.

- en aujourd'hui prochain de Rothe positifs, on effectue une subculture sur milieu Litsky pendant 24 h à 37 °C.

#### Milieux de culture :

- milieu de bouillon glucose à l'acide de sodium (Rothe)
- bouillon glucose à l'éthyle violet et l'azide de sodium EVA Litsky (EVA)

### 3. Méthodes d'analyses :

#### Les streptocoques totaux et fécaux :

##### 3.1.1. Teste présomptif : la recherche des streptocoques totaux :

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

Il est effectué en utilisant de bouillon glucose à l'acide de sodium (Rothe) tout les tubes. On utilise du (Rothe) en double et simple concentration.

Préparation des dilutions à partir de la solution mère ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ). Pipeter 1ml de échantillon et verser le sur le tube de l'eau physiologique.

- Pipeter 1ml à partir du tube 1 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.
- Pipeter 1ml à partir du tube 2 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.
- Pipeter 1ml à partir du tube 3 et verser le sur le tube de l'eau physiologique.

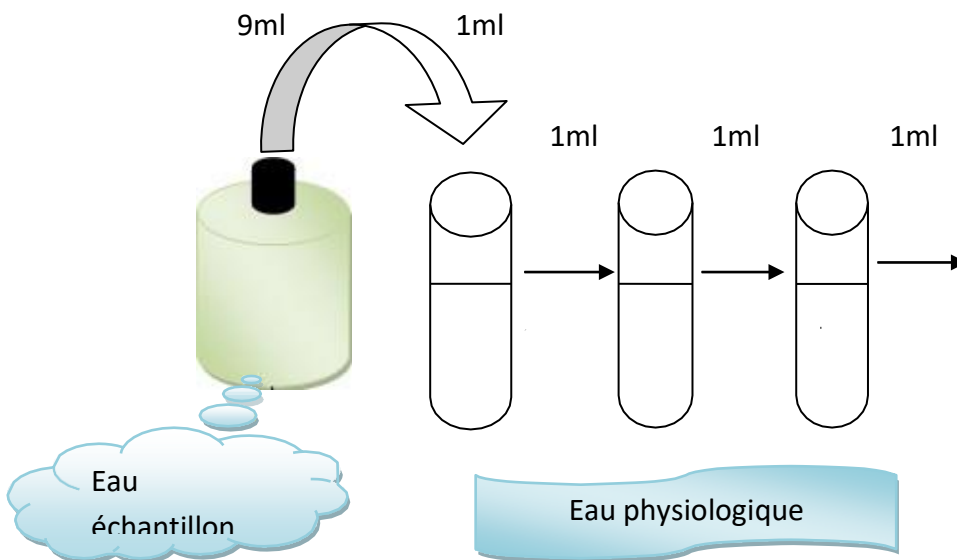


Figure (VI-9) : Schéma de préparation des dilutions

- Prendre 12 tubes de Rothe.
- Pieter et verser dans chaque tube 1ml à partir des dilutions précédentes.
- Incuber les 12 tubes dans une étuve à  $T=37^{\circ}\text{C}$  (la lecteur après 24 et 48h)

#### A .Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

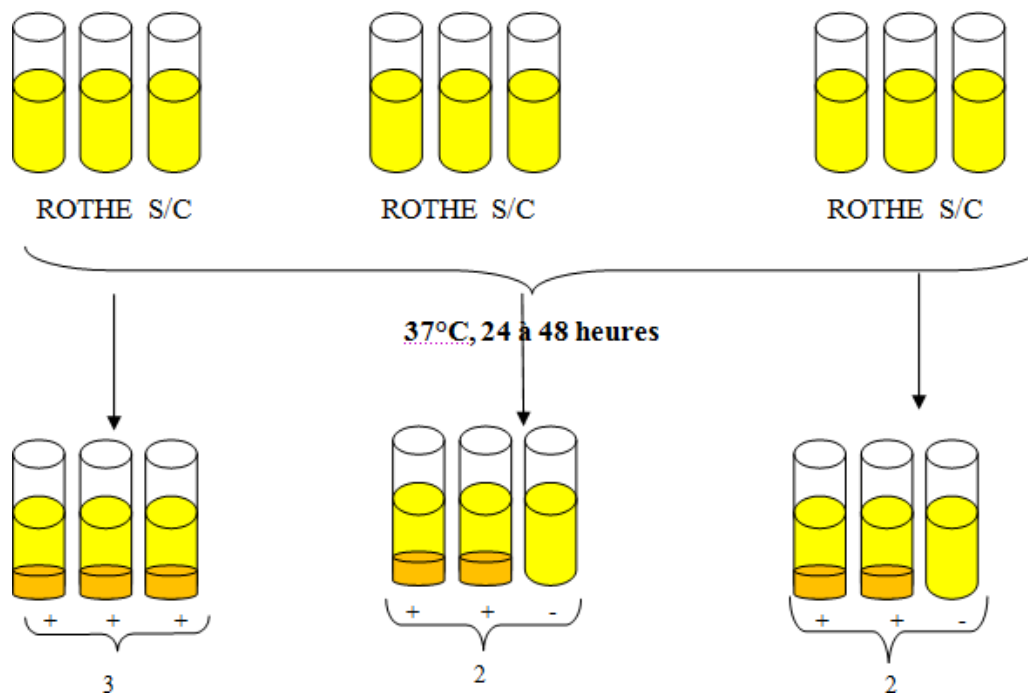


Figure (VI-10) : Test de présomptif

### 3.1.2. Test des confirmations : la recherche des streptocoques fécaux :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans tube contenant le milieu EVA LITSKY.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

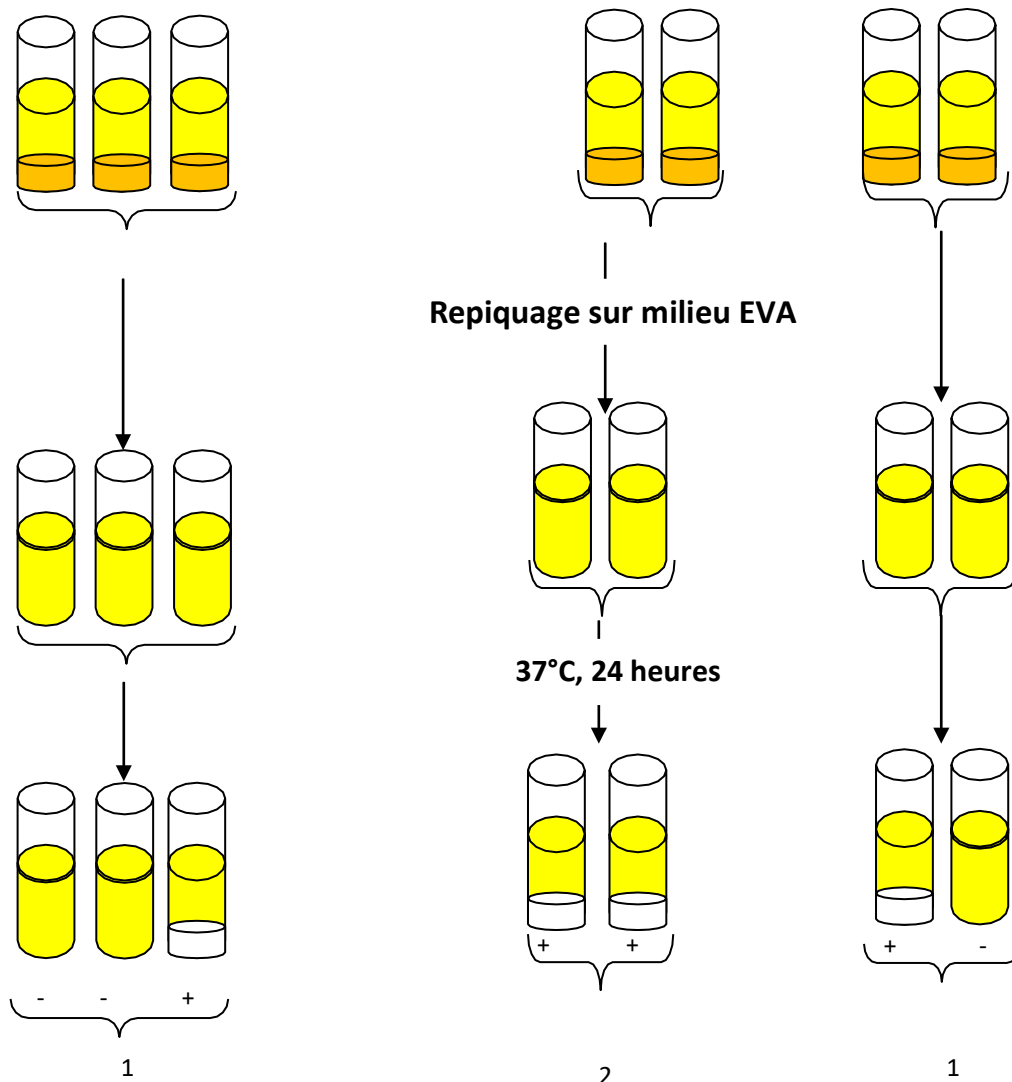
#### A. Incubation :

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

#### B. Lecture :

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

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes



**Figure (VI.11) Test de confirmation**

Afin d'évaluer la qualité de l'eau usées des quatre prélèvements considérés, différentes bactériologie ont été examinés au sein du laboratoire .Les résultats des analyses effectuées ont permis de déterminer la concentration de certains éléments et la présence de certaines bactéries.

**VI- 6.Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté la procéder du matériau filtrant. La mise en place des pilots de filtration et leur fonctionnement, en suite le suivi des analyse bactériologique qui concernent la recherche des germes et la méthode dénominative.

Chapitre VII :  
*Résultats et discussion*



### **VII.1.INTRODUCTION :**

Les résultats des analyses des paramètres bactériologiques présentés et discutés dans ce chapitre proviennent des échantillons d'eau prélevés du 08, 22, 27avril et 12 Mai 2019 au cours de moins.

### **VII.2. Présentation des résultats des paramètres bactériologiques analysés :**

#### **VII.2.1. Résultats et discussions :**

##### **VII.2.1.1. Résultats :**

Le suivi de la qualité bactériologique des eaux consiste en la recherche et au dénombrement des germes suivants : les germes totaux (**GT**), les coliformes totaux (**CT**) et fécaux (**CF**), les streptocoques fécaux (**SF**), Escherichia Coli (**E Coli**) ainsi que les germes à l'entrée et la sortie de la station. Les résultats obtenus sont regroupés dans les tableaux et les graphes suivants :

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.1 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes totaux ‘ (08/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	<b>coliforme totaux</b>		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0	
EAU EPUREE			24										
			48		+	+	+	+	+	-	-	-	330
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48		+	+	+	-	-	-	-	-	300
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48		+	+	+	+	+	+	-	-	331
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	+	323
EAU FILTREE 1m			24										
			48		-	-	-	-	-	-	-	-	0

**Le tableau VII.2 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes totaux ‘ (13/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	<b>coliforme totaux</b>		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0	
EAU EPUREE			24										
			48		+	+	+	+	+	-	-	-	330
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	331
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48		+	+	+	-	+	+	+	+	323
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	322
EAU FILTREE 1m			24										
			48		-	-	-	-	-	-	-	-	0

## Chapitre VII:

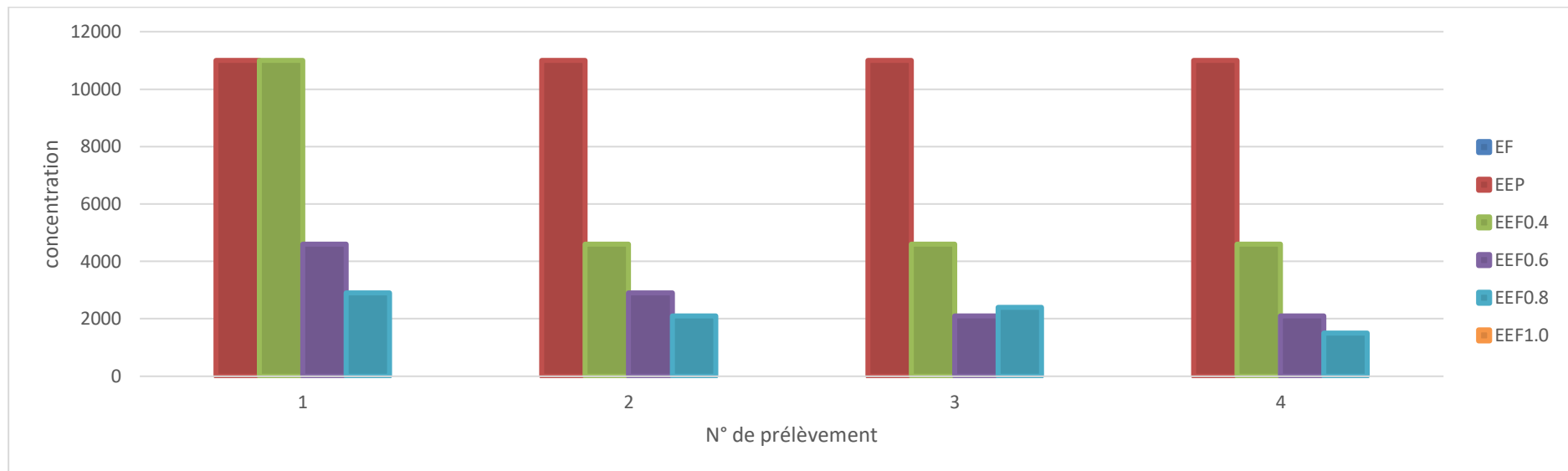
## Résultats et discussions

**Le tableau VII.3 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes totaux ‘ (29/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	<b>coliformes totaux</b>		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	
EAU EPUREE			24										
			48		+	+	+	+	+	-	-	-	<b>330</b>
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>331</b>
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>322</b>
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>321</b>
EAU FILTREE 1m			24										
			48		-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>

**Le tableau VII.4 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes totaux ‘ (15/05/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	<b>coliformes totaux</b>		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>	
EAU EPUREE			24										
			48		+	+	+	+	+	-	-	-	<b>330</b>
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>331</b>
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>322</b>
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48		+	+	+	+	+	-	+	-	<b>321</b>
EAU FILTREE 1m			24										
			48		-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>



**Figure VII.1 : Graphe représente les résultats d'analyse 'des coliformes totaux 'en fonction à date de prélèvement**

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.5 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes fécaux ‘ (13/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	coliformes fécaux		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	+	+	+	+	333	>110
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	331	46
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	+	+	-	+	323	29
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	+	-	+	+	323	29
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0

**Le tableau VII.6 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes fécaux » (08/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	coliformes fécaux		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	+	+	+	+	333	110
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	+	+	+	-	+	323	29
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	330	24
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	330	24
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0

## Chapitre VII:

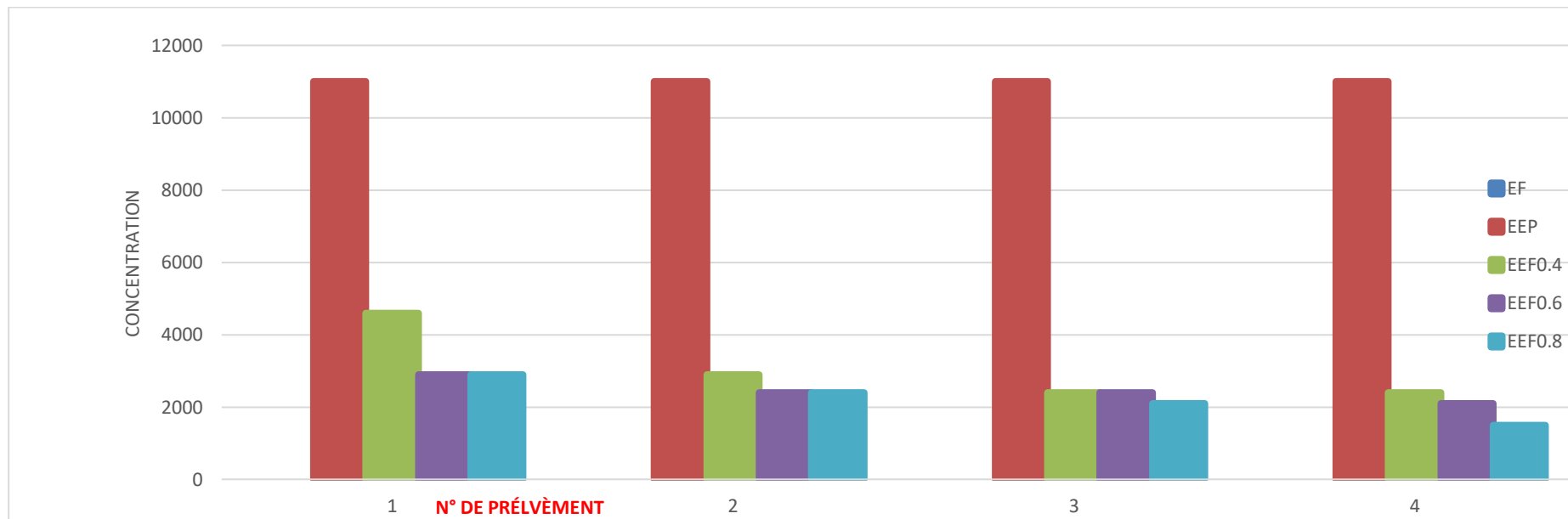
## Résultats et discussions

**Le tableau VII.7 : Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes fécaux ‘ (29/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	coliformes fécaux		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	+	+	+	+	333	>110
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	330	24
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	330	24
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	+	+	-	+	322	21
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0

**Le tableau VII.8 : Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Les coliformes fécaux ‘ (15/05/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	coliformes fécaux		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	+	+	+	+	333	>110
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	330	24
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	+	-	+	+	322	21
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	+	+	+	-	321	15
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0



**Figure VII .2 : Graphe représente les résultats d’analyse des coliformes fécaux en fonction à date de prélèvement**

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.9: Présente résultat avec des essais multiples exprime “ streptocoque ” (08/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	streptocoque		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0	
EAU EPUREE			24										
			48	+	+	+	+	+	-	-	-	330	33000
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48	+	+	+	-	+	+	+	+	323	32300
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48	+	+	+	-	+	+	+	-	-	321
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48	+	+	+	+	-	-	+	-	-	311
EAU FILTREE 1m	24												
	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	

**Le tableau VII.10: Présente résultat avec des essais multiples exprime “ streptocoque ” (13/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION			
EAU DE FORAGE	streptocoque		24	D=2									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0	
EAU EPUREE			24										
			48	+	+	+	+	+	+	-	-	331	33100
EAU FILTREE 0.4m			24										
			48	+	+	+	+	-	+	+	-	-	321
EAU FILTREE 0.6m			24										
			48	+	+	+	-	+	+	+	+	+	323
EAU FILTREE 0.8m			24										
			48	+	+	+	-	-	-	-	-	-	300
EAU FILTREE 1m	24												
	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	



## Chapitre VII:

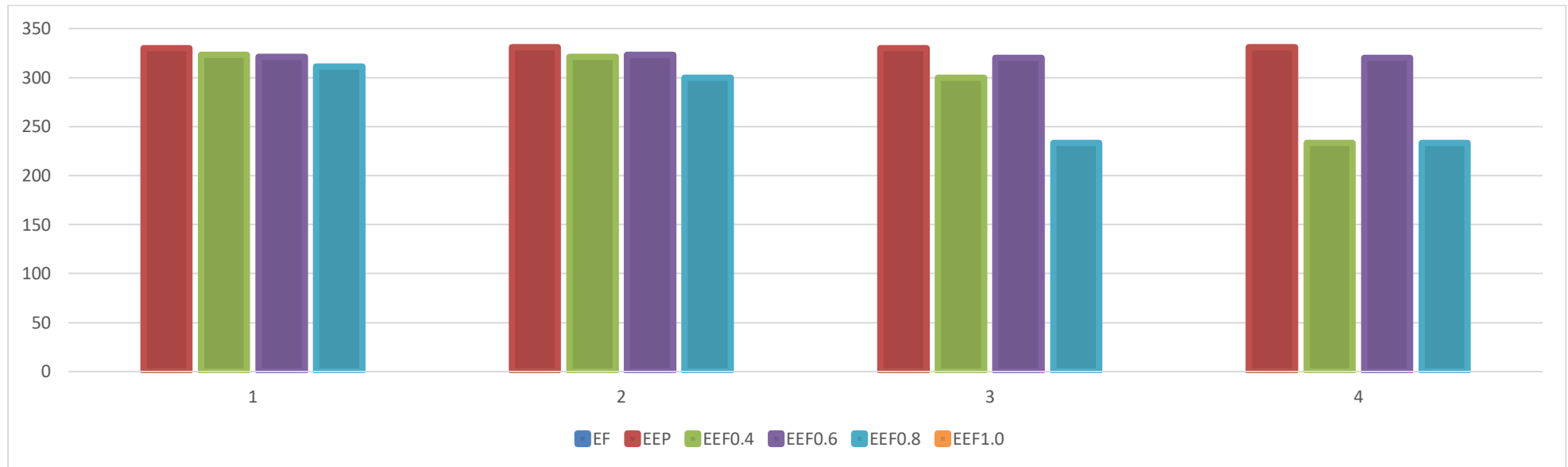
## Résultats et discussions

**Le tableau VII.11 : Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘ streptocoque ‘ au date de (29/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	streptocoque		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>
EAU EPUREE			24									
			48	+	+	+	+	+	+	-	-	<b>331</b>
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48	+	+	-	+	+	+	+	+	<b>233</b>
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48	+	+	+	+	-	+	-	-	<b>320</b>
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48	+	-	+	+	+	+	+	+	<b>233</b>
EAU FILTREE 1m			24									
			48	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>

**Le tableau VII.12 : Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘ streptocoque ‘ au date de (15/05/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	streptocoque		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	<b>0</b>	<b>0</b>
EAU EPUREE			24									
			48	+	+	+	+	+	+	-	+	<b>331</b>
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48	+	-	+	+	+	+	+	+	<b>233</b>
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48	+	+	+	-	+	+	-	-	<b>320</b>
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48	+	+	-	+	+	+	+	+	<b>233</b>
EAU FILTREE 1m			24									
			48	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>0</b>



**Figure VII .3: Graphe représente les résultats d’analyse des streptocoques**

- **Les coliformes et streptocoque :** on a remarqué que la courbe ou la trace pour les eaux épurées est constant pour les coliformes (**CF=1000 UFC/ml. CT=1000 UFC/ml**).les eaux filtre (EF0.4, 0.6, 0.8m) devise a deux partie ; la première partie au (1<sup>er</sup> prélèvement jusqu’à 2) la trace est décroissent, et la deuxième partie au (2<sup>eme</sup> prélèvement jusqu’à 4) est constant. Et pour les eaux filtre (**EF=1m**) et l’eau de forage est égale 0 UFC/ML. (0UFC. ML<sup>-1</sup> c’est –à-dire aucune colonne n’a été détecté dans les échantillons d’eaux d’analyse)

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.13 : Présente résultat avec des essais multiples exprime 'Escherichia- coli '(08/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	echirich ien coli		24	D=2	-	-	-	0		00		
			48		-	-	-	-	-	0		00
EAU EPUREE			24									
			48		-	+	+	+	+	231		23100
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	-	+	+	+	230		23000
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	-	+	+	220		22000
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	-	+	-	212		21200
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	0		00

**Le tableau VII.14: Présente résultat avec des essais multiples exprime 'Escherichia- coli '(13/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	echirich ien coli		24	D=2	-	-	-	0		00		
			48		-	-	-	-	-	0		00
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	-	+	+	230		23000
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		-	+	+	+	-	222		22200
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	-	+	-	212		21200
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	-	+	+	-	210		21000
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	0		00

## Chapitre VII:

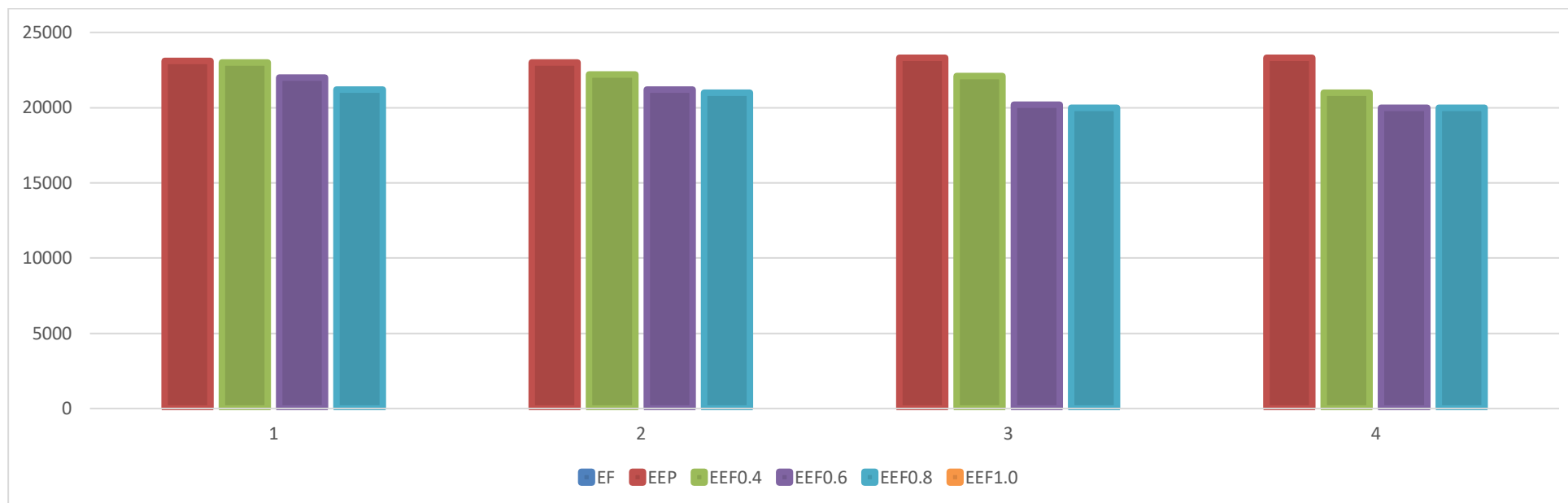
## Résultats et discussions

**Le tableau VII.15 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Escherichia- coli ‘ (29/04/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	echirich ien coli		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	-	+	+	+	233	23300
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	-	+	-	+	-	221	22100
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	-	-	-	+	202	20200
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	+	-	-	-	-	200	2000
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0

**Le tableau VII.16 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Escherichia- coli ‘ (15/05/2019)**

Type d'eau	Germe analysée	Date de prélèvement	temps	délétion	3* 10ml (-2) DC	3* 1ml (-2) SC	3* 1ml (-3) SC	écrit	NPP	CONCENTRATION		
EAU DE FORAGE	echirich ien coli		24	D=2								
			48		-	-	-	-	-	-	0	0
EAU EPUREE			24									
			48		+	+	-	+	+	+	233	23300
EAU FILTREE 0.4m			24									
			48		+	+	-	-	+	-	210	21000
EAU FILTREE 0.6m			24									
			48		+	+	-	-	-	-	200	20000
EAU FILTREE 0.8m			24									
			48		+	-	+	-	-	-	200	20000
EAU FILTREE 1m			24									
			48		-	-	-	-	-	-	0	0



**Figure VII .4 : Graphe représente les résultats d’analyse des Escherichia coli(en fonction à date de prélèvement)**

- **Escherichia coli** : la trace de courbe pour les eaux épurées reste constant pour les coliformes.les eaux filtre (EF0.4, 0.6, 0.8m) la trace est décroissent,. Et pour les eaux filtre (**EF=1m**) et l’eau de forage est égale 0UFC.mL<sup>-1</sup>.(0UFC.mL<sup>-1</sup>c’est –à-dire aucune colonne n’a été détecté dans les échantillons d’eaux d’analyse)

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.17 : Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe anaérobie ‘ (08/04/2019)**

germe analysée	date	dilution=-1	dilution=-2	dilution=-3	moyen	moyen	concentration
Germe anaérobie	08/04/2019	0	////////	////////	////////	////////	0
		31	////////	////////	////////	////////	310
		2	////////	////////	////////	////////	20
		2	////////	////////	////////	////////	20
		4	////////	////////	////////	////////	40
		2	////////	////////	////////	////////	20

**Le tableau VII.18: Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe anaérobie ‘ (13/04/2019)**

germe analysée	date	dilution=-1	dilution=-2	dilution=-3	moyen	moyen	concentration
Germe anaérobie	13/04/2019	0	0	0	////////	////////	0
		3	////////	////////	////////	////////	300
		//////////	0	0			0
		1	////////	////////	////////	////////	10
		2	////////	////////	////////	////////	20
		2	////////	////////	////////	////////	20

**Le tableau VII.19: Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe anaérobie ‘ (29/04/2019)**

germe analysée	date	dilution=-1	dilution=-2	dilution=-3	moyen	moyen	concentration
Germe anaérobie	29/04/2019	0	0	////////	////////	////////	0
		31	////////	////////	////////	////////	31
		0	////////	////////	////////	////////	0
		0	////////	////////	////////	////////	0
		1	////////	////////	////////	////////	1
		1	////////	////////	////////	////////	1

Le tableau VII.20: présente résultat avec des essais multiples exprime “ Germe anaérobie “ (15/05/2019)

germe analysée	date	dilution=-1	dilution=-2	dilution=-3	moyen	moyen	concentration
Germe anaérobie	15/05/2019	0	0	/////	/////	/////	0
		32	/////	/////	/////	/////	32
		0	/////	/////	/////	/////	0
		0	/////	/////	/////	/////	0
		1	/////	/////	/////	/////	1
		1	/////	/////	/////	/////	1

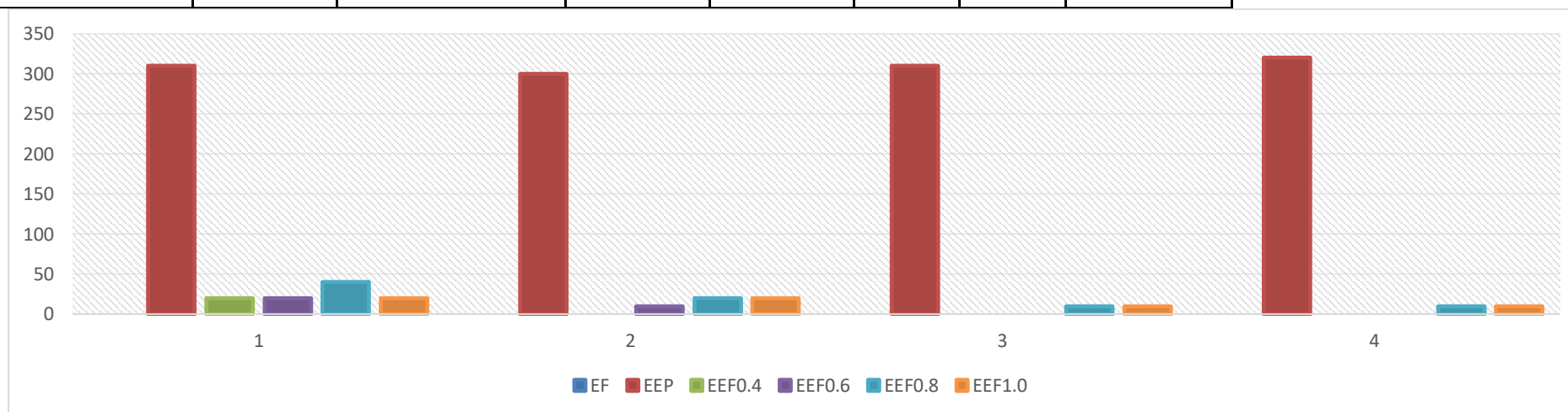


Figure VII .5 : Graphe représentes les résultats d’analyse des germes anaérobie

- **germe anaérobie** : on a remarqué que la trace de courbe des eaux épurées pour les coliformes devise a deux partie ; la première partie au (1<sup>er</sup> prélèvement jusqu’à 2) la trace est décroissant, et la deuxième partie au (2<sup>eme</sup> prélèvement jusqu’à 4) est augment (**CF**=310UFC.mL<sup>-1</sup>.**CT**=320 UFC.mL<sup>-1</sup>).les eaux filtre (EF0.4, 0.6, 0.8m)) le trace est décroissant. Et pour les eaux filtre (**EF=1m**) et l’eau de forage est égale 0 UFC.mL<sup>-1</sup>.(0 UFC.mL<sup>-1</sup>c’est –à-dire aucune colonne n’a été détecté dans les échantillons d’eaux d’analyse)

## Chapitre VII:

## Résultats et discussions

**Le tableau VII.21 : présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe aérobic ‘ (08/04/2019)**

	type d'eau	germe analysée	date	dilution	d=-2		d=-3		moyen	moyen	concentration
1ere	EF	Germe aérobic	08/04/2019	-2	0	0	0	0	0	0	0
	EEP			-2	90	71	35	30	80,5	32,5	10273
	EEF0.4			-2	62	68	44	13	65	28,5	8500
	EEF0.6			-2	60	55	18	13	57,5	15,5	6636
	EEF0.8			-2	40	30	29	47	35	38	6636
	EEF1.0			-2	24	14	10	12	19	11	2727

**Le tableau VII.22: Présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe aérobic ‘ (13/04/2019)**

	type d'eau	germe analysée	date	dilution	d=-2		d=-3		moyen	moyen	concentration
2eme	EF	Germe aérobic	13/04/2019	-2	0	0	0	0	0	0	0
	EEP			-2	99	77	30	31	88	30,5	10773
	EEF0.4			-2	60	61	41	10	60,5	25,5	7818
	EEF0.6			-2	55	55	18	12	55	15	6364
	EEF0.8			-2	20	30	29	47	25	38	5727
	EEF1.0			-2	13	15	10	12	14	11	2273

**Le tableau VII.23: présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe aérobic ‘ (29/05/2019)**

	type d'eau	germe analysée	date	dilution	d=-2		d=-3		moyen	moyen	concentration
3eme	EF	Germe aérobic	29/04/2019	-2	0	0	0	0	0	0	0
	EEP			-2	78	74	35	30	76	32,5	9864
	EEF0.4			-2	50	51	47	14	50,5	30,5	7364
	EEF0.6			-2	50	51	18	13	50,5	15,5	6000
	EEF0.8			-2	18	28	29	47	23	38	5545
	EEF1.0			-2	12	12	10	10	12	10	2000



Le tableau VII.24: présente résultat avec des essais multiples exprime ‘Germe aérobic ‘ (15/05/2019)

	type d'eau	germe analysée	date	dilution	d=-2		d=-3		moyen	moyen	concentration
4eme	EF	Germe aérobic	15/05/2019	-2	0	0	0	0	0	0	0
	EEP			-2	90	71	35	30	80,5	32,5	10273
	EEF0.4			-2	48	48	48	15	48	31,5	7227
	EEF0.6			-2	52	54	18	16	53	17	6364
	EEF0.8			-2	16	26	29	47	21	38	5364
	EEF1.0			-2	11	10	10	11	10,5	10,5	1909

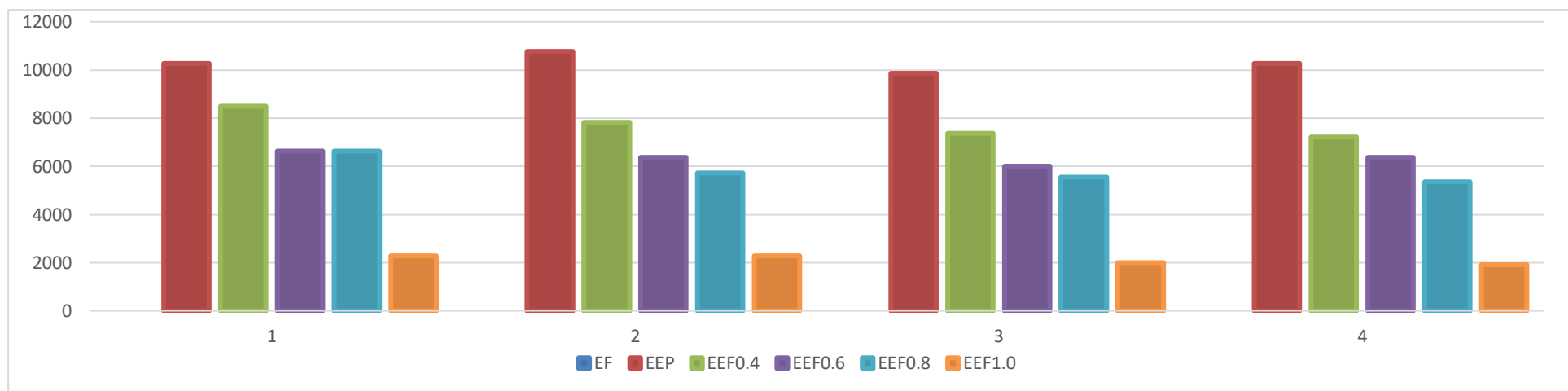
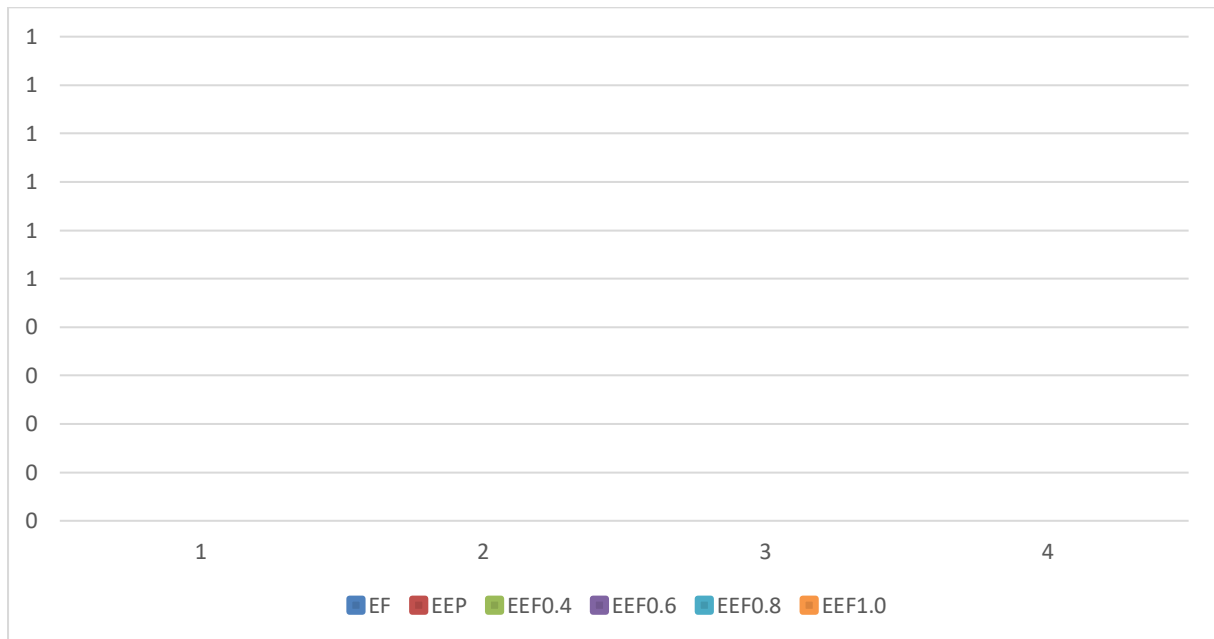


Figure VII .6 : Graphe représentes les résultats de recherche des ‘GERME AEROBIE’(en fonction de la date de prélèvement)

- **germe aérobic** : on a remarqué que la trace de courbe des eaux épurées pour les coliformes devise a deux partie ; la première partie au (1<sup>er</sup> prélèvement jusqu’à 2) la trace est décroissant, et la deuxième partie au (2<sup>eme</sup> prélèvement jusqu’à 4) est augment (CF=10273UFC.mL<sup>-1</sup>.CT=10773UFC.mL<sup>-1</sup>).les eaux filtre (EF0.4, 0.6, 0.8,1m)) le trace est décroissant. Et pour les eaux de forage est égale 0UFC.mL<sup>-1</sup>.(0UFC.mL<sup>-1</sup>c’est –à-dire aucune colonne n’a été détecté dans les échantillons d’eaux d’analyse)



**Figure VII .7 : Graphe représentes les résultats de recherche des ‘salmonella’ en fonction de date de prélèvement**

- **salmonella** : d’après les tableaux et la courbe en vue l’absence de ce germe soit à eau épuré soit à eau filtre n’apport quelle sont profondeur.

**1-2-Les interprétations des résultats :**

Les interprétations des résultats des courbes représenté par des figures in situ ont concerné à des valeurs des concentrations des bactéries à chaque Prélèvement, est ont remarquons qui :

- Toutes les courbes prendre une forme décroissance signifie que les efficacités d’élimination dans le filtre à granulométrie grossière sont largement subordonnées par les quantités de solides en suspension dans l’eau à traiter.
- la concentration des bactéries pour les eaux filtre (EF=1m) et l’eau de forage est égale 0 UFC/ mL. signifie la filtre fait un bon rôle d’éliminer des bactéries.
- Augmenter les durées de fonctionnement des filtres pour avoir des résultats plus approfondis.

**2-1- 2eme trace : dénombrement des micros –bactérie (la concentration) en fonction de la hauteur pour les quatre types de filtre**

- on a remarqué que toutes les trace des courbes dénombrements des tous micros – bactérie (la concentration) en fonction de la hauteur pour les quatre types de filtre prendre une même forme :
  - ✓ pour les eaux filtre (**EF=1m**) et l’eau de forage est égale 0 UFC/ml (0 UFC/mL c’est –à-dire aucune colonne n’a été détecté dans les échantillons d’eaux d’analyse)

- ✓ et pour les eaux épurées et les eaux filtre (**EF0.4, 0.6, 0.8m**) devise a deux partie ; la première partie au (1<sup>er</sup> prélèvement jusqu'à 2) la trace est d'une forme augment, et la deuxième partie au (2<sup>eme</sup> prélèvement jusqu'à 4) est décroissent.

Les interprétations des résultats des courbes représenter par des figures in situ ont concerné à des valeurs des concentrations des bactéries à chaque Prélèvement, est ont remarquons qui :

- Tous les courbes prendre un même forme : signifie que le filtre de sable (h=1m) les efficacités d'élimination dans le filtre à granulométrie grossière sont largement subordonnées par les quantités de solides en suspension dans l'eau à traiter.
- La hauteur de couche de sable au filtre fait un rôle principal d'élimination des bactéries.

### **Généralement :**

-Pour salmonella d'après les tableaux et la courbe en vue l'absence de se germe soit a eau épuré soit à eau filtre n'apport quelle sont profondeur.

-Les coliformes le nombre des colonnes diminué considérablement après chaque étape de filtre par rapport à l'eau épuré qui reste constant

-Et le même pour le streptocoque et des Escherichia coli et les germe aérobi.mais les germe anaérobie en vue la colonne élevée par rapport qui précèdent.

L'analyse bactériologique effectuée sur l'eau épuré présenté une eau de mauvaise qualité bactériologique des différentes germes bactériologiques (Escherichia coli. Coliformes et des streptocoques fécaux...). Considérées, pendant la période du prélèvement,

A montré que L'analyse bactériologique effectuée sur l'eau filtre présenté une eau de bonne qualité bactériologique considérées, pendant la période du prélèvement ont présenté une eau de bonne qualité bactériologique, du fait qu'il y a absence totale de germes bactériologiques (Escherichia coli., coliformes et des streptocoques fécaux) se pour filtre de 1 m. Par conséquent, l'eau filtre des 0.6 m 0.4m 0.8 pour la est une eau de mauvaise qualité bactériologique, du fait qu'elle présente de coliformes totaux, Escherichia coli, donc, cette eau est non réutilisé .

### **VII.3. CONCLUSION :**

D'après les suivis des analyses bactériologiques, Nous constatons une bonne élimination des germes.

Pour une bon élimination des bactéries par ce méthode filtre de sable il faut :

- ✓ Augmenter les durées de fonctionnement des filtres pour avoir des résultats plus approfondis..
- ✓ Plus dès analyses bactériologiques telles que les coliformes, les germes, Escherichia coli.

*Conclusion générale :*

## Conclusion générale

### CONCLUSION GENERALE :

L'enquête effectuée nous a permis de constater qu'il existe réellement des possibilités d'utilisation de l'eau épurée par la **STEP de sidi khouiled**, sans risques, dans le secteur agricole en améliorant par des traitements complémentaires.

La possibilité d'éliminer les éléments pathogènes de la bactérie, en utilisant d'un système de filtration lente sur sable à plusieurs étapes, a été étudiée à l'échelle du laboratoire. Et on montre que cette technologie constitue une solution de traitement efficace de l'eau en milieu rural et dans de petites agglomérations des pays en voie de développement.

Il existe plusieurs méthodes de traiter les eaux usées et de les réutiliser, mais notre méthode est simple, facile et peu coûteuse d'une façon générale, mais les résultats des analyses doivent être constamment examinés et améliorés, car ils peuvent devenir très rentables s'ils sont réutilisés,

Cependant, certaines règles et recommandations doivent être rappelées et strictement respectées, à savoir :

- L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommables crus est interdite sans amélioration du niveau de traitement utilisé dans la station (traitement tertiaire adéquat) ;
- Les analyses requises par la réglementation seront effectuées durant la période d'irrigation et selon des fréquences bien précises.
- L'irrigation par des eaux usées épurées doit être interrompue au moins deux semaines avant la récolte ;
- La consommation des fruits tombant au sol est interdite ; ces fruits tombés doivent être détruits ou transportés à la décharge publique;
- Les risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées épurées peuvent être minimisés en respectant les bonnes pratiques notamment l'utilisation des systèmes d'irrigation appropriés à cette pratique.
- Le personnel travaillant sur les parcelles et aires irriguées aux eaux usées épurées, doit porter en permanence des gants, bottes et habits appropriés pendant tous les travaux du champ, qui permet de réduire le risque de contamination par contact (même en dehors des périodes d'irrigation, le personnel ne doit pas travailler pieds nus).

L'annexe :

## ANNEXES :

### Annexe N°1

#### 1. Milleux Liquides

##### 1.1. Bouillon lactose au pauepre de bromocrésol (BCPL)

###### Double concentration (d/c):

<b>L'extrait de viande de boeuf</b>	2 g
peptoune	14 g
lactose	10 g
Pourpre de nromoerésol	0.06 g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.2	

###### Simple concentration (s/l):

<b>L'extrait de viande de boeuf</b>	1 g
peptoune	7 g
lactose	5 g
Pourpre de nromoerésol	0.03 g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.2	

Autoclavage pendent 15 min a 120°C

##### 1.2.Milleux de Schbert :

<b>tryptone</b>	10 g
peptoune	10 g
Acide glutanique	0.2 g
Pourpre de nromoerésol	0.2 g
Sulfate de magnésium	0.7 g
Sulfate d'ammunium	0.4 g
Chlorure de sodum	2 g
Citrate de soduim	0.5 g
mannito	17.5 g
Eau distillée	1000 ml
PH=7.6	

Autoclavage pendent 15 min a 120°C

### **1.3.Milleux de ROTH (bouillon lactose a l'acide de soduim)**

Double concentration (d/c):

<b>Peptone de caséine</b>	<b>40g</b>
Extrait de viande	3 g
glucose	8 g
Chlorure de soduim	8 g
Phosephatedipotassique	5.4 g
Phosephate mono potassique	5.4 g
Acide de soduim	0.4g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.1	

Double concentration (s/c):

<b>Peptone de caséine</b>	<b>20g</b>
Extrait de viande	1.5 g
glucose	4 g
Chlorure de soduim	4 g
Phosephatedipotassique	2.7 g
Phosephate mono potassique	2.74 g
Acide de soduim	0.2g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.1	

Autoclavage pendent 15 min a 120°C

### **1.4.Milleux d'Eva lisky :(bouillon glucose a l42thyle et viode de soduim)**

<b>tryptone</b>	<b>20g</b>
glucose	5 g
Phosephate mono potassique	2.7g
Phosephatedipotassique	2.7 g
Acide de soduim	0.3 g
Solution d'ethyle violet	5 g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.1	



## 2.Milleux solides

### 2.1.Gélose tryptone Extrait de levure(TGEA)

<b>Extrait de levure</b>	1g
Peptone de caséine	5 g
Extrait de viande	1g
ager	18 g
Eau distillée	1000 ml
PH=6.9+/-0.1	

Autoclavage pendant 15 min a 120°C

### 2.1.Gélose viande foie :

<b>Base viande foie</b>	20g
glucose	0.75 g
amidon	0.75 g
Sulfite de sodum	1.2 g
carbonate de sodum	0.67
Agar-agar	11g
Eau distillée	1000 ml

Dissoudre les constituants répartir en tubes ou en flacon. Autoclavage pendant (15 min a 120°C)



**Figure N°:.....préparation des milieux culture**

**ANNEXE 2 : TABLE DE NPP**

Tables NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F))

**Tableau 1 - Table NPP pour 3 x 1 g (ml), 3 x 0,1 g (ml) et 3 x 0,01 g (ml).**

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					
autres valeurs			non cité dans la table ISO 7218 : 1996 (F)					

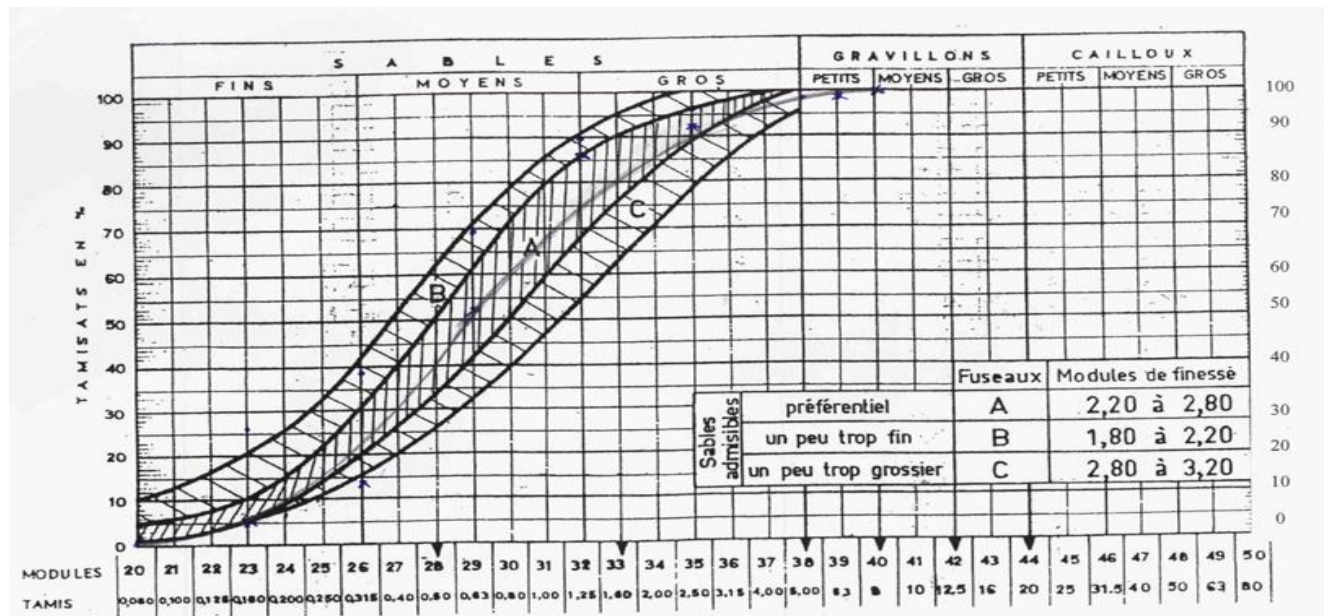
### ANNEXE 3 :

#### L'analyse granulométrique :

L'objectif de l'analyse granulométrique consiste donc à différencier par la taille les éléments minéraux du sol et à quantifier leur répartition pondérale, dans les classes de diamètres prédéfinies. Ces analyses sont effectuées au laboratoire sur des échantillons de sol. Il s'agit de faire passer l'échantillon du sol à travers une série de tamis de diamètres décroissants de haut vers le bas .

L'analyse granulométrique est faite selon les normes F-5-9d.01 On a modifié la série de tamis en remplaçant le tamis de diamètre 0,64 mm par deux tamis, de diamètres 0,8 mm et 0,5 mm respectivement. En outre, afin de mieux représenter la distribution des grains, on a ajouté à la série d'AFNOR deux tamis de diamètre respectivement 0,125 mm et 0,2 mm. Ce qui fait que la série utilisée, est comme suit : 0,063 ; 0,08 ; 0,125 ; 0,16 ; 0,2 ; 0,315 ; 0,5 ; 0,8 ; 1 mm.

Une masse de 1000 g de sable est prise et tamisée à travers la série de tamis indiquée ci-dessus .



**\*\* Courbe granulométrique de sable Hassi Sayah «LTPS » \*\***

A partir des courbes granulométriques, les constatations qui peuvent être illustrées sont :

- \* Les sables analysés sont des mélanges entre le sable fin et le sable grossier.
- \* Le quasi totalité des grains a un diamètre inférieur à 1 mm.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

[1]. "Essai de traitement biologique des eaux usées en utilisant des filtres bicouches Présenté par : Melle : BEZZIOU Assia Melle : MEKKAOUI Rima .UNIVERSITE KASDI MERBAH Ouargla Année Universitaire : 2012 /2013.page 15 .16.17.18

[2] Etude et Valorisation des Eaux Usées épurées en irrigation (cas des périmètres agricoles de la Mitidja) ENSH Blida...

[3] Revue des sciences de l'eau Journal of Water Science

Traitement des eaux de consommation par filtration lente sur sable à

plusieurs étapes Drinking water treatment by multistage slow sand filtrations

Pascal Disa-Disa, Marc Culot, Joseph Lobo, Ignace Kalala, Christophe Kawita,

Gracien Ekoko et Crispin Mulaji Volume 27, numéro 3, 2014

[4] « Traitement des eaux de consommation par filtration lente sur sable à plusieurs étapes. Revue des sciences de l'eau, 27, (3), 259–268. <https://doi.org/10.7202/1027809ar> »

[5] « Exploitation des stations de traitements d'eaux usées » (MANUEL D'EXPLOITATION) (version provisoire). STEP sidi khouiled .revision0. JUILLET 2006. EUSEBIOS

[6] Ramade F. (2000)., Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.

[7] Rodier J. (1984)., Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed. Dunod Bordas. Paris, 7ème ed, 1365p.

[8] Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005)., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Ed. Dunod, Paris. 8ème édition, 1383p.

[9] Desjardins R. (1997)., Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 303p.

La surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168P. RAMADE F. (2000)- Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p. REJSEK F. (2002)- Analyse des eaux; aspect réglementaire et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, 144p. RICHARD C. (1996)- Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Ed. Scientifiques et médicale Elsevier. Paris. RODIER ETAL., (1996)- L'analyse de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8ème

édition, DUNOD. 557-570p et 968-1079p. RODIER J, BAZIN C, BROUTIN J. P,  
CHAMBON P, CHAMPSAUR H ET ROLIL. (2005)-L'analyse de l'eau. Eaux naturelles,  
eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>ème</sup> Edit. Dunod, Paris. 1383p. ROUVILLOIS-  
BRIGOL. (1975)-Les pays d'Ouargla (sahara Algérien). Ed département géographique. Paris,  
Sorbonne, 310p. SANTIAGO, J. F; M. DEL C. NOVOA; A. CANO; A.  
CERVANTES. (1997)-Tratamiento de Residuales porcinos y domesticos mediante el cultivo de  
Lemna. Voluntas Hidraulica (87):54-60p. SCHMIDT G., (1981)-L'utilisation des eaux usées  
organiques en pisciculture. P31-33.