

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

*Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj*

*Faculté des Sciences et de la technologie  
Département Génie de l'environnement*

# *Mémoire*

*Présenté pour obtenir*

**LE DIPLOME DE MASTER**

**FILIERE : Génie des procédés**

**Spécialité : Gestion des changements environnementaux en méditerranée**

Par

➤ **SERSOUB ROMAÏSSA**

*Intitulé*

*Les contraintes du mauvais fonctionnement de la rentabilité des lagunages  
naturelles*

*Soutenu le : 19/09/2022*

*Devant le Jury composé de :*

<i>Nom &amp; Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M.R. MEZOUAK</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M.R. AECHE</i>	<i>MCB</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. N. MAGHRAOUI</i>	<i>MAA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

*Année Universitaire 2021/2022*

---





Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mes encadreurs Monsieur MESSIS ABDELAZIZ et Madame FRAHTIA AMEL. Mes remerciements s'étendent également à tous mes enseignants durant les années des études.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions/questions/remarques.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble du personnel de toutes les administrations que j'ai sillonné dans le cadre de la collecte des données pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portaient à ma recherche.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention d'un grand nombre de personnes : Mr. SAID BOUSSOIR, BOUKHALF SAMIR,

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, mes sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétence la réalisation de ce mémoire.



Je dédie ce mémoire de fin d'étude

A mes chers parents, Ma très chère mère qui m'a Houria toujours apportée son amour et son affection, mon chère père Lakhmissi qui m'a toujours encouragée, Et mon mari Zaki, qui m'a donné la force et l'envie de continuer mes études.

De même, mon fils Abed Al Rahman.

A mes chères sœurs Sabrina, Loubna pour leurs encouragements permanents, et leur Soutien moral.

A mes chers frères, Adel, Saadan, Nasr el Din.

A mes amies : Manel, Rahil, hafsa

# Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

## **Chapitre I : généralités sur pollution de l'eau et les eaux usées**

I. Pollution de l'eau .....	3
I.1 Définition des pollutions des eau.....	3
I.1.1 Type de pollution .....	3
➤ Pollution physique.....	3
➤ Pollution chimique .....	4
➤ Pollution biologique .....	5
II. Les eaux usées .....	6
II.1 définition des eaux usées .....	6
II.2 L'origine des eaux usées.....	6
II.2.1 Les eaux usées domestiques .....	7
II.2.2 Les eaux usées pluviales.....	7
II.2.3 Les eaux usées industrielles .....	7
II.3 Les caractéristiques des eaux usées .....	7
II.3.1 Les paramètres physique-chimique de la qualité de l'eau .....	7
II.3.1.1 Température .....	7
II.3.1.2 Turbidité .....	8
II.3.1.3 Les matières en suspension.....	8
II.3.1.4 Potentiel d'hydrogène (PH) .....	8
II.3.1.5 demande chimique en oxygène (DCO).....	8
II.3.1.6 La demande biologique en oxygène (DBO5) .....	8
II.3.1.7 La conductivité électrique (CE) .....	9
II.3.1.8 Les nitrates .....	9
II.3.1.9 Les nitrites .....	9
II.3.1.10 Chlorure .....	9
II.3.2 Les paramètres bactériologiques .....	10
II.3.2.1 Les indicateurs microbiens .....	10
➤ Les coliformes totaux (CT) .....	10
➤ Les coliformes fécaux (CF) .....	10
II.3.3 Les paramètres organoleptiques .....	11
II.3.3.1 Couleur .....	11

II.3.3.2 Odeur .....	11
----------------------	----

## **Chapitre II : procédé d'épuration des eaux usées**

II.1 Procédé d'épuration des eaux usées par boue active .....	12
II.1.1 La station d'épuration des eaux usées .....	12
II.1.2 d'épuration des eaux usées .....	12
II.1.2.1 Les étapes d'épuration des eaux usées .....	13
II.1.2.1.1 Traitement des eaux .....	13
II.1.2.1.1.1 Le prétraitement (physique) .....	13
➤ Dégrillage .....	13
➤ Dessablage .....	13
➤ Déshuilage-Dégraissage.....	13
II.1.2.1.1.2 Traitement primaires (physique).....	14
➤ La décantation .....	14
II.1.2.1.1.3 Traitement secondaires (biologique).....	14
➤ Les cultures libres (boues activées) .....	15
➤ Les cultures fixes (lits bactériens) .....	15
➤ Les lagunes naturelles .....	16
A. Aérobic .....	16
B. Anaérobic .....	16
II.1.2.1.1.4 Traitement tertiaire .....	16
II.1.2.1.1.5 Traitement des boues.....	16
II.2 Procédé d'épuration par lagunage naturelle .....	17
II.2.1 Définition .....	17
II.2.2 Principe de fonctionnement .....	17
II.2.3 Les organismes vivants et leur rôle dans le traitement des eaux usées .....	18
II.2.3.1 Les bactéries .....	18
II.2.3.2 Les algues .....	18
II.2.3.3 Le zooplancton .....	19
➤ Les copépodes .....	19
➤ Les cladocères .....	19
II.2.4 Les étape de procédé .....	20
II.2.4.1 Bassins anaérobies .....	20
II.2.4.2 Bassins facultatifs .....	20
II.2.4.3 Bassin de maturation .....	20
II.2.5 Les types du procédé .....	21
II.2.5.1 Le lagunage naturel .....	21

II.2.5.2 Le lagunage aéré .....	21
II.2.6 Avantage et inconvénients du lagunage.....	22

### **Chapitre III : présentation des zones d'étude et matériel et méthodes**

III.1 Présentation du site d'étude : STEP Bir Aissa .....	24
III.1.1 introduction .....	24
III.1.2 La situation géographique de STEB Bir Aissa .....	24
III.1.3 Objectif de traitement .....	24
III.1.4 Les caractéristiques techniques des ouvrages de la station .....	24
III.1.5 Description nombre de bassin, profondeur, surface .....	25
III.2 Les matériels et les méthodes .....	25
III.2.1 Introduction.....	25
III.2.2 Le principe de la manipulation .....	25
III.2.3 Prélèvement des échantillons d'eaux .....	25
III.2.4 les analyses physico-chimiques de l'eau usée .....	26
III.2.4.1 Matériel et appareillages d'analyse .....	26
III.2.4.2 Analyse et dosage au laboratoire .....	27
III.2.4.2.1 Mesure électrométrique de Ph .....	27
➤ Principe .....	27
III.2.4.2.2 Mesure de la conductimètre électrique (CE) .....	27
➤ Principe .....	27
III.2.4.2.3 Détermination des matières en suspensions (MES) .....	27
➤ Principe .....	27
III.2.4.2.4 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).....	27
➤ Principe .....	27
III.2.4.2.5 Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO5) .....	27
➤ Principe .....	27
III.2.4.2.6 déterminations de chlorure .....	28
➤ Principe .....	28
III.2.4.2.6 Détermination de la turbidité .....	28
➤ Principe .....	28
III.2.4.2.7 Dosage de l'alcalinité (HCO <sub>3</sub> ) .....	28
➤ Principe .....	28
III.2.4.2.7 Dosage des nitrates .....	28
➤ Principe .....	28
III.2.4.2.8 Dosage des nitrites .....	28

➤ Principe .....	28
III.2.4.2.9 Dosage des ortho phosphates .....	28
➤ Principe .....	28
III.2.5 Les analyse bactériologiques de l'eau usée .....	29
III.2.5.1 Préparation des milieux de culture .....	29
III.2.5.2 Recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux .....	29
- Les coliformes totaux .....	29
- Les coliformes fécaux .....	29
III.2.5.3 Recherche des bactéries flore mésophile aérobie totale (FTAM).....	29
III.2.5.4 Recherche des spores d'anaérobies sulfito-réducteur (ASR) .....	30
Conclusion .....	30

## **Chapitre IV : Résultats et Discussion**

Introduction .....	31
IV.1 Analyse physico-chimique .....	31
IV.1.1 Potentiel hydrique (PH).....	31
IV.1.2 température de l'eau.....	32
IV.1.3 la conductivité électrique (CE) .....	32
IV.1.4 Demande chimique en oxygène (DCO).....	33
IV.1.5 Demande biologique en oxygène (DBO5) .....	34
IV.1.6 Turbidité .....	35
IV.1.7 Matière en suspension (MES) .....	36
IV.1.8 Chlorure .....	37
IV.1.9 L'alcalinité .....	38
IV.1.10 Nitrate .....	38
IV.1.11 Nitrite.....	39
IV.1.12 Ortho phosphate .....	40
IV.2 Analyse bactériologique .....	41
IV.2.1 Résultat des coliforme tautaux et fécaux .....	41
IV.2.2 Résultat des FTAM .....	43
IV.2.2 Résultat de viande foie .....	45
Conclusion .....	46



## *Liste des tableaux*

### **Chapitre I : Généralités sur la pollution de l'eau et les eaux usées**

**Tableau (I.1) :** Principaux types de pollution d'eau leur natures et leur cause...4

### **Chapitre II : Procédé d'épuration des eaux usées et lagunage naturel**

**Tableau (II .1) :** Exemple de prétraitement exigé avant d'appliqué les procédés biologique .15

**Tableau (II .1) :** Avantages et inconvénients du lagunage ..... 22

### **Chapitre III : Présentation des zones d'étude et matériel & méthodes**

**Tableau (III.1) :** L'objectif d'épuration .....24

**Tableau (III.1) :** Les caractéristiques de conception .....24

**Tableau (III.1) :** Types d'appareillages d'analyse .....26

### **Chapitre IV : Résultat et discussion**

**Tableau (IV.1) :** Variation PH STEP BIR AISSA.....31

**Tableau (IV.2) :** Variation T°STEP BIR AISSA... .....32

**Tableau (IV.3) :** Variation de la conductivité STEP BIR AISSA.....32

**Tableau (IV.4) :** Variation DCO STEB BIR AISSA .....33

**Tableau (IV.5) :** Variation DBO5 STEB BIR AISSA.....34

**Tableau (IV.6) :** Variation turbidité STEB BIR AISSA.....35

**Tableau (IV.7) :** Variation de MES STEP BIR AISSA.....36

**Tableau (IV.8) :** Variation de chlorure STEP BIR AISSA .....37

**Tableau (IV.9) :** Variation l'alcalinité STEP BIR AISSA .....38

**Tableau (IV.10) :** Variation nitrate STEP BIR AISSA.....39

**Tableau (IV.11) :** Variation nitrite STEP BIR AISSA.....39

**Tableau (IV.12) :** Variation l'ortho phosphate STEP BIR AISSA.....40

**Tableau (IV.13) :** Résultat de dénombrement des coliformes totaux 37°C .....41

**Tableau (IV.14) :** Résultat de dénombrement des coliformes fécaux 44°C.....41

**Tableau (IV.16) :** Résultat de dénombrement des FTAM 22°C.....42

**Tableau (IV.17) :** Résultat de dénombrement des FTAM 37°C.....42

## *liste des figures*

### **Chapitre II : procédé d'épuration des eau usées et lagunage naturel**

<b>Figure (II.1) : Station d'épuration .....</b>	<b>12</b>
<b>Figure (II.2) : Dégrillage.....</b>	<b>13</b>
<b>Figure (II.3) : Dessableur .....</b>	<b>13</b>
<b>Figure (II.4) : Déshuileur-dégraisseur .....</b>	<b>14</b>
<b>Figure (II.5) : Décanteur primaire .....</b>	<b>14</b>
<b>Figure (II.6) : Algues vertes.....</b>	<b>19</b>
<b>Figure (II.7) : Algues brunes .....</b>	<b>19</b>
<b>Figure (II.8) : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel .....</b>	<b>21</b>
<b>Figure (II.9) : Le lagunage aéré .....</b>	<b>22</b>

### **Chapitre III : Présentation des zones d'étude et matériel & méthodes**

<b>Figure (III.1) : Prélèvement a l'entrée .....</b>	<b>26</b>
<b>Figure (III.2) : Prélèvement à la sortie .....</b>	<b>26</b>

### **Chapitre IV : Résultat et discussion**

<b>Figure (IV.1) : Variation PH STEP BIR AISSA.....</b>	<b>31</b>
<b>Figure (IV.2) : Variation T°STEP BIR AISSA.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure (IV.3) : Variation de la conductivité STEP BIR AISSA.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure (IV.4) : Variation DCO STEB BIR AISSA.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure (IV.5) : Variation DBO5 STEB BIR AISSA.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure (IV.6) : Variation turbidité STEB BIR AISSA.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure (IV.7) : Variation de MES STEP BIR AISSA .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure (IV.8) : Variation de chlorure STEP BIR AISSA .....</b>	<b>37</b>
<b>Figure (IV.9) : Variation l'alcalinité STEP BIR AISSA .....</b>	<b>38</b>
<b>Figure (IV.10) : Variation nitrate STEP BIR AISSA.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure (IV.11) : Variation nitrite STEP BIR AISSA.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure (IV.12) : Variation l'ortho phosphate STEP BIR AISSA.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure (IV.13) : coliforme tautaux 37°C.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure (IV.14) : coliforme fécaux 44°C .....</b>	<b>42</b>
<b>Figure (IV.15) : FTAM 22°C et 37°C.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure (IV.16) : Viande foie l'entré .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure (IV.16) : Viande foie a la sortie.....</b>	<b>45</b>



## *Listes des abréviations*

**°C** : Degrés Celsius

**C.E** : Conductivité électrique

**Coli-T** : Coliforme totaux

**Coli-F** : coliformes fécaux

**DBO<sub>5</sub>** : demande biologique en oxygène

**DCO** : demande chimique en oxygène

**MES** : Matière en suspension

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**STEP** : station d'épuration.

**T** : Température

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Ortho Phosphate

**Cl** : Chlorure

**VD** : Viande de foie

# CHAPITRE I :

## *Généralités sur la pollution de l'eau et les eaux usées*

---

## Introduction

La croissance démographique, économiques et urbains sont à l'origine des différentes formes de pollution environnementale (pollution atmosphérique, pollution des eaux de surfaces et profondes, pollution du sol...), et ce, en particulier dans les pays en voie développement qui sont moins préoccupés et moins sensibilisés par les risques sanitaires concomitants. Parmi ces sources de pollution la production d'eaux usées souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable génèrent ainsi de nombreuses maladies hydriques et une propagation des épidémies [1].

Aujourd'hui l'assainissement des eaux usées est devenu impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Les ressources en eau ne sont pas inépuisables. Leur dégradation, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entraîner des risques de pénurie. [2]

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les micro-organismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritive [3].

Dans la plupart des cas l'épuration des eaux usées passe par la mise en place des systèmes d'assainissement de type conventionnel (boues activées, bio-disques, lits bactériens, digesteurs etc.). Malheureusement, leur installation et leur fonctionnement exigent une main d'oeuvre qualifiée. De plus, une fois installés, ces systèmes subissent des pannes régulières, ce qui les rend difficilement exploitables, surtout dans le contexte socio-économique. C'est pourquoi l'utilisation du lagunage. Se présente de nos jours comme une alternative intéressante aux systèmes conventionnels, et constitue une solution d'épuration moins coûteuse en énergie et facilement intégrable dans le paysage [4].

C'est dans cet objectif que s'inscrit notre travail il consiste à sur l'étude de la performance

du dispositif de traitement des eaux usées par Lagunage Naturel de Bir Aissa Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Ainsi on donne d'abord un aperçu sur les différents systèmes de lagunage afin de faire une comparaison entre eux. En appuyant sur l'état de l'art du lagunage, et on fournit les éléments de choix de cette filière de traitement et de son adéquation aux contraintes locales.

Notre travail se présente en deux parties :

La première partie s'articule autour de deux chapitres ;

- Le chapitre (1) concerne généralités sur la pollution et les caractéristiques de la pollution des eaux usées.
- Le chapitre (2) on définira les procédés d'épuration des eaux usées et les procédés par lagunage naturelle.

La deuxième partie s'articule autour de deux chapitres ;

- Le chapitre (3) on fera une description de la zone de Bir Aissa et les matériel et méthodes.
- Le chapitre (4) sera consacré aux résultats et discussion des analyses physique-chimique et microbiologique.

Enfin dans la conclusion nous exposons les causes de dysfonctionnement et nous donnerons des recommandations pour améliorer les performances d'épuration des eaux usées dans cette zone à caractère spécifiques

## I. Pollution de l'eau

### I.1 Définition des pollutions des eaux

L'eau est la deuxième en importance après l'air pour la vie humaine sur Terre. Notre eau est composée d'eau de surface telle que les rivières, les lacs, les mers et d'eau souterraine.

La pollution de l'eau décrit généralement l'introduction ou la présence des substances nocives ou inacceptables dans l'ampleur suffisante pour modifier les indices de qualité de l'eau naturelle. La pollution de l'eau douce (par exemple par le biais de l'eutrophisation, l'acidification, et la pollution des eaux souterraines) est celle qui diminue sa pureté [5].

#### I.1.1 Type de pollution

##### ➤ Pollution physique :

Elle résulte de différents éléments solides entraînés par les rejets domestiques et industriels.

On distingue :

- La pollution mécanique (effluents industriels solides, décharges de déchets à ciel ouvert)
- La pollution thermique (réchauffement de l'eau causée généralement par les eaux des circuits de refroidissement des usines ce qui conduit à la prolifération des microorganismes et au développement des algues suite à l'élévation de la température qui diminue la solubilité de l'oxygène et perturbe l'équilibre écologique du milieu aquatique naturel et la survie des organismes vivants.
- La pollution nucléaire (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). Ce genre de pollution provoque des grandes perturbations dans la faune et la flore aquatiques (différentes modifications de l'ADN), c'est pourquoi tous les rejets doivent être interdits, sinon sévèrement réglementés et contrôlés

##### ➤ Pollution chimique :

Les polluants chimiques des eaux sont regroupés en deux catégories :

- Organiques (les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényle (PCB), pesticides, détergents et phénols) ;
- Minérales : (cyanure, azote et phosphore, (métaux lourds (Zn, Pb, Cd...)) Ces substances présentes habituellement dans les eaux à l'état de traces, sont souvent capable de



s'accumuler dans les tissus végétaux et animaux et de se concentrer au niveau des différentes chaînes trophiques atteignant ainsi des concentrations dangereuses en fin de chaîne (animaux supérieurs et l'Homme) [6].

### ➤ Pollution biologique

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Elle provient de plusieurs sources comme les rejets des hôpitaux, l'agriculture ainsi que les rejets d'eaux usées domestiques et certaines industries agroalimentaires (Benkaddour, 2018). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...) [7].

**Tableau I.1** : principaux types de pollution des eaux leurs natures et leurs causes [8].

Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
Physique Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales électriques
Pollution radioactive	Radioisotope, élément radio actifs	Industrie nucléaire
Pollution chimique	Nitrates-phosphates	Agriculture et lessives
Pollution par les enais		
Pollution par les éléments toxiques	Cadmium mercure plomb, Aluminium arsenic	Industries, agriculture Combustion, (pluies acides)
Pollution par les pesticides	Insecticides, herbicides, Fongicides ...	Agriculture (industrie, transport)
Pollution par détersifs	Agents tensioactifs	Effluents domestiques
Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brute et ces dérivés (carburant et autres produits raffinés	

Pollution par les organochlorés	Insecticides, solvants Chlores	Industries pétrolières, transport chaufferies industrielles  Industrie, agriculture
Matières organiques fermentescibles	Glucides, lipides, protides, acides nucléiques	Effluents agricoles, industrielles

## II. Les eaux usées

### II.1 Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées en matières minérales ou organiques, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certains peuvent avoir un caractère toxique. L'eau usée est l'eau qui a été utilisée et qui doit être traitée avant d'être réintroduite vers d'autres sources d'eaux pour qu'elles ne causent pas la pollution de ces autres sources. Les eaux usées proviennent de plusieurs sources. Tout ce que vous évacuez en tirant la chasse d'eau et lorsque vous utilisez vos éviers est considérés comme une eau usée.

Les eaux usées, qui sont un mélange de plusieurs types d'eaux et pour éviter la pollution, sont acheminées par un réseau d'assainissement vers une station d'épuration pour y être traitées et si possible réutilisées [9].

### II.2 L'origine des eaux usées

En dehors de pollutions diffuses (en particulier agricoles), quatre types de pollution sont généralement définies contre lesquels des moyens de lutte doivent être mis en œuvre :

- La pollution traditionnelle des eaux usées domestiques
- La pollution apportée par les eaux pluviales
- La pollution des industries implantées dans la commune

## II.2.1 Les eaux usées domestiques

Constituant généralement l'essentiel de la pollution, elles se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes,
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

## II.2.2 Les eaux usées pluviales

Les eaux de ruissellement peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie :

- Lessivage des sols, des surfaces imperméabilisées,
- Remise en suspension des dépôts des collecteurs,

Les eaux pluviales sont de même nature que les eaux domestiques et peuvent contenir en plus, des métaux lourds et des toxiques : plomb, zinc, hydrocarbures

## II.2.3 Les eaux usées industrielles

Les caractéristiques des eaux usées d'origine industrielle sont bien évidemment directement liées aux types d'industries implantées sur la commune. La pollution de ces eaux peut être organique, minérale, toxique [10].

## II.3. Les caractéristiques des eaux usées

### II.3.1 Les paramètres physiques-chimique de la qualité de l'eau

#### II.3.1.1 Température :

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier  $O_2$ ) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [11].

#### II.3.1.2 La turbidité :

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme

colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau [12].

### **II.3.1.3 Les matières en suspension (MES) :**

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques [13].

### **II.3.1.4 Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Sa valeur détermine un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur de p3.2.3H basse ou élevée altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) [14].

### **II.3.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies [15]. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O<sub>2</sub>/l [16].

- ✓ DCO = 1.5 à 2 fois DBO pour les eaux usées urbaines ;
- ✓ DCO = 1 à 10 fois DBO pour l'ensemble des eaux résiduaire ;
- ✓ DCO > 2.5 fois DBO pour les eaux usées industrielles [17].

La relation empirique de la matière oxydable en fonction de la DBO5 et la DCO est donnée par l'équation suivante :  $MO = (2 DBO5 + DCO) / 3$

### **II.3.1.6 La demande biologique en oxygène (DBO5) :**

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5 [17].

### **II. 3.1.7 La conductivité électrique (CE) :**

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en  $\mu\text{Sm/cm}$  et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en  $\text{ohm/cm}$ . La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [18]

### **II.3.1.8 Les nitrates ( $\text{N-NO}_3^-$ )**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates. Les nitrates ne sont pas toxiques mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates [19].

### **II.3.1.9 Les nitrites**

Les ions nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et les ions nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites. Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène est la nitratisation. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates appelée dénitrification. Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [19].

### **II.3.1.10 chlorure**

Le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) est l'un des principaux anions inorganiques de l'eau salée et douce, généralement présente sous forme de sels de sodium ( $\text{Na Cl}$ ) et de potassium ( $\text{KCl}$ ). Il provient de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains gypseux, marneux ou argileux ou bien par les activités humaines (rejets des eaux usées domestique et industrielles), le chlorure est utilisé comme un indicateur de pollution. Il a une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux [20].

## II.3.2 Les paramètres bactériologiques :

Les micro-organismes qui se trouvent dans l'eau usée sont à l'origine du traitement biologique. Ils comprennent, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes. Parmi les éléments pathogènes les plus rencontrés, on cite : [21]

### II.3.2.1 Les indicateurs microbiens

On présente les germes indicateurs principaux, à savoir, les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux :

#### A. Les coliformes totaux (CT)

Ces coliformes sont des bâtonnets, anaérobie facultatif, gram (-) non sporulant [22]. Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37°C [23]. Ils regroupent les germes *Echrichia*, *Citrbacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* [22], [23] [24].

#### B. Les coliformes fécaux (CF)

Ce sont des bâtonnets gram (-), aérobies et facultativement anaérobies, non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Escherichia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freudii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.) [21],[22], [23].

## II.3.3 Les paramètres organoleptiques :

### II.3.3.1 Couleur :

La couleur des eaux résiduaires est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes [25].

### **II.3.3.2 Odeur :**

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [25].

**CHAPITRE II :**  
*Procédé d'épuration*  
*Des eaux usées*

---



## II.1 Procédé d'épuration les eaux usées par boue active

### II.1.1 La station d'épuration des eaux usées

C'est une installation destinée à épurer les eaux usées domestiques ou industrielles et les eaux pluviales avant le rejet dans le milieu naturel. Le but du traitement est de séparer l'eau des substances indésirables pour le milieu récepteur.

Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte. Elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques. Le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques. La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux à traiter.

Une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux. La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues [26]

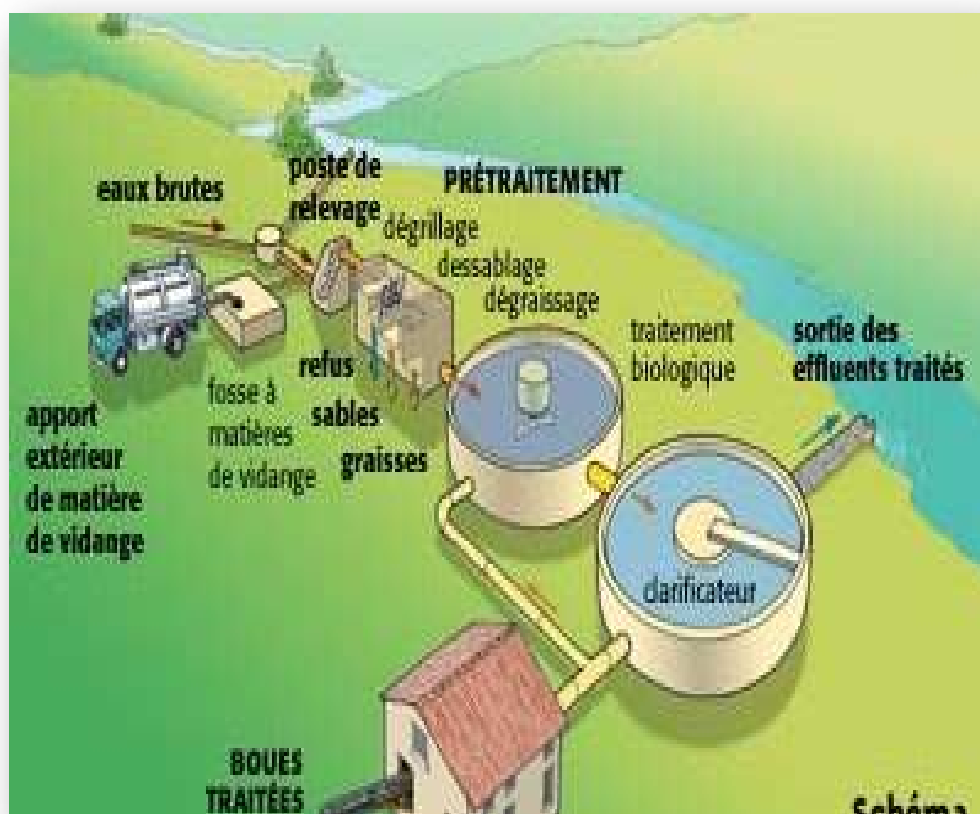


Figure II.1 : Station d'épuration

## II.1.2 L'épuration des eaux usées

### II.1.2.1 Les étapes d'épuration des eaux usées

#### II.1.2.1.1 Traitement des eaux

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers [27].

Il comporte quatre parties principales :

##### II.1.2.1.1.1 Le prétraitement (physique) :

###### ✓ Dégrillage :

Le dégrillage permet de séparer les déchets grossiers (corps flottants et gros déchets) des eaux usées qui arrivent à la station. Les dégrilleurs sont généralement installés en amont des ouvrages de traitement.

Le classement des dégrilleurs peut s'effectuer selon leur système d'évacuation des déchets ;

- Les grilles manuelles qui doivent être nettoyées à la main très régulièrement
- Les grilles mécaniques qui sont équipées d'appareils assurant leur nettoyage automatique.

L'installation de dégrillage se compose : d'un canal, de la grille, du dégrilleur et d'une benne pour les déchets.

Différents types de dégrillage sont définis selon l'espace des barreaux :

- Pré dégrillage pour écartement 30 à 100mm
- Dégrillage moyen pour écartement 10 à 30 mm
- Dégrillage fin pour écartement <10 mm [28].



**Figure II.2 : Dégrillage**

✓ **Dessablage :**

Le dessablage consiste à retirer de l'effluent les sables et les particules minérales plus ou moins fines, afin de protéger les conduites et pompes contre la corrosion et éviter même le colmatage des canalisations par les dépôts au cours du traitement. La technique classique du dessableur consiste à faire circuler l'eau dans une chambre de tranquillisation avec une vitesse d'environ de 0,3 m/s qui permet le dépôt d'une grande partie des sables [29].



**Figure II.3 : Schéma d'un dessableur**

✓ **Déshuilage-Dégraissage : 2**

C'est un procédé destiné à éliminer les graisses et les huiles dans les eaux résiduaires. Les huiles et les graisses présentent plusieurs inconvénients pour le traitement tel que :

- Envahissement des décanteurs
- Mauvaise diffusion de l'oxygène dans les décanteurs

- Risque de bouchage des canalisations et des pompes
- Diminution du rendement du traitement suivant [29].



**Figure II.4 :** Schéma d'un déshuileur-dégraisseur

#### **II.1.2.1.1.2 Traitement primaires (physique) :**

##### **✓ La décantation**

L'élimination des matières en suspension présentes dans le milieu liquide est réalisée par sédimentation, en utilisant uniquement les forces de gravité [30].



**Figure II.5 :** décanteur primaire

#### **I.1.2.1.1.3 Traitement secondaires (biologique) :**

Le traitement biologique repose sur l'activité des bactéries dans l'eau, qui dégradent la matière organique. Ces techniques peuvent être anaérobies en absence d'oxygène, Ou aérobie nécessitant un apport en oxygène [31].

### ✓ Les cultures libres (boues activées)

A raison de plusieurs grammes par litre, les micro-organismes évoluent dans une solution maintenue en agitation et alimentée en oxygène par un brassage ou insufflation. L'eau usée est amenée en continu et le temps de séjour dans le réacteur biologique varie de quelques heures à quelques jours [32].

### ✓ Les cultures fixes (lits bactériens et disques biologiques)

Leur principe de fonctionnement, quelques fois appelé filtre bactérien ou filtre percolateur, qui consiste à faire ruisseler l'eau à traiter, préalablement décantée, sur une masse de matériau de grande surface spécifique servant de support aux microorganismes épurateurs, qui y forment un feutrage ou un film plus ou moins épais, sous lequel une couche anaérobie peut se développer sous la couche aérobie si son épaisseur est importante [33].

**Tableau II.1** : exemple de prétraitement exigé avant d'appliquer les procédés biologiques [34].

Polluant	Traitement
✓ Matières en suspensions	✓ Décantation et flottation
✓ Alcalinité et acidité	✓ Neutralisation
✓ Traces d'hydrocarbures	✓ Séparation / déshuilage
✓ Métaux	✓ Physico-chimique
✓ Molécules toxiques	✓ Coagulation et floculation
✓ Effluent riche en matière organique	✓ Oxydation
✓ Sulfure	✓ Précipitation

### ✓ **Les lagunes naturelles**

Dans ce type de lagunes, l'épuration se fait d'une façon naturelle par le biais de grands bassins dont l'eau se déplace d'un bassin à l'autre.

Il peut être :

**1/ Aérobie** : est fourni par des algues grâce au phénomène de photosynthèse. La profondeur du bassin doit être faible dans le but d'assurer une pénétration intense de la lumière et d'éviter le lancement du phénomène anaérobie.

**2/ Anaérobie** : Ces bassins sont caractérisés par un développement important d'algues, sous forme de masse flottantes et un dégagement de gaz. Ce type de lagune est conçu pour les eaux usées industrielles [35].

#### **II.1.2.1.1.4 Traitement tertiaire (la désinfection) :**

L'eau épurée c'est une étape complémentaire pour d'améliorer le traitement secondaire qui permet de réduire un certain nombre des bactéries. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement. On ajoute des traitements de désinfection aux traitements de base lorsque les eaux usées épurées doivent être rejetées dans des écosystèmes fragiles.

Il existe plusieurs moyens pour désinfecter les eaux usées, mais, en pratique. Les seuls couramment utilisés aujourd'hui sont la chloration, l'ozonation, le rayonnement ultraviolet et le lagunage [35].

#### **II.1.2.1.1.5 Traitement des boues**

Tout procédé d'épuration conduit à un « concentré de pollution » que l'on retrouve dans ce qui est communément appelé les boues.

Au niveau de la station d'épuration, ces boues, après épaissement, sont déshydratées sur différents types d'appareils :

- Filtre-pressé ; filtres à bandes presseuses tels que le
- Super presse ; centrifugeuses ; vis presseuses.
- Le traitement d'eau doit également s'intéresser au devenir de ces boues déshydratées.
- Actuellement, la mise-en décharge est la destination la plus répandue (70 %) mais c'est

une destination coûteuse et de plus en plus difficile à pérenniser. Il y a d'autres destinations comme l'incinération (5 %), la valorisation agricole (25 %) qui nécessite un suivi du sol et des nappes phréatiques et le recyclage comme matériau de remblai [36].

On peut limiter la production des boues en :

- Réduisant les pertes en ateliers et usines limitant autant que possible l'emploi des
- réactifs utilisation de préférence lorsqu'ils sont adaptés, les procédés biologiques
- conduisant à une faible production des boues [37].

## **II.2 Traitement les eaux usées par Lagunage naturel**

### **II.2.1 Définition :**

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières [38].

### **II.2.2 Principe de fonctionnement :**

Le lagunage se présente comme une succession de bassins (minimum 2 et généralement 3) peu profonds (le plus souvent rectangulaires) dits lagunes. La surface et la profondeur de ces lagunes influencent le type de traitement (aérobie ou anaérobie) et confèrent un rôle particulier à chacune d'entre-elles. L'épuration par lagunage consiste à faire passer des effluents d'eau usée par écoulement gravitaire de lagune en lagune où la pollution est dégradée par [39].

- ✓ L'activité bactérienne ;
- ✓ L'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales ;
- ✓ Le pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues.

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution, est assuré par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique :



- ✓ Les microphytes ou algues microscopiques ; ce sont essentiellement des algues vertes ou bleues difficilement séparables ;
- ✓ Les macrophytes ou végétaux macroscopiques, qui comprennent des formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux). Les jacinthes d'eau peuvent s'enraciner ou non. Les végétaux supérieurs jouent un rôle de support et doivent normalement permettre d'augmenter la quantité de bactéries et d'algues épuratrices [40].

Les macrophytes sont consommés par le zooplancton, et les macrophytes filtrent l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparaît dans plusieurs bassins en séries, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires.

Le processus épuratoire qui s'établit dans une lagune est particulièrement intéressant, car c'est un phénomène vivant, un cycle naturel qui se déroule continue

### **II.2.3 Les organismes vivants et leur rôle dans le traitement des eaux usées**

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

#### **II.2.3.1 Les bactéries**

Ce sont des micro-organismes qui peuvent dégrader et assimiler une grande partie de la matière organique contenue dans les eaux usées. Ces bactéries rejettent dans le milieu des produits de dégradation qui sont les matières minérales solubles et les gaz dissous. En fonction de l'équilibre du milieu et en particulier des taux d'azote et de phosphore, les bactéries les mieux adaptées se développent rapidement et dominent les autres espèces. On constate une régulation naturelle du taux bactérien en fonction de la matière organique présente dans le milieu et des autres conditions de développement (température, ensoleillement, pH, oxygène dissous [41])

#### **II.2.3.2 Les algues**

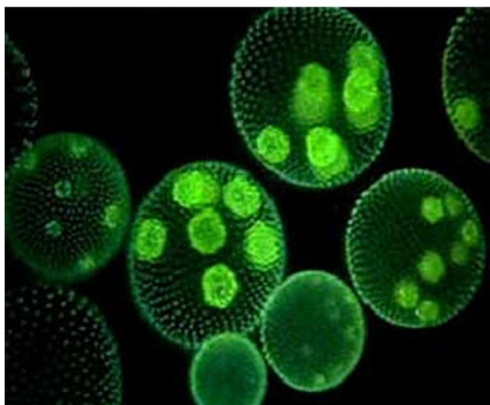
Ce sont des plantes microscopiques planctoniques. Elles sont représentées dans les lagunes principalement par les espèces suivantes :

- ✓ Algues bleues (cyanophycées) proches des bactéries,
- ✓ Algues vertes (chlorophycées),
- ✓ Algues brunes (chrysophycées),
- ✓ Eugléniens.

Dans le cas d'un bon fonctionnement, les bassins de lagunage (surtout ceux en fin de filière) ont



une couleur verte plus ou moins prononcée. La chlorophylle contenue dans les micro-algues leur permet d'utiliser la lumière du soleil comme source d'énergie : c'est la base du processus de la photosynthèse. Les algues se développent à la lumière en prélevant dans l'eau du gaz carbonique et des sels minéraux et en y rejetant de l'oxygène. Les algues sont ainsi les principaux producteurs d'oxygène des lagunes. Cette production s'effectue essentiellement dans la couche d'eau superficielle (jusqu'à 40-50 cm).



**Figure II.6 :** Algues vertes



**Figure II.7 :** Algues brunes

### II.2.3.3 Le zooplancton

La faune a une importance essentielle dans le fonctionnement des lagunes et de nombreux organismes participent activement à l'épuration du milieu (prédation, filtration)

On trouve :

- ✓ **Les protozoaires**, qui sont des organismes unicellulaires prédateurs des bactéries. Ils constituent le seul zooplancton hivernal réellement abondant dans les derniers bassins de lagunage.
- ✓ **Les rotifères**, sont des vermiéens microscopiques, ils filtrent activement le phytoplancton et sont capables de s'accommoder à des taux d'oxygène dissous très faibles.
- ✓ **Les copépodes**, sont des crustacés de petites tailles qui nagent à la surface de l'eau et ont un développement limité dans l'espace et le temps. Leur spectre alimentaire est pourtant très étendu : microalgues, proies vivantes...
- ✓ **Les cladocères**, sont également de petits crustacés. Les daphnies sont les plus répandues et les plus caractéristiques. Leur rôle est intéressant car elles favorisent l'abaissement du taux des matières en suspension. Elles permettent ainsi un éclaircissement du milieu et la

pénétration de la lumière. Par contre elles provoquent une diminution du taux d'oxygène dissous à cause de leur respiration et de l'élimination des microalgues. [42]

## **II.2.4 Les étape de procédé**

### **II.2.4.1 Bassins anaérobies :**

Les bassins anaérobies sont caractérisés par un manque d'oxygène dissous causé par une forte  $DBO_5$  (100-400  $g/m^3/jour$ ), et les solides en suspension s'y déposent facilement ; ils forment sur le fond une couche où les bactéries anaérobies décomposent la matière organique. Un des résultats est la production de gaz : l'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) et le méthane ( $CH_4$ ) qui s'échappent vers la surface sous forme de bulles.

Typiquement, ces lagunes ont une profondeur de 2 à 5 m et le temps de séjour de l'effluent y est de 3 à 5 jours. Ils reçoivent des effluents bruts et mènent à des réductions de la  $DBO_5$  de 40 à 60 % et des solides en suspension de 50 à 70 %.

En générale, on n'y trouve pas de microalgues à cause des conditions défavorables à leur croissance [43].

### **II.2.4.2 Bassins facultatifs :**

D'une profondeur de 1 à 2 m et un temps de séjour de 4 à 6 jours, ces étangs fonctionnent dans des conditions telle que la partie supérieure entretient un milieu aérobie, riche en algues et en micro-organismes aérobies, alors que le fond, couvert de sédiments organiques, est le siège de fermentation anaérobie ; entre ces deux zones règne un milieu de transition favorable aux bactéries facultatives [44].

Les fermentations benthiques donnent lieu à un dégagement de méthane ( $CH_4$ ), de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), d'hydrogène sulfuré ( $H_2S$ ) et d'ammoniac, ainsi que de composés organiques de faible masse moléculaire.

Ce produit alimente la flore des zones supérieures et les composés minéraux dégagés entretiennent les algues ; une certaine fraction de ces algues meurent et se sédimentent, venant s'ajouter au lit de boues [45].

### **II.2.4.3 Bassin de maturation :**

Les bassins des maturations ou des aérobies sont peu profonds (0,8 à 1,2 m) où la lumière peut pénétrer et favorisant le développement d'algues vertes. Par leur action photosynthétique, les algues produisent de l'oxygène qui permet le développement de bactéries épuratrices aérobies [46].

Le temps de séjour dans ces étangs est beaucoup plus long, de 12 à 18 jours ou plus, et permet un traitement d'effluent déjà partiellement épuré [47].

## II.2.5 Les types du procédé

### II.2.5.1 Le lagunage naturel :

Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés, de faible profondeur pouvant recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommés étangs de stabilisation (Koller, 2004), que l'on classe en fonction des filières de développement des bactéries en trois catégories : anaérobies, aérobies ou facultatifs (mixtes).

Le lagunage naturel peut être utilisé, en traitement complet des effluents ou en traitement tertiaire, pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (ex. la désinfection) [48].

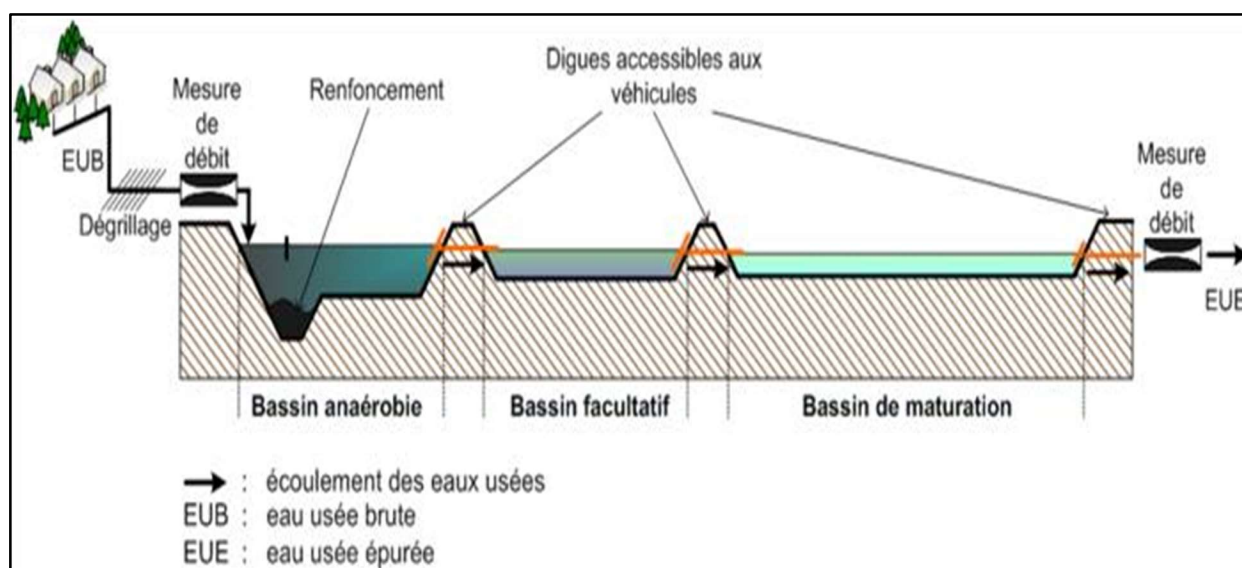


Figure II.8 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel

### II.2.5.2 Le lagunage aéré :

Ce sont de vastes bassins constituant un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, l'oxygène nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices.

Bien que théoriquement elle ne s'impose pas, une recirculation de l'eau traitée et parfois des boues biologiques en tête de lagune est souvent pratiquée. Elle permet d'améliorer le mélange complet et d'assurer une meilleure répartition de la biomasse.

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale [49].



**Figure II.9 : Le lagunage aéré**

## II.2.6 Avantages et inconvénients du lagunage

**Tableau II.2 : Avantages et inconvénients du lagunage [50].**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Procédé naturel sans aucune consommation d'énergie</li> <li>➤ De bonnes performances épuratoires relativement meilleures sur le plan microbiologique à celles des procédés intensifs</li> <li>➤ Coût d'investissement relativement Faible</li> <li>➤ Coût d'exploitation faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Forte occupation au sol</li> <li>➤ Dégagement des odeurs à partir des bassins anaérobies (si mauvaise conception ou orientation des Bassins)</li> <li>➤ Temps de séjour relativement long comparé aux procédés intensifs.</li> </ul>

<p>➤ Forte résistance à la variation des charges aussi bien hydraulique qu'organique</p>	
--	--

# *PARTIE PRATIQUE*

# CHAPITRE III :

## *Présentation des zones d'étude et matériel & méthodes*

---

### III.1 Présentation du site d'étude : STEP BIR AISSA

#### III.1.1 Introduction

Dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj il existe plusieurs stations d'épuration (urbaines) fonctionnelles ou en arrêt, et d'autres en projet de réalisation. Parmi ces dernières, la station de BIR AISSA qui a été dimensionnée pour épurer les eaux usées d'origines domestique et pluviales par le procédé lagunage naturel.

L'objectif principal de ce chapitre est de montrer les caractéristiques des zones d'étude et les différentes sources de pollution qui affectent ces milieux aquatiques ainsi que stations de prélèvement, avant d'exposer les techniques d'analyse utilisées dans le présent travail.

#### III.1.2 La situation géographique de STEP BIR AISSA

Bir Aissa est située au sud-est de l'état de Bordj Bou Arreridj, à 23 km de celui-ci, appartenant à la commune d'Ain Tassera. Sa superficie est estimée à 85 608 m<sup>2</sup>

#### III.1.3 Objectif de traitement :

L'objectif ciblé et requis en sortie de station est le suivant :

Tableau N° III.1 : L'objectif d'épuration.

<i>Paramètre</i>	<i>Norme</i>
DBO <sub>5</sub>	40 (mg/l)
DCO	120 (mg/l)
MES	120(mg/l)

#### III.1.4 Les Caractéristiques techniques des ouvrages de la station

Tableau N° III.2 : Les caractérisations de conception

<b>Le nombre d'équivalent habitants</b>	4453 eq/hab
<b>Débit journalière des eaux usée</b>	534,4 m <sup>3</sup> /h
<b>Débit de point temps sec</b>	36 m <sup>3</sup> /h
<b>Débite De point temps de pluie</b>	72 m <sup>3</sup> /h



<b>DBO<sub>5</sub> journalière</b>	341 mg /l
<b>MES journalières</b>	276 mg/l
<b>DCO journalière</b>	605 mg/l

### III.1.5 Description nombre de bassin, profondeur, surface

- **Bassins anaérobies** (21,4 \* 21,4) profondeur 4m
- **Bassins facultatifs** (35 \* 117) profondeur 1,5 m
- **Bassin de maturation** (31,65 \* 31,65) profondeur 1,3 m

## III.2 Les matériels et les méthodes

### III.2.1 Introduction

Dans ce chapitre on présente les analyses physico-chimiques de l'eau usée à BIR AISSA . Ces analyses sont nécessaires pour la suite de notre projet de travail.

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement.

### III.2.2 Le principe de La manipulation

- ✓ La détermination de température.
- ✓ La détermination de PH.
- ✓ La détermination de conductivité.
- ✓ La détermination de nitrate et nitrite.
- ✓ La détermination de la turbidité.
- ✓ La détermination de la matière en suspension (MES).
- ✓ La détermination de la demande chimique en oxygène (DCO).
- ✓ La détermination de la demande biochimique en oxygène pendant cinq jours (DBO<sub>5</sub>).

### III.2.3 Prélèvement des échantillons d'eaux :

- ✓ **Al 'entrée de la station (avant le prétraitement) :** pour les eaux brutes.
- ✓ **Al 'entrée d'eau au bassin de chloration :** pour les eaux épurées.

- Les jours des analyses physique et chimique, on prélève chaque semaine un volume constant pendant la période d'échantillonnage 08 :00
- L'agent désigné à faire le prélèvement doit :
  - Rincer les flacons d'échantillonnage par l'eau à prélever.
  - Remplir les flacons en assurant l'écoulement d'eau pour bien quantifier la charge polluante.
  - Afin de garantir la conservation de l'échantillon, le transport s'effectue dans une glacière.
  - Au laboratoire, l'échantillon doit être conservé au réfrigérateur .



Photo N° III.1 : prélèvement à l'entrée



Photo N° III.2 : prélèvement à la sortie

### III.2.4 les analyses physico-chimiques de l'eau usée

#### III.2.4.1 Matériel et appareillages d'analyse

Les appareillages consignés dans le tableau ont été utilisés au cœur de ce travail

**Tableau III.3:** Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés		Types d'appareils
Température	C°	Multi-paramètre WTW 340.I
PH		Multi-paramètre WTW 340.I
Conductivité	( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Multi-paramètre WTW 340.I

Turbidité	(NTU)	Turbidimètre WTW.555IR
Matière En Suspension	(Mg/L)	Rampe e de filtration et pompe à vide
Nitrate	(Mg/L)	Spectrophotomètre UV-Visible
Nitrite	(Mg/L)	Spectrophotomètre UV-Visible
Ortho phosphate	(Mg/L)	Spectrophotomètre UV-Visible

### III.2.4.2 Analyse et dosage au laboratoire

Les analyses chimiques de l'eau ont été réalisées au niveau des laboratoires pédagogiques de l'université de M'sila et l'université et de Bordj Bou Arreridj (département SNV et Génie de l'environnement).

- Les méthodes analytiques utilisées sont décrites par (Rodier, 1996), (Rodier et al ,2009).
- Pour le mode opératoire et les réactifs utilisés de mesure des différents paramètres Chimiques conférer à l'Annexe I.

#### III.2.4.2.1 Mesure électrométrique du pH :

##### ➤ Principe

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

#### III.2.4.2.2. Mesure de la conductimètre électrique (CE) :

##### ➤ Principe

La mesure de la conductivité électrique d'une eau.

#### III.2.4.2.3 Détermination des matières en suspension (MES) :

##### ➤ Principe

Déterminée la masse de MES par filtration sous vide et séché à 105°.

#### III.2.4.2.4 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :

##### ➤ Principe

Mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxydation chimique total de la matière organique ou minérale.

#### III.2.4.2.5 Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

##### ➤ Principe

La détermination de la DBO5 consiste à mesurer la consommation d'oxygène par voie biologique à une température constante égale à 20°C, pendant un temps limité, par convention 5 jours.

#### **III.2.4.2.6 Le chlorure (Cl<sup>-</sup>) :**

##### **➤ Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre, par une solution titrée de nitrate d'argent en présence du chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### **III.2.4.2.7 déterminations de la turbidité :**

La turbidité c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale.

#### **III.2.4.2.8 Détermination de l'alcalinité (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

##### **➤ Principe**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) et hydroxydes (OH<sup>-</sup>). La détermination des volumes successifs d'acide chlorhydrique fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

#### **III.2.4.2.9 Dosage des nitrates**

##### **➤ Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de Sodium, coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrométrique.

#### **III.2.4.2.10 Dosage des nitrites**

##### **➤ Principe**

L'acide sulfanilique, en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, avec les ions NO<sub>2</sub><sup>-</sup> un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrite.

#### **III.2.4.2.11 Dosage des ortho phosphates**

##### **➤ Principe**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho-phosphates donnent un complexe phospho molybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho-phosphates, le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium.

### III.2.5 Analyses bactériologiques de l'eau

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau les laboratoires pédagogiques de département SNV à l'Université BBA. Pour évaluer la qualité bactériologique des eaux usées traitées à des fins d'irrigation.

#### III.2.5.1 Préparation des milieux de culture

La préparation des milieux de culture est une étape très importante et doit être réalisée avec précaution. Dans ce cadre, les flacons contenant les milieux de culture complets déshydratés doivent être à l'abri de la lumière, dans un endroit sec à la température indiquée par le fabricant. Pour préparer ces milieux de cultures, on utilise de l'eau distillée conservée dans des récipients en matériaux inertes, dépourvus de toute substance inhibitrice avant l'utilisation.

#### III.2.5.2 Recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux

Les coliformes regroupent différentes espèces bactériennes appartenant à la famille des Entérobactériacées, en forme de bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, ne possédant pas d'oxydase, aérobies ou anaérobies facultatifs et capable de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaire [51].

- **Les coliformes totaux** sont des microorganismes ayant la caractéristique de fermentation du lactose avec production de gaz à 37°C. Les principaux genres inclus ce groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia*, ainsi la presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représente pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*E. coli* et de rares bactéries pathogènes opportunistes [52].

- **Les coliformes fécaux ou coliformes thermos tolérants**, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus fréquemment associées à ce groupe est *Escherichia Coli* [53].

#### III.2.5.3 Recherche des bactéries Flore Mésophile Aérobie Total (FTAM) à 22°C et 37°C

Correspond à un bon nombre de microbes qui se développent à temps ambiante. Flore aérobie mésophile (ou également micro-organismes) est un indicateur technique qui tente de représenter la charge microbienne totale d'un aliment (auparavant, ce paramètre était connu sous le nom de "flore totale"). Il ne s'agit pas d'un groupe taxonomique particulier mais de l'ensemble des bactéries, levures, moisissures capables de se développer en aérobiose (en présence oxygène) sur les milieux de cultures définis par la norme d'analyse. Ce groupe englobe également les flores technologiques incorporées ou naturellement présentes dans les aliments (ferments).

#### **III.2.5.4 Recherche des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)**

Les Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de  $\text{Fe}^{2+}$  donne  $\text{FeS}$  (sulfure de fer) de couleur noire [54].

### **Conclusion**

Les analyses physico-chimiques effectuées sont indispensables pour juger de la performance de la STEP ainsi que du rendement du procédé d'épuration.

**CHAPITRE IV :**  
*Résultats et Discussion*

---

## Introduction

Dans cette partie nous présentons les résultats des analyses physico-chimiques mesurées au niveau de laboratoire chimie de l'environnement (université Bordj Bou Arreridj). Ces résultats sont couplés pour comparées seulement à la norme de chaque paramètre si elle existe et pour évaluer les rendements et l'efficacité d'épuration de la STEP.

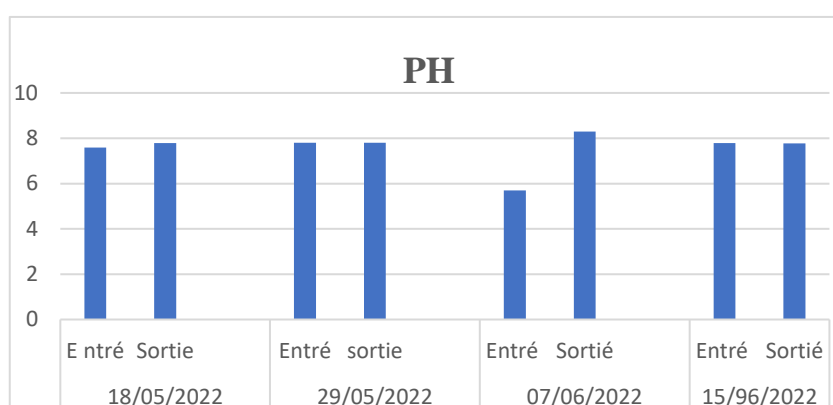
### IV.1 Analyse physico-chimique

#### IV.1.1 Le potentiel hydrique (pH)

L'évolution du pH des échantillons prélevés à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.1** : Variation de pH STEP BIR AISSA

Paramètre	PH		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
18/05/2022	7,59	7,79	6,5 - 8,5
29/05/2022	7,8	7,9	
07/06/2022	5,7	8,3	
15/06/2022	7,78	7,77	



**FigureIV.1** : Variation de pH STEP BIR AISSA

Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité ; à pH 7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau dite acide et un pH supérieur à 7, elle est dite basique. Dans notre étude, les résultats du pH des eaux usées prélevées au niveau de station d'épurations, révèlent une augmentation de l'alcalinité entre l'entrée et la sortie de la station. Toutefois, ces valeurs restent conformes aux normes l'OMS des rejets et avec recommandation de l'OMS sur la qualité des



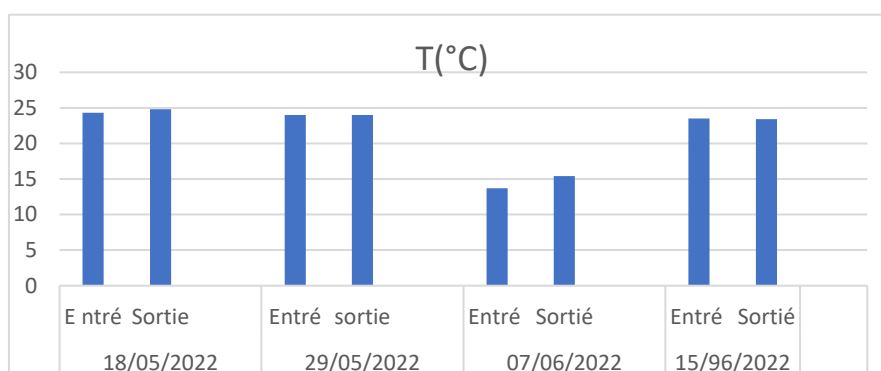
eaux usées destinées à l'irrigation (6,5 -8,5). Par ailleurs, ces valeurs sont favorables au développement de la flore et de la faune au niveau des cours d'eau alimentés par la station.

### IV.1.2 La température

L'évolution des températures à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau IV.2 : Variation de T° STEP BIR ISSA**

Paramètre	Température °C		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
18/05/2022	24,3	24,8	30 °C
29/05/2022	24	24	
07/06/2022	13,7	15,4	
15/06/2022	23,5	23,4	



**Figure IV.2 : Variation de T° STEP BIR AISSA**

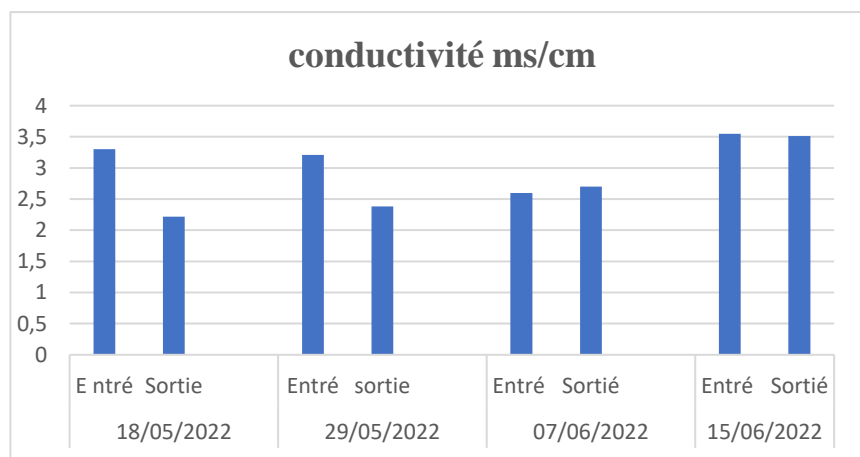
Dans la figure (IV.2) la température montre que la variation de la température des eaux usées épurées est faible durant toute la période des prélèvements. Les températures sont comprises entre 13 et 24°C. Cette variation de la température des eaux est fonction de la variation saisonnière de la température de l'aire.

### IV.1.3 La Conductivité électrique (CE)

L'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau IV.3 : Variation de la Conductivité STEP BIR AISSA**

Paramètres	Conductivité ms/cm		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
15/05/2022	3,30	2,22	2,8
29/05/2022	3,21	2,38	
07/06/2022	2,6	2,7	
15/06/2022	3,55	3,51	

**Figure IV.3 : Variation de la Conductivité STEP BIR AISSA**

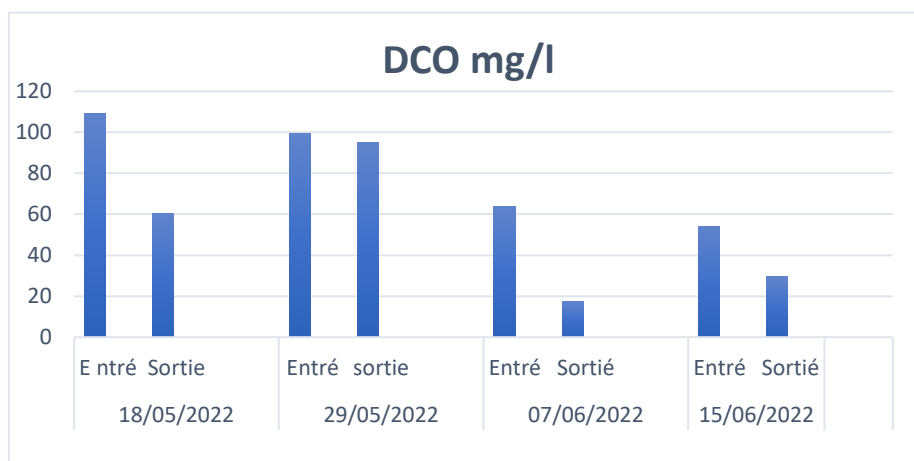
Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.3) qui montre des valeurs élevées de la CE, Selon Ouafae, 2012 Le traitement des eaux usées par lagunage naturel ne permet pas de diminuer la salinité de l'eau. La conductivité électrique ne peut donc pas observer de diminution notable lors du traitement. Une haute évaporation de l'eau dans les bassins. Peut cependant, aboutir à son augmentation.

#### IV.1.4 Demande chimique en oxygène (DCO)

L'évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau IV.4 : Variation de DCO STEP BIR AISSA**

Paramètres	DCO mg/l O <sub>2</sub>		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
15/05/2022	800	109	90
29/05/2022	540	140	
07/06/2022	630	99,5	
15/06/2022	430	120	



**Figure IV.4 :** Variation de DCO STEP BIR AISSA

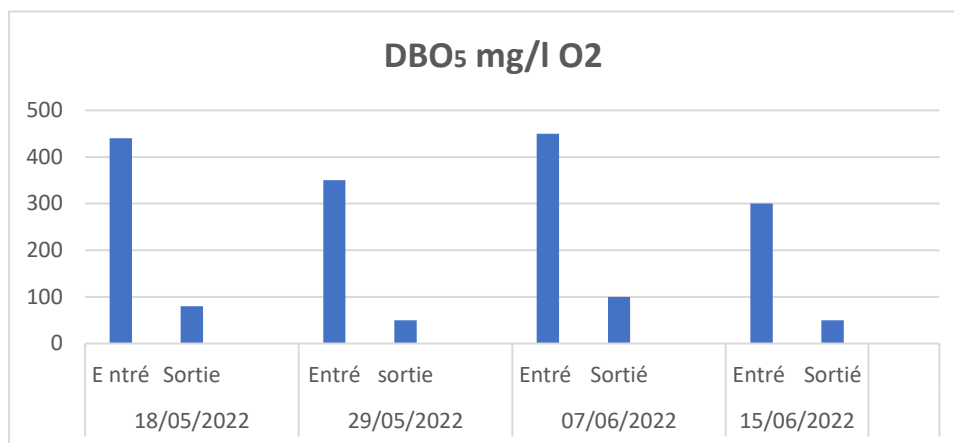
Les résultats de la DCO notées à partir de la station de BIR AISSA indiquent qu'il y a une élimination faible de la matière organique et minérales des eaux brutes aux eaux traitées qui respectent non conformes avec la norme de rejet algérienne (90 mg /l), ces valeurs élevées indique la grande présence substances organiques et minérales chimiquement oxydables, présentes dans l'eau.

#### IV.1.5 Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

L'évolution de la DBO<sub>5</sub> à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant

**Tableau IV.5 :** Variation DBO<sub>5</sub> STEP BIR AISSA

Paramètres	DBO <sub>5</sub> mg/l O <sub>2</sub>		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
15/05/2022	440	80	30
29/05/2022	350	50	
07/06/2022	450	100	
15/06/2022	300	50	



**Figure IV.5 :** Variation DBO<sub>5</sub> STEP BIR AISSA

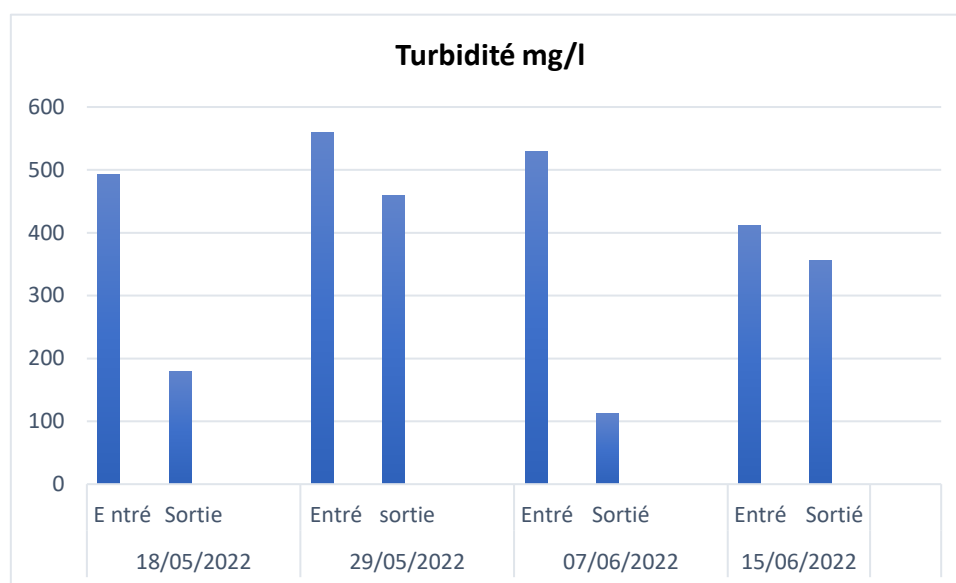
Les résultats sont présentés dans la (Figure IV.5) montre que La valeur moyenne de la charge polluante reçue par la station varie entre 300 mg O<sub>2</sub>/l et 450 mg O<sub>2</sub>/l. Les effluents traités s'appauvrissent et montrent des teneurs en DBO<sub>5</sub> qui oscillent entre 100 mg O<sub>2</sub>/l et 50mg O<sub>2</sub>/l, Cependant les valeurs de la DBO<sub>5</sub> sont supérieures aux normes de rejets de l'OMS, appliquées en Algérie (30 mg O<sub>2</sub>/l). Ce dépassement explique une biodégradabilité incomplète, qui dû probablement le manque d'aération au niveau de bassin biologique [55]. Ce qui justifie la forte concentration des matières organiques. Il est aussi à souligner que le système de lagunage n'assure pas une élimination complète de la matière organique, mais la transformation d'une grande partie de celle-ci de matière organique dissoute sous forme de biomasse algale, bactérienne et zooplanctonique. Le phénomène est plus observé en été.

#### IV.1.6 Turbidité

L'évolution de la turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP est présentée dans le tableau suivant :

**TableauIV.6 :** Variation Turbidité STEP BIR AISSA

Paramètres	Turbidité eau brute NTU		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			
15/05/2022	493	108	5
29/05/2022	459	595	
07/06/2022	529	112	
15/06/2022	411	356	



**Figure IV.6 :** Variation Turbidité STEP BIR AISSA

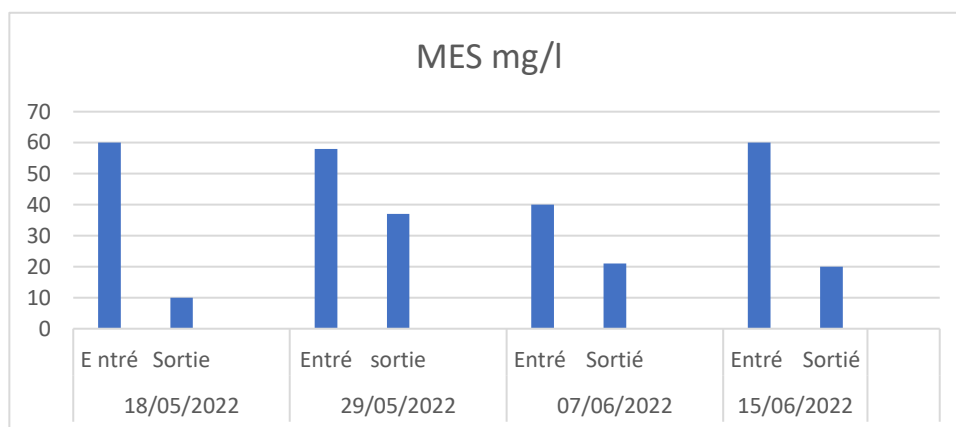
Les valeurs enregistrées au cours de cette étude (FigIV.6) indiquent que la turbidité des eaux usées brute et traité se caractérise par des valeurs relativement élevées dues probablement aux charges polluantes (teneur en matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées).

#### IV.1.7 Matière en suspension (MES)

L'évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.7 :** Variation MES STEP BIR AISSA

Paramètres	MES mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			30
15/05/2022	60	10	
29/05/2022	58	37	
07/06/2022	40	21	
15/06/2022	60	20	



**Figure IV.7 :** Variation de MES STEP BIR AISSA

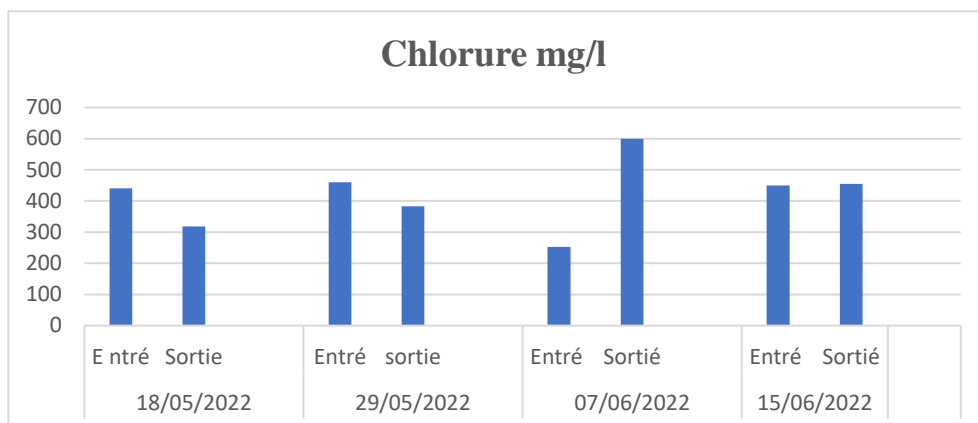
Les teneurs en matières en suspension rejetées par la STEP de BIR AISSA sont en accord avec les normes algériennes (30 mg/l). Les résultats montrent qu'il y a une élimination régulière de cette matière. Les résultats obtenus pour les matières en suspension montrent qu'il y a une élimination très importante de ces derniers entre l'entrée et la sortie de lagunes.

#### IV.1.8 Chlorure

L'évolution du chlorure à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.8 :** Variation chlorure STEP BIR AISSA

Paramètres	Chlorure mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			10
15/05/2022	440,2	318,08	
29/05/2022	460,05	383,41	
07/06/2022	252,76	599,24	
15/06/2022	450,14	454,4	



**Figure IV.8 :** Variation de chlorure STEP BIR AISSA

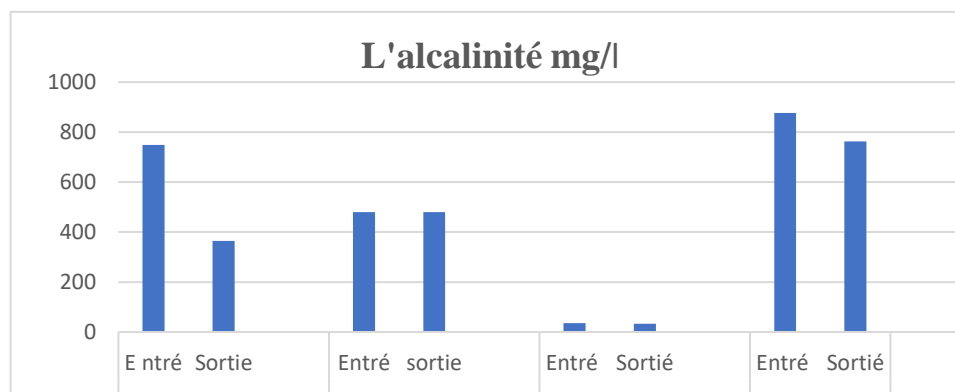
D'après les résultats obtenus, le teneur en chlorure dans l'eau usée brute et épurées est très élevé, cela expliquée par la contamination liée avec le grand apport des eaux usées domestique (en particulier l'urine). Les valeurs n'est pas accord avec les normes algériennes.

#### IV.1.9 L'alcalinité

L'évolution du chlorure à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.7 :** Variation de l'alcalinité STEP BIR AISSA

Paramètres	L'alcalinité mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			8,5
15/05/2022	748,8	364,8	
29/05/2022	480	480	
07/06/2022	36	33,6	
15/06/2022	876	763	



**Figure IV.9 :** Variation de l'alcalinité STEP BIR AISSA

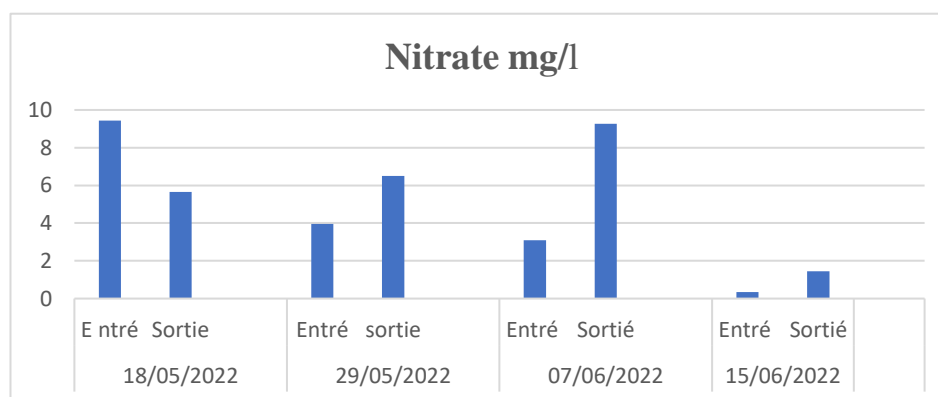
On constate que les taux de bicarbonate au niveau des eaux brutes et épurées sont élevés à l'exception de la prélèvement (Figure IV.9) les valeurs n'est pas conforme à les norme Algérienne. Cela peut expliquer la présence une grande quantité de matière organique évacuée dans les déférentes bassins qui est accessible à la décomposition bactérienne au cours de laquelle le CO<sub>2</sub> est libéré et se dissout dans eau et accélère la formation de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

#### IV.1.10 Nitrate

L'évolution de nitrate à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.10** : Variation de nitrate STEP BIR AISSA

Paramètres	Nitrate mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			15
15/05/2022	9,44	5,65	
29/05/2022	3,95	6,51	
07/06/2022	3,09	9,27	
15/06/2022	0,34	1,44	



**Figure IV.10** : Variation de nitrate STEP BIR AISSA

A partir des résultats obtenus par la station de BIR AISSA on constate qu'il ya un l légère diminution de la concentration de nitrate à l'entrée par apport la sortie de la station au niveau de prélèvement 1. A l'inverse, il y a une augmentation de la concentration dans le 2 le 3 et le 4 ème prélèvement, Toutefois, les valeurs obtenues sont nettement inférieures à la norme de rejets (50 mg/l), qui est expliquée par la présence d'une activité biologique nitrifiante assurée par le système de lagunage.

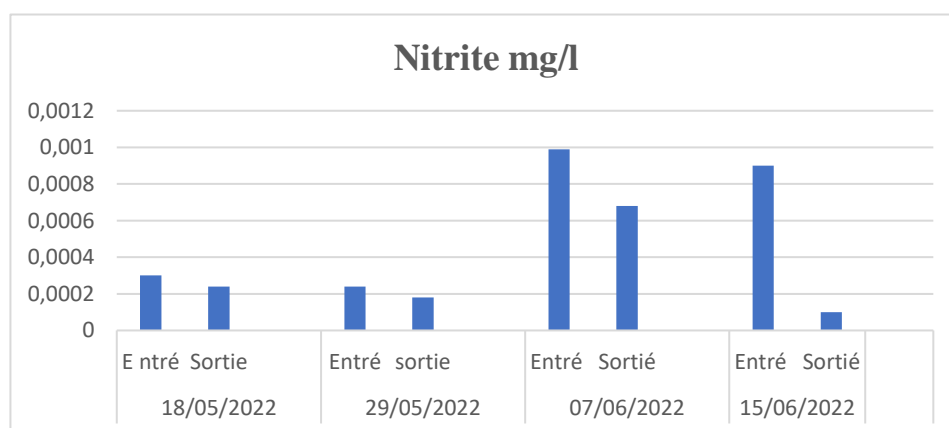


### IV.1.11 Nitrite

L'évolution de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.11** : Variation de nitrite STEP BIR AISSA

Paramètres	Nitrite mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			0,2
15/05/2022	0,0003	0,00024	
29/05/2022	0,00024	0,00018	
07/06/2022	0,00099	0,00068	
15/06/2022	0,0001	0,0009	



**Figure IV.11** : Variation de nitrite STEP BIR AISSA

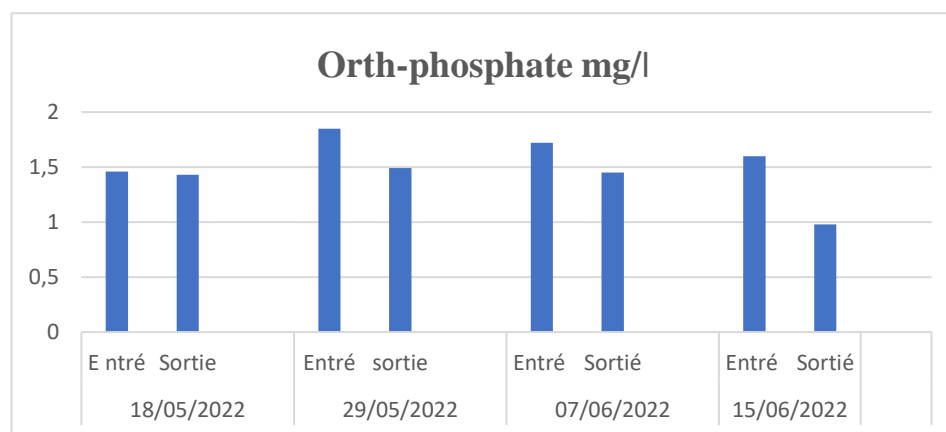
Les concentrations de nitrites dans notre étude étaient relativement faibles de l'eau d'entrées et dans la sortie (Figure IV.1) sont en accord avec les normes algériennes. Cela peut être expliqué par la présence suffisantes des bactéries qui dégrade la matière organique et transformer les nitrites en nitrates dans les différents bassins de lagunage. Cependant, Les nitrites proviennent soit une oxydation incomplète de l'ammoniaque (la nitrification étant pas conduite à son terme), soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante [56].

### IV.1.12 L'ortho-phosphate

L'évolution de nitrite à l'entrée et à la sortie de la STEP sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau IV.12 :** Variation de l'ortho phosphate STEP BIR AISSA

Paramètres	L'ortho-phosphate mg/l		Norme
	Entrée	Sortie	
Date			2
15/05/2022	1,46	1,43	
29/05/2022	1,85	1,49	
07/06/2022	1,72	1,45	
15/06/2022	1,6	0,98	

**Po Figure IV.12 :** Variation de l'ortho-phosphate STEP BIR AISSA

Les eaux usées épurées (Figure IV.12) sont caractérisées par des teneurs faibles en Ortho-phosphates qui varient entre 0,98 mg/l et 1,49 mg/l. Ces valeurs sont conformes aux de rejets de l'OMS, appliquées en Algérie aux normes nationales et internationales 2mg/l). L'évolution des rendements d'élimination de l'ortho-phosphate dans les lagunes témoigne d'une bonne efficacité de ce procédé de traitement des eaux usées pour l'élimination des ortho-phosphate.

#### IV.1.13 TA

Les valeurs de TA étant nulles dans l'entrée et sortie de l'eau, parce que le PH des eaux naturelles est inférieur à 8,3, ce qui signifie l'absence des base fortes qui sont OH<sup>-</sup> et CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>

### IV.2 Les analyse bactériologique

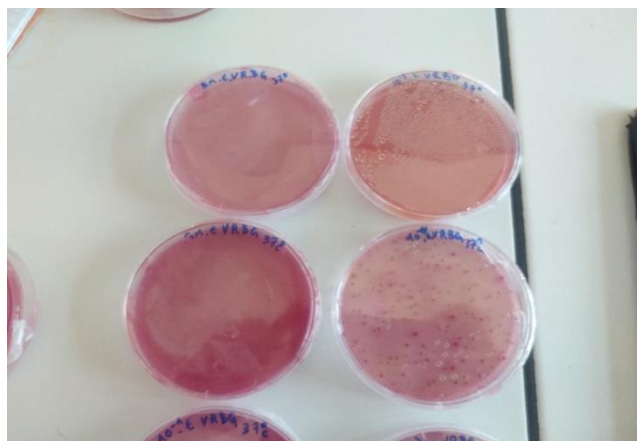
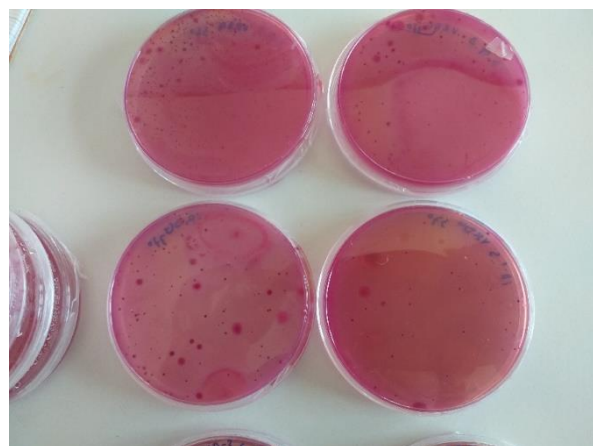
#### IV.2.1 Résultat de coliforme totaux et fécaux

**Tableau IV.13:** Résultat de dénombrement des coliformes totaux 37°C

	Eau non traité	Eau traitée après 48 heures
<b>Solution Mère</b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-1</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-2</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-3</sup></b>	>300	>300

**Tableau IV.14 :** Résultat de dénombrement des coliformes fécaux 44°C

	Eau non traité	Eau traitée après 48 heures
<b>Solution Mère</b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-1</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-2</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-3</sup></b>	>300	>300

**Figure IV.13 :** coliforme tautaux 37°C**Figure IV.14 :** coliformes fécaux 44°C

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous observons une présence des coliformes totaux (Figure IV.13) et coliformes fécaux (FigureIV.14) avec une charge très élevées dans les eaux brutes et épurées. En effet, le nombre de germes observé dépasse les 300 par ml. La présence des coliformes totaux dans l'eau traitée ou leur dépassement par rapport aux normes réglementaires n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique. En effet, la plupart des espèces de ce groupe se trouvent naturellement dans le sol ou la végétation. Alors

que, la grande présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale ou provenant d'eaux enrichies en matière organique.

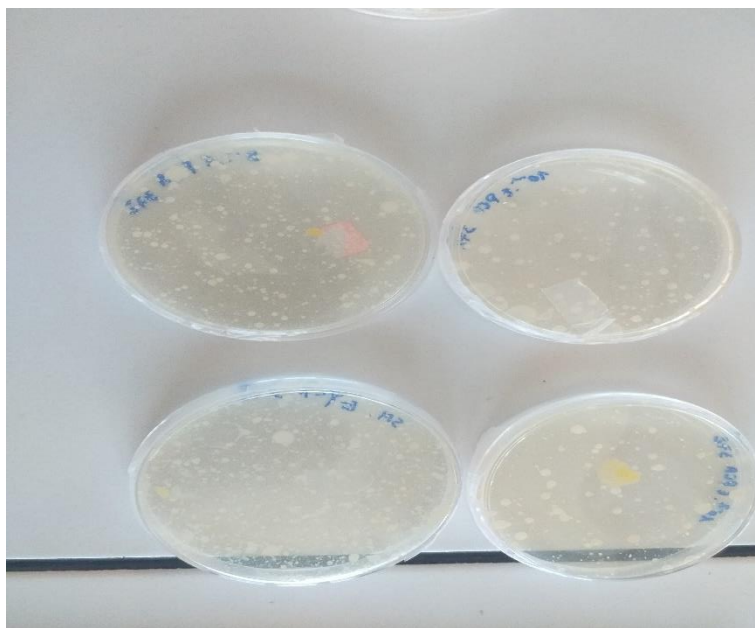
#### IV.2.2 Résultat bactéries Flore Mésophile Aérobie Total (FTAM) à 22°C et 37°C

**Tableau IV.15 :** Résultat de dénombrement des FTAM 22°C

	Eau non traité	Eau traitée après 48 heures
<b>Solution Mère</b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-1</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-2</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-3</sup></b>	>300	>300

**Tableau IV.16 :** Résultat de dénombrement des FTAM 37°C

	Eau non traité	Eau traitée après 48 heures
<b>Solution Mère</b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-1</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-2</sup></b>	>300	>300
<b>Dilution 10<sup>-3</sup></b>	>300	>300



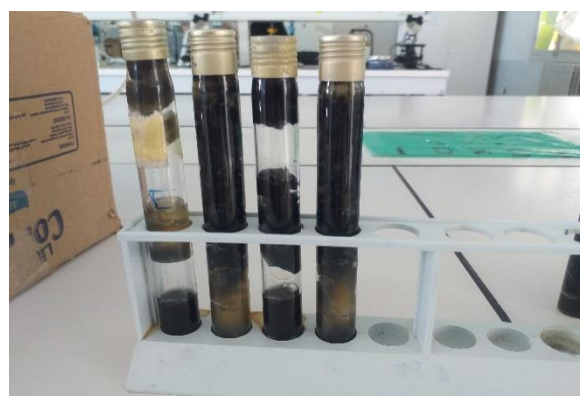
**Figure IV.15 :** FTAM 22°C et 37°C

La flore mésophile aérobie totale est utilisée comme un indicateur de pollution global. Cependant, le dénombrement de ces germes nous donne une idée sur la charge en microorganismes dans les eaux usées traitées ; il est également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement d'épuration. D'après les résultats que nous avons obtenus, nous observons une charge très élevée dans les eaux brutes et épurées. En effet, le nombre de germes observé dépasse les 300 par ml.

#### **IV.2.3 Résultat des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)**



**Figure IV.16 :** Viande foie à l'entrée



**Figure IV.17 :** Viande foie à la sortie

Les spores de clostridium perfringens ne peuvent être dénombrées que ce soient pour l'eau usée de sortie et cela signifie que leur charge bactériologique est très élevée

**Conclusion**

A travers les résultats obtenus précédemment, nous remarquons que la station d'épuration de Bir Aissa produit une eau de qualité acceptable par rapport aux normes Algériennes.

# *Conclusion générale*

---

### Conclusion générale

Dans ce travail, nous avons analysé la qualité physico-chimiques et bactériologique des eaux usées épurées de la station d'épuration de la ville de Boumerdes pour voir la possibilité d'utiliser cette eau à autre domaine importants dans la vie.

Les résultats physico-chimiques obtenus indiquent que les eaux usées épurées sont caractérisées par un pH basique de 8. Elles se caractérisent par un faible taux en M.E.S(22mg/l) qui est au-dessous des normes Algériennes admissibles. La teneur faible de ces paramètres sont dues probablement à la dégradation de la matière organique

et une DBO5 élevée avec une moyenne de 102,5 mg/l. Pour la DCO, on constate que les teneurs avoisinent 63,825 mg/l. Ces eaux usées épurées sont caractérisées par une dureté élevée. Les autre paramètre Turbidité 292,75 mg/l, nitrate 5,71 mg/l, nitrite 0,01 mg/l, l'ortho-phosphate 1,33 mg/l, chlorure 438,78 mg/l.

Concernant les paramètres bactériologiques, on a enregistré des valeurs très élevées. En effet, et une charge très forte en germes totaux, en coliformes totaux et des coliformes fécaux.

En termes de perspective et suggestions il est recommandé de :

- Agrandir la STEP en la dotant d'un plus grand nombre de bassins d'aération afin de pallier l'impuissance du dispositif vis-à-vis de la grande charge polluante entrant quotidiennement dans la station.
- Suivre l'évolution des paramètres de l'eau rejetée par la station . afin d'évaluer les conséquences de l'utilisation de ces eaux sur l'irrigation, sur l'environnement et la santé humaine et animale
- Faire des analyses des ETM (éléments traces métalliques) minimum une fois par mois
- On peut ajouter que la sensibilisation et prévention et la participation des populations et les collectivités locale ces actions primordiales pour préserver notre environnement.



# *Références & bibliographies*

---

## Références & bibliographies

[1] **J. Fitoussi-J. LEYNON, N. JOBARD, C.PECOT\_S.POY\_F. RABUSSEAU,**

Rapport sur le traitement des eau usées

[2] **BENABDELLI K,1999** Elément de réflexion sur une politique de choix technologique et écologique de mobilisation des eaux de surface dans la Wilaya de Sidi Bel Abbas,

[3] **Eau usée, BOUSNIA MUSTAPHA,2000**

[4] Invitation à l'épuration des eau usées, revu 2005

[5] **S, GAAMOUNE.** Le rôle des biofilms d'algues dans les traitements biologiques des eaux. UNIVERSITE FARHAT ABBAS -SETIF-., 2010

[6] **Leclerc-Olive, M. (1997).** Le Dire de l'événement:(biographique). Presses Univ. Septentrion. France, 259p.

[7] **Lounnas, A. (2009).** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station hamadi-kroma de skikda.120p.

[8] **Ramande F., (1998III).** Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Édition Edi science international, Paris.487 p

[9] **Alain Damen,** guide de traitement des déchets, 2<sup>ème</sup> édition, Paris année 2002-2003.

[10] **S, ZEGHOUD,** étude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghribra, université d'el -oued.,2014

[11] **Alain Botta, Laurence Bellon, (2001)** Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro Méditerranée TEHYS.

[12] **Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Monteil A ; Riou G ; Simon P, (2006),** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1 ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour L'environnement),

[13] **Regsek F, (2002),** analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques, Edition scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux.

[14] **Mechati. F, (2006),** Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA.

- [15] **Rodier J, (2005)** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.
- [16] **Rodier J, (2005)** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème Edition DUNOD technique, Paris, pp 1008-1043.
- [17] **Suschka J, Ferreira E. (1986)**, Activated sludge respirometric measurements, Water Research, 1986, pp.137-144.
- [18] **Desjardins Raymands, (1997)**, « Traitement des eaux », deuxième édition, Montréal.
- [19] **MATHIEU et PIELTAIN, (2003)** : Flow simulation in West Arica : implementation of a space monthly hydrological modelling procedure. Journal of hydrologie, soumis.
- [20] **Makhoukh, M., Sbaa, M., Berrahou, A., et Van Clooster, M. (2011)**. Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (9).
- [21] **Pierre J, Lienard A, Heduit A, P Duchene, (1990)**, « Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités », Document technique.
- [22] **PNUE/OMS. (1977) - Recommandation** pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague, 168P.
- [23] **RODIER ET AL., (1996) - L'analyse** de l'eau (eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer) 8<sup>ème</sup> édition, DUNOD. 557-570p et 968-1079p.
- [24] **JOLY B., REYNAUD A. (2003) - Entérobactéries** : systématiques et méthodes d'analyses. Edition technique et documentation, paris, 356P.
- [25] **Mizi A, (2006)**, Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA.
- [26] « Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. - Définitions et principe de fonctionnement d'une station d'épuration. », Centre d'hygiène et de salubrité publique, 2009. <http://www.hygiene-publique.gov.pf/spip.php?article61> (consulté le juin 14, 2020).
- [27] **F. Ladjel**, « Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes. 80p. » 2006.
- [28] **M. BESSEDIK**, « Traitement et épuration de l'eau ». nov. 11, 2019.

- [29] **S. M. Telli**, « Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines – cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)- Tlemcen, mémoire master génie énergétique université de Tlemcen ». 2013.
- [30] **S, BELBACHIR**. Etude d'un système d'épuration des eaux usées des localités de Nedroma et Ghazaouet, université Aboubakr Belkaid- Tlemcen-, 2016
- [31] **Boukhalfa, A. & Kafi, K. (2013)** Conséquences de l'utilisation de deux types d'eau d'irrigation sur les paramètres physico- chimique d'un sol de la station d'épuration de Ouargla. Mémoire de master académique, Université kasdi merbah, Ouargla, 52 p.
- [32] **Vandevenne, L. (1982)** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 503 p
- [33] **Q N A** Office national d'Assainissement de Khemis Miliana.
- [34] **CriniG, Badot M., (2007)**. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées. Press universitaire de Franche-Comté, France 24
- [35] **Ghadbane, N. (2007)** Les eaux usées urbaines (ville de M'sila). Mémoire de magister, Université de M'sila, M'sila, 147 p.
- [36] **Delporte C, Berardo P., (2004)**. Le traitement Biologique des effluents industriels liquides. Revue, OndeoIndustrial Solution, n°36.p 29-31.
- [37] **Dégremont S., (2005)**. Mémento technique de l'eau, technique en documentation, 10<sup>é</sup>Édition, Paris p 587
- [38] **Pearson H., (2005)**. Microbiology of waste stabilisation ponds. In : A. SHILTON (Ed.) : pp.14-48. Pond Treatment Technology. London : IWA Publishing.
- [39] **Valiron F., (1983)**. La réutilisation des eaux usées. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 207p.
- [40] **Degrémont, (1989)**. Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 592p.
- [41] **kengne.l.M.,** Les détails de la technique du lagunage. Wastewater Resaerch Unit Faculté des Sciences., 2002.

[42] Ministère des ressources en eau. Office de l'assainissement ONA., Epuration des eaux usées par procédé extensif : Le lagunage Naturel Gestion intégrée de l'eau..., 2001.

[43] **Degrémont**, (1978). Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

[44] **Sevrin-reyssac J., De la noûe J., Proulx D.**, 1995. Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p.

[45] **Beudry J.P.**, (1984). Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.

[46] **Degrémont**, (1978). Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

[47] **Sevrin-reyssac J., De la noûe J., Proulx D.**, 1995. Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p.

[48] **Degrémont**, (1978). Mémento technique de l'eau : 8<sup>ème</sup> édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

[49] **Koller E.**, 2004. Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. Edition DUNOD, 424p

[50] avantages les incontinents de lagunage

[51] **El Blidi S., Fekhaoui M., Serghini A. et El Abidi A. (2006)**. Rizières de la plaine du Gharb (Maroc) : qualité des eaux superficielles et profondes. Bulletin de l'Institut Scientifique. (28). 55-60.

[52] **Chevalier P. et les membres du groupe scientifique sur l'eau de l'Institut national de santé de Québec (2003)**, Coliformes totaux. Fiches synthèse sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé de Québec. 1-4.

[53] **Roux. (2003)**, TP de microbiologie : Analyses de l'eau. NOVELLO Célia. IUPSIAL, Université Paris 12p.

[54] **Lebres E., Azizi D. et Boudjellab B. (2006)**, Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux : Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie

[55] Bourenane, I. C., Zaouia, I., amp ; Khammar, H. (2018). Etude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de Ain-Beida à boues activée et son impact sur l'environnement.

[56] Mekkaoui Y, Hamdi D., 2006-Etude de réutilisation des eaux usées traitées de la STEP de Touggourt dans l'irrigation. Université Ouargla, Pp 60.

## *Les Annexes*

---

## I. Les analyses physico-chimiques

### I.1 Mesure électrométrique du pH :

#### ➤ Matériels utilisés :

- PH mètre et accessoires.
- Pissette eau distillée.
- Bécher.
- Eau brute et eau épuré

#### ➤ Mode opératoire :

- On met dans un bécher une quantité d'eau à analyser (eau brute ou eau épuré).
- On allume le pH mètre suivant la procédure.
- On rince la sonde avec l'eau distillé.
- On introduit la sonde du pH mètre dans l'échantillon à analyser et appuyer sur le bouton (AR).
- On lit le pH et la température dès stabilité de celle-ci et noter.
- On rince bien l'électrode après chaque usage.



Photo N° 3 : le pH mètre

### I. Mesure de la conductimètre électrique (CE) :

#### ➤ Matériels utilisés :

- Conductimètre et accessoires.
- Pissette eau distillée.
- Bécher.

- Eau brute et eau épurée.
  - **Mode opératoire :**
- Dans un bécher on prend une quantité d'eau à analyser (eau brute ou eau épurée).
- On plonge l'électrode dans la solution à analyser.
- On allume le conductivimètre suivant la procédure constructrice.
- On rince la sonde avec l'eau distille. Essuyez les traces d'humidité à l'aide d'un linge non pelucheux.
- Faire une agitation.
- Une fois l'icône arrête de clignoter on prend la valeur indiquée de notre conductivité ainsi que la température.
- On rince bien l'électrode après chaque usage.



**Photo N° 4 : Conductimètre**

**Tableau 5 : Qualité des eaux en fonction de la conductivité.**

<b>Conductivité &lt; 100µS/cm</b>	<b>Minéralisation très faible</b>
<b>100 µS/cm &lt; Conductivité &lt; 200 µS/cm</b>	Minéralisation faible
<b>200 µS/cm &lt; Conductivité &lt; 333 µS/cm</b>	Minéralisation moyenne



333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductivité < 666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 $\mu\text{S}/\text{cm}$ < Conductivité < 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation importante
Conductivité > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation élevée

**Tableau 5** : Qualité des eaux en fonction de la conductivité.

### I.3 Détermination des matières en suspension (MES) :

➤ **Matériels utilisés :**

- Equipement de filtration pompe à vide.
- Filtre en fibre de verre borosilicaté.
- Etuve à 105°C.
- Balance.
- Dessiccateur.

➤ **Mode opératoire :**

- Sécher les filtres (fibre de verre) dans l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant, peser les filtres ( $P_0$ ).
- Filtrer par l'intermédiaire d'une pompe à vide un volume  $V$  (100 ml) de chaque échantillon.
- Sécher ensuite à l'étuve à 105°C pendant 02 h.
- Peser les filtres ( $P_1$ ).

$$\text{MES} = (P_1 - P_0) 1000/V$$



**Photos N° 5** : Méthode d'analyse de MES

#### I.4 Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO) :

➤ **Matériels utilisés :**

- Kit de DCO 21258 51.
- Pipette volumétrique de 2 ml.
- Thermo-réacteur 148°C.
- Chronomètre.
- Spectrophotomètre.

➤ **Mode opératoire :**

- On ajoute 2ml d'échantillon dans un tube à réactif de type Lr (0-150) pour l'eau épurée et Mr (0-1500) pour l'eau brute.
- On ferme hermétiquement les tubes et les mélanger avec précaution.
- Dans le réacteur, on chauffe les tubes pendant 120 minutes, à 150°C.
- Puis on les laisse refroidir.
- Ensuite on fait la mesure à l'aide d'un photomètre de type.



**Photo N°6 :** Réacteur thermique préchauffé et spectrophotomètre pour la mesure de la DCO.

#### I.5 Détermination de la demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) :

➤ **Matériels utilisés :**

- Bouteille brune avec OXITOP.
- L'incubateur (T = 20°C).
- Plaque jaune (Agitateur).
- Barreaux magnétiques.
- Pastilles d'hydroxyde de potassium.

Cupule.

**Tableau N° 2 : les facteurs et les plages de DBO<sub>5</sub>**

Portée de mesure (mg/l)	Quantité (ml)	Facteur
<b>0-40</b>	432	1
<b>0-80</b>	365	2
<b>0-200</b>	250	5
<b>0-400</b>	164	10
<b>0-800</b>	97	20
<b>0-2000</b>	43.5	50
<b>0-4000</b>	22.7	100

➤ **Mode opératoire :**

- Préparer les flacons de DBO<sub>5</sub>, (rincer avec l'eau distillée puis avec l'eau à analyser).
- On remplit les bouteilles pour mesurer la quantité désirée (selon le tableau 6) avec le ballonjaugé de trop-plein.
- Introduire un barreau magnétique dans chaque flacon.
- Placer dans l'incubateur pendant une heure pour permettre à l'échantillon d'atteindre la température de 20°C.
- Placer du NaOH dans les couvercles (le NaOH permet de fixer le CO<sub>2</sub> dégagé).
  
- Placer les oxytop (manomètres) sur les flacons en les serrant bien.
- Programmer les oxytop tout en choisissant l'échelle qui correspond au volume d'échantillon choisi.
- Les échantillons sont ainsi laissés dans le DBO mètre à température constante (20°C) et dans l'obscurité pendant 5 jours.
- Après 5 jours, on procède à la lecture.

La demande biochimique en oxygène pour une analyse dépend de la charge en substances organiques. La mesure de la DBO<sub>5</sub>.

**Expression des résultats :**

$$\text{DBO}_5 = \text{lecture au bout de 5 jours} * \text{facteur}$$



**Photo N°7 : Flacons de mesure de DBO<sub>5</sub>.**

## **I.6 Le chlorure (Cl<sup>-</sup>)**

### **✓ Mode opératoire**

Prendre 50ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de (K<sub>2</sub> CrO<sub>4</sub>) (coloration jaunâtre) puis titrer les avec le nitrate d'argent (Ag NO<sub>3</sub>) 0,01N jusqu'au virage brunâtre [5].



**Photo N°8 : Avant le dosage**



**Photo N°9 : Après le dosage**

## **I.7 Détermination de la turbidité**

### **➤ Mode opératoire :**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

➤ **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en NTU [1].



**Photo N°10 : turbidimètre**

## **I.8 Détermination de nitrate**

➤ **Liste de produits :**

- Nitrate de potassium.
- Salicylate de sodium.
- Chloroforme.
- Hydroxyde de sodium (Na OH).
- Acide sulfurique.
- Tartrate double de sodium et de potassium.
- Eau distillée.
- Acide chlorhydrique.

➤ **Préparation des dosages**

**A. Solution stock de nitrates de potassium (50mg/l d'ions nitrates)**

Dissoudre 0,0814g de nitrate de potassium anhydre dans 990 ml d'eau distillée. Ajouter 1ml de chloroforme et compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

**B. Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double sodium et de potassium**

Dissoudre progressivement 40g de soude et 6 g de tartrate double de sodium et de potassium dans 100 ml d'eau distillée.

### C. Solution de salicylate de sodium à 0,5%

Dissoudre 0,5g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

#### ➤ Protocole expérimental

Tableau N° 3 : protocole expérimentale de la série étalons

Numéro de flacon	T	I.	II.	III.	IV.
Solution stock de nitrate de potassium	0	2	4	6	8
Eau distillée (ml)	10	8	6	4	2
Solution de salicylate de sodium	1	1	1	1	1

#### ➤ Mode opératoire :

On introduit dans un bécher, 10ml d'eau à analyser et 1ml de salicylate de sodium, le mélange est amené à une évaporation à 75°C jusqu'à la vaporisation total du liquide. Après refroidissement, on ajoute 2ml d'acide sulfurique, la solution est alors laissée au repos pendant 10 min pour le déroulement total des réactions. On ajoute 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution de tartrate de Na OH. Après 10 min de repos finalement obtenue est passée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415 nm.

#### ➤ Dosage des échantillons :

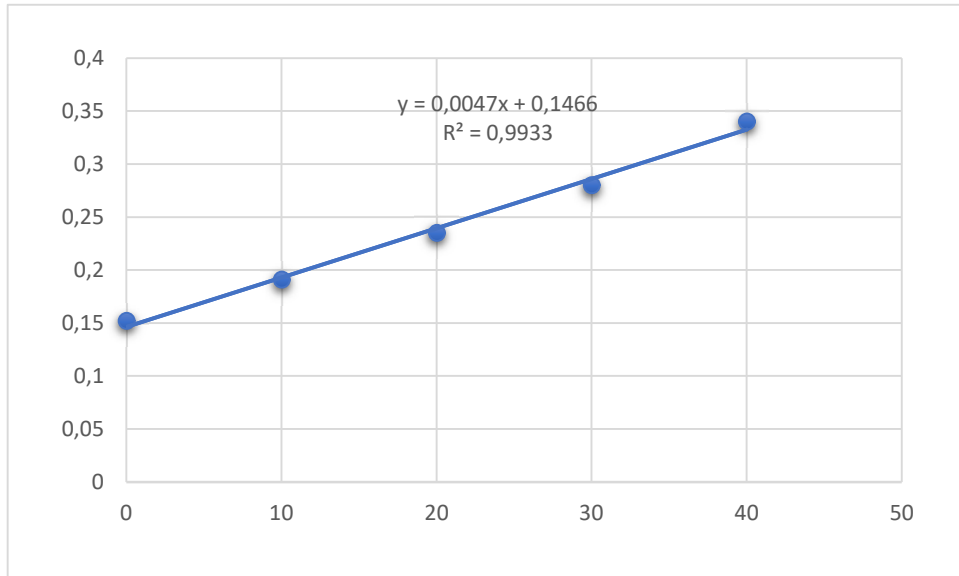
1. Introduire 10ml d'eau à analyser dans un récipient de 60 ml.
2. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium.
3. Ajouter 1 ml de salicylate de sodium
4. Effectuer la lecture au colorimètre (longueur d'onde 415 nm)
5. Déterminer graphiquement la concentration en nitrate dans l'échantillon à partir de la droite d'étalonnage.



Photo N°11 : série d'étalons



Photo N°12 : dosage l'échantillon



## I.9 Détermination de nitrites

### ➤ Réactif :

- Ammoniaque pur (d=0,925).
- Solution mère étalon de NO<sub>2</sub>- 0,23 g/l
- Solution fille étalon NO<sub>2</sub>- 0,0023 g/l

Préparer cette solution dans une fiole jaugée de 100 ml à partir de la solution mère avec l'eau distillée.

### ➤ Réactif de ZAMBELLI :

- HCL pur (d=1,19) .....260ml
- Acide sulfanilique .....5g
- Phénol cristallisé.....7,5g
- Chlorure d'ammonium .....135g
- Eau distillée.....625ml

### ➤ Préparation du réactif de ZAMBELLI

- Introduire dans une fiole jaugée d'un litre : l'eau distillée et l'HCL.
- Dissoudre dans le mélange l'acide sulfanilique et phénol en chauffant légèrement au bain-marie jusqu'à dissolution complète.
- Ajouter le chlorure d'ammonium et agiter jusqu'à dissolution.
- Après refroidissement ajuster jusqu'à 1L avec l'eau distillée.



➤ Etablissement de la courbe d'étalonnage

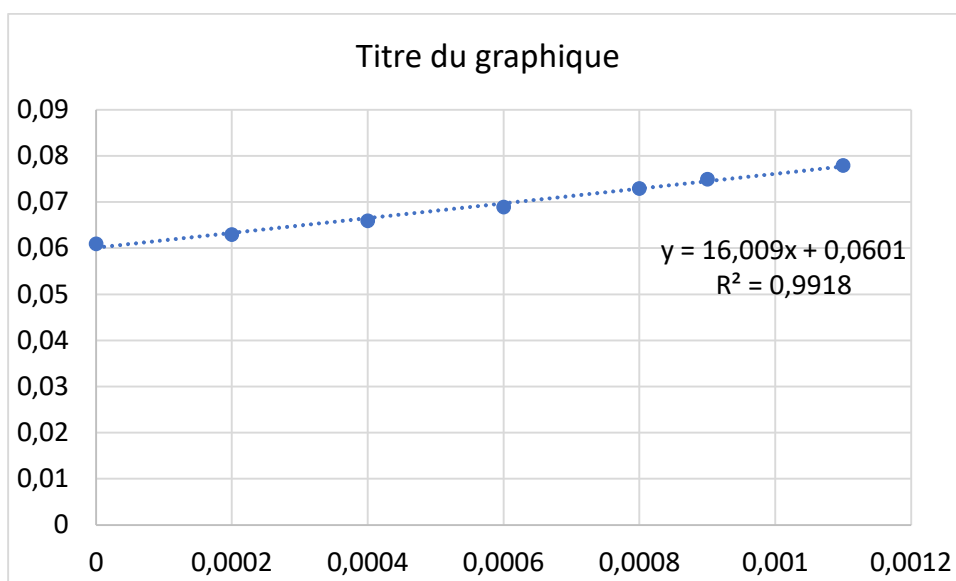
Tableau N° 3 :

Numéro des tubes	T	1	2	3	4	Sol Inc.1	Sol Inc.2
Solution fille étalon (ml)	0	2	3	4	5	10	10
Eau distillée (ml)	10	8	7	6	5	0	0
Réactif de ZAMBALLI	2	2	2	2	2	2	2

Attendre 10 minutes, puis ajouter

Ammonium pur (ml)	2	2	2	2	2	2	2
-------------------	---	---	---	---	---	---	---

Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde 435nm.



### I.10 Dosage des ortho phosphates

#### Réactifs

- Acide sulfurique (d =1,84)
- Molybdate d'ammonium
- Acide ascorbique
- Eau distillée
- Tartrate double d'antimoine et de potassium



## ➤ Préparations des dosages

### **Solution de molybdate d'ammonium à 40g/l.**

- Filtrer si- Solution d'acide sulfurique (d =1,84) à 15% environ en volume.
- Nécessaire, à conserver en flacon de polyéthylène à 4°C.

### **•Solution d'acide ascorbique à 20g/L**

- Acide ascorbique 2g

Eau permutée q.s.p. 100 ml (À préparer chaque jour).

### **• Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium à 2,8 g/l**

- Tartrate double d'antimoine et de potassium 0,28 g
- Eau permutée q.s.p 100ml.

#### **• Réactif 1**

- Solution d'acide sulfurique 50 ml
- Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium 5 ml
- Solution de molybdate d'ammonium 15 ml
- Eau permutée q.s.p 100 ml
- Conserver le réactif au réfrigérateur à 4°C.

### **• Solution mère étalon à 50mg/l de phosphore :**

- Dihydrogénophosphate de potassium des séché au préalable a l'étuve à 100°C 219,1 mg
- Eau permutée q.s.p 100ml
- Acidifier la solution par 1ml d'acide sulfurique à 15% avant d'ajuster le volume.

### **• Solution fille étalon à 1mg/l de phosphore :**

- Diluer au 1/50 la solution précédente avec de l'eau permutée au moment de l'emploi.

### **- Établissement de la courbe d'étalonnage**

Introduire dans une série de fioles jaugées de 25ml :

**Tableau (I.3) :** Etablissement de la courbe d'étalonnage des ions ortho phosphates.

Concentration en phosphate	0	0.5 mg.L <sup>-1</sup>	1 mg.L <sup>-1</sup>	1.5 mg.L <sup>-1</sup>	2 mg.L <sup>-1</sup>
Eau distillée (ml)	20	15	10	5	0
Solution étalon de phosphates à 2 mg.L <sup>-1</sup>	0	5	10	15	20

Solution d'acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1
----------------------------------	---	---	---	---	---

Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agiter, puis ajouter 4ml de réactif 1, mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25ml. Attendre 30minutes la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 700 ou 800 nm en cuve de 1cm. Construire la courbe d'étalonnage.

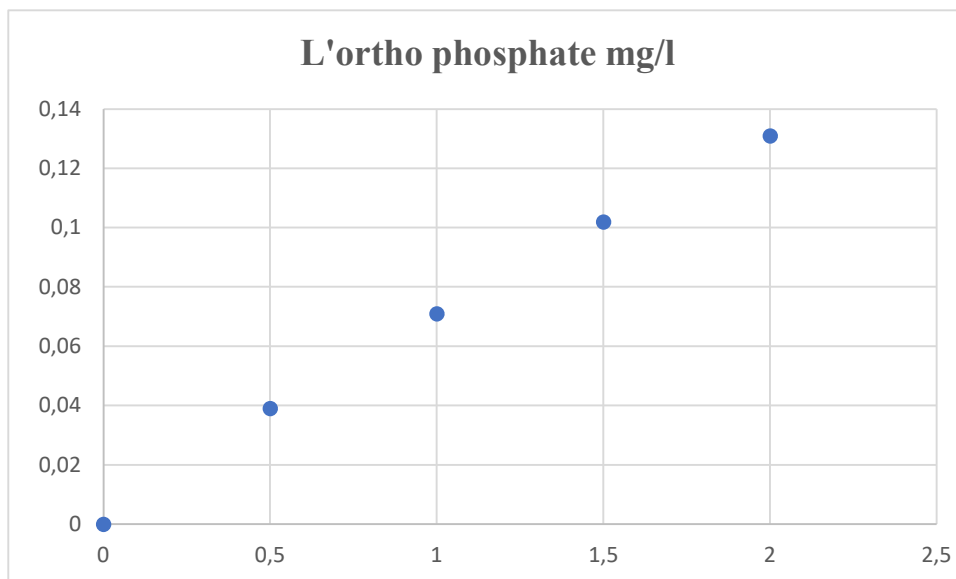
### **Dosage des échantillons**

Vérifier le pH de l'échantillon qui doit être compris entre 2 et 7, l'ajuster si nécessaire. Introduire 20ml d'eau dans une fiole jaugée de 25ml, ajouter 1ml de solution d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

### **Expression des résultats**

Effectuer la lecture au colorimètre (longueur d'onde : 700 ou 800 nm). 2. Déterminer graphiquement la concentration en ortho phosphate dans l'échantillon à partir de la droite d'étalonnage.

La courbe donne la teneur en ortho phosphates, exprimée en milligrammes par litre d'eau (mg/l)



## **II. Les analyses bactériologiques**

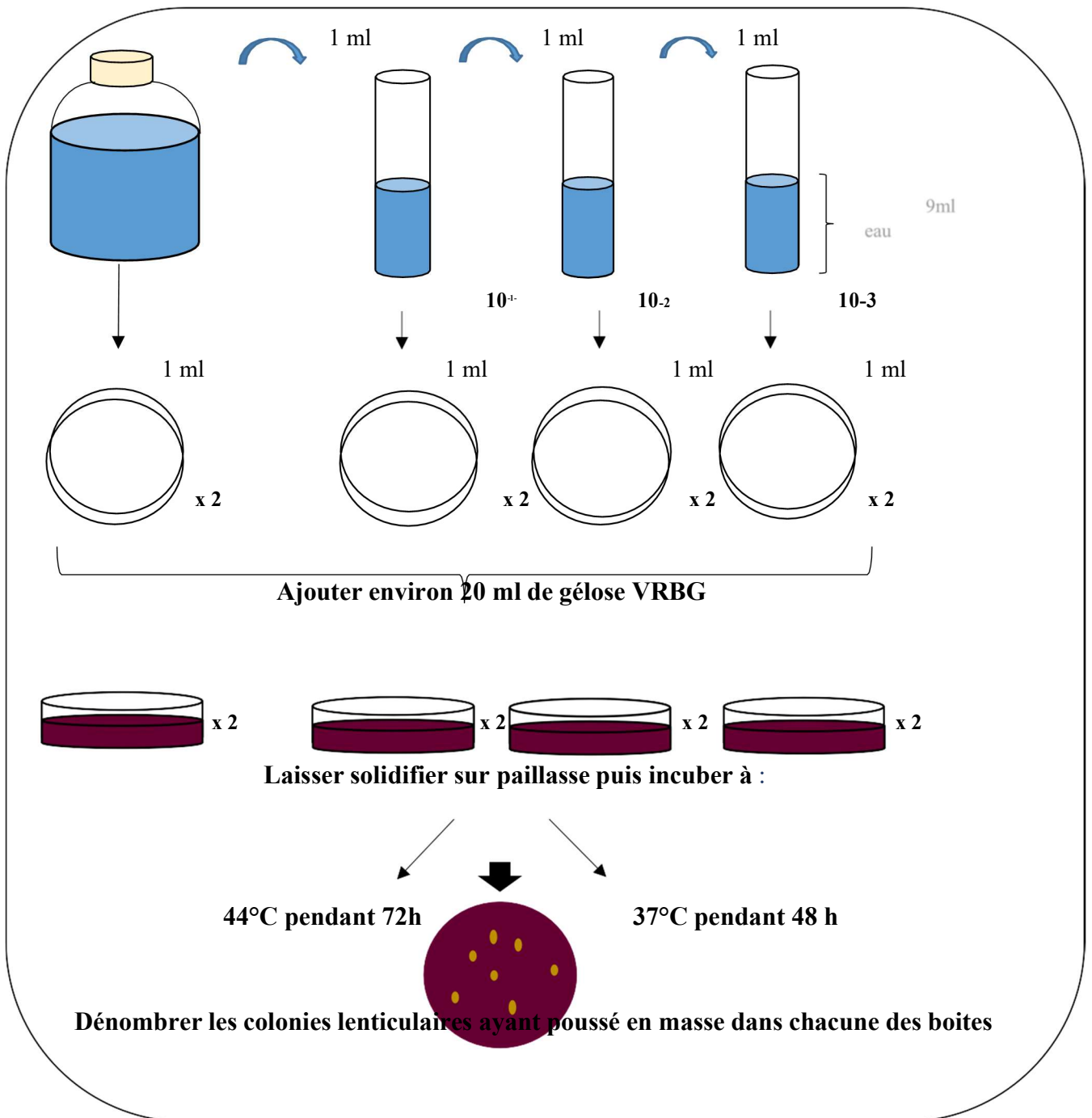
### **II.1 Détermination de coliforme tautaux et fécaux**

➤ **Mode opératoire :**

Le dénombrement s'effectue dans La gélose glucosée biliée au bilié au cristal violet et au rouge neutre (VRBG)

- A partir des suspensions mères on précède tout d'abord à préparer les dilutions décimales( $10^{-1}$ , $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ) en utilisant l'eau physiologique stérile.
- À l'aide d'une pipette on prélève 1 ml (dite inoculum) de la suspension mère et onl'ensemence dans des boites de Pétri stérile
- Le milieu de culture VRBG est rajouté par la suite ;
- Après homogénéisation, une série de boites de Pétri est incubée à 44°C pendant 24H pourla recherche des coliformes fécaux et l'autre série à 37°C pendant 48H pour la recherche des coliformes totaux.

On identifie immédiatement chaque boite avec une étiquette ou une référence qui porte le nom de l'échantillon, la dilution décimale, le milieu utilisé, la date et l'heure du prélèvement.



**Photo N°13 :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux.

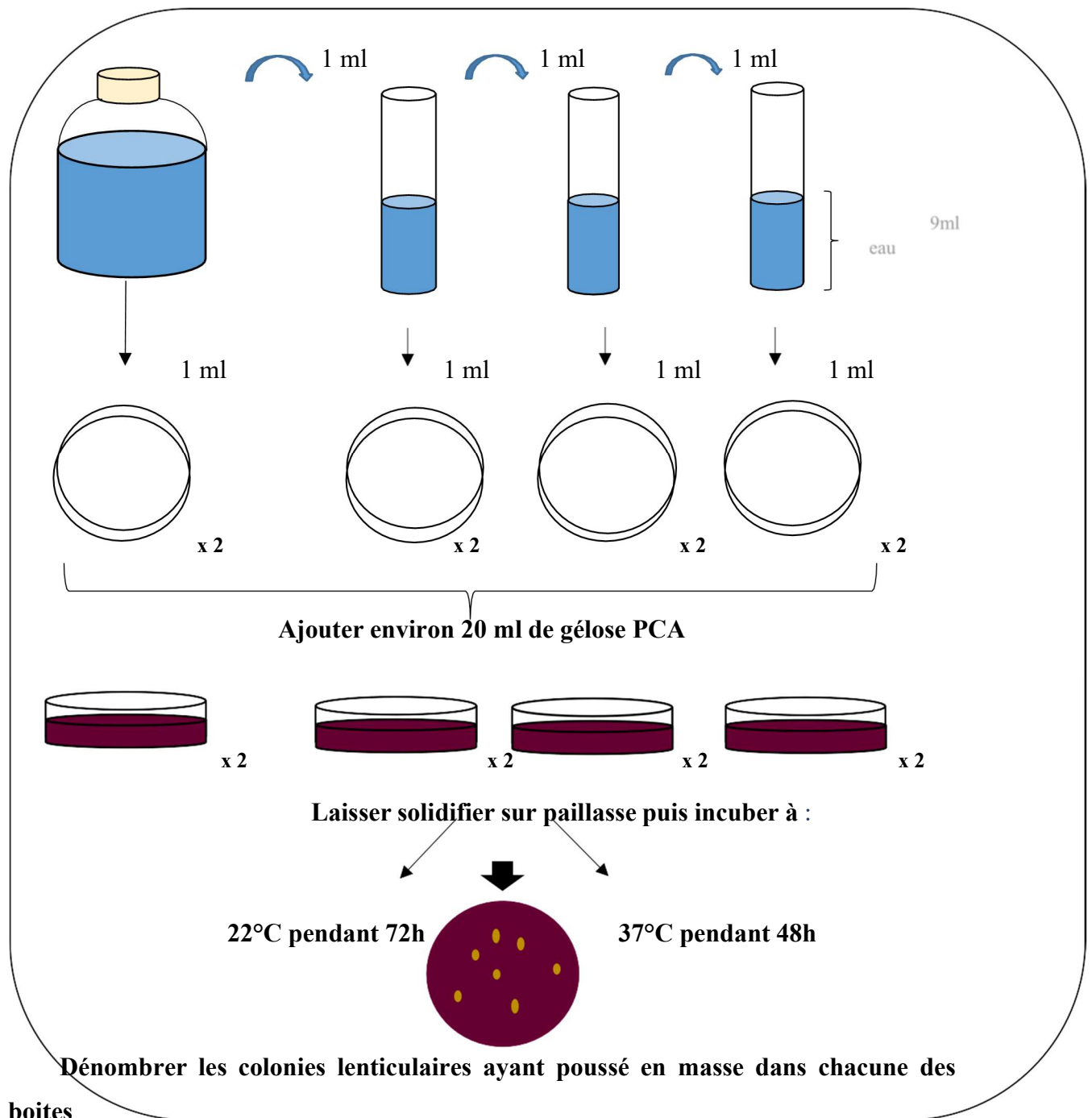
## II.2 Détermination des bactéries Flore Mésophile Aérobie Total (FTAM) à 22°C et 37°C

Le dénombrement s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure appelée par les Anglo-Saxons "Plate Count Agar" ou PCA (composition en Annexe). C'est un milieu de dénombrement des bactéries aérobies revivifiées à 22 et à 37°C

- P) À partir des dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ) :

- L'aide d'une pipette on prélève 1 ml (dite inoculum) de la suspension mère et on l'ensemence dans des boîtes de Pétri stériles.
- Le milieu de culture PCA est rajouté par la suite ;
- Après homogénéisation, une série de boîtes de Pétri est incubée à 22°C pendant 72H et l'autre série à 37°C pendant 48H.

On identifie immédiatement chaque boîte avec une étiquette ou une référence qui porte le nom de l'échantillon, la dilution décimale, le milieu utilisé, la date et l'heure du prélèvement.

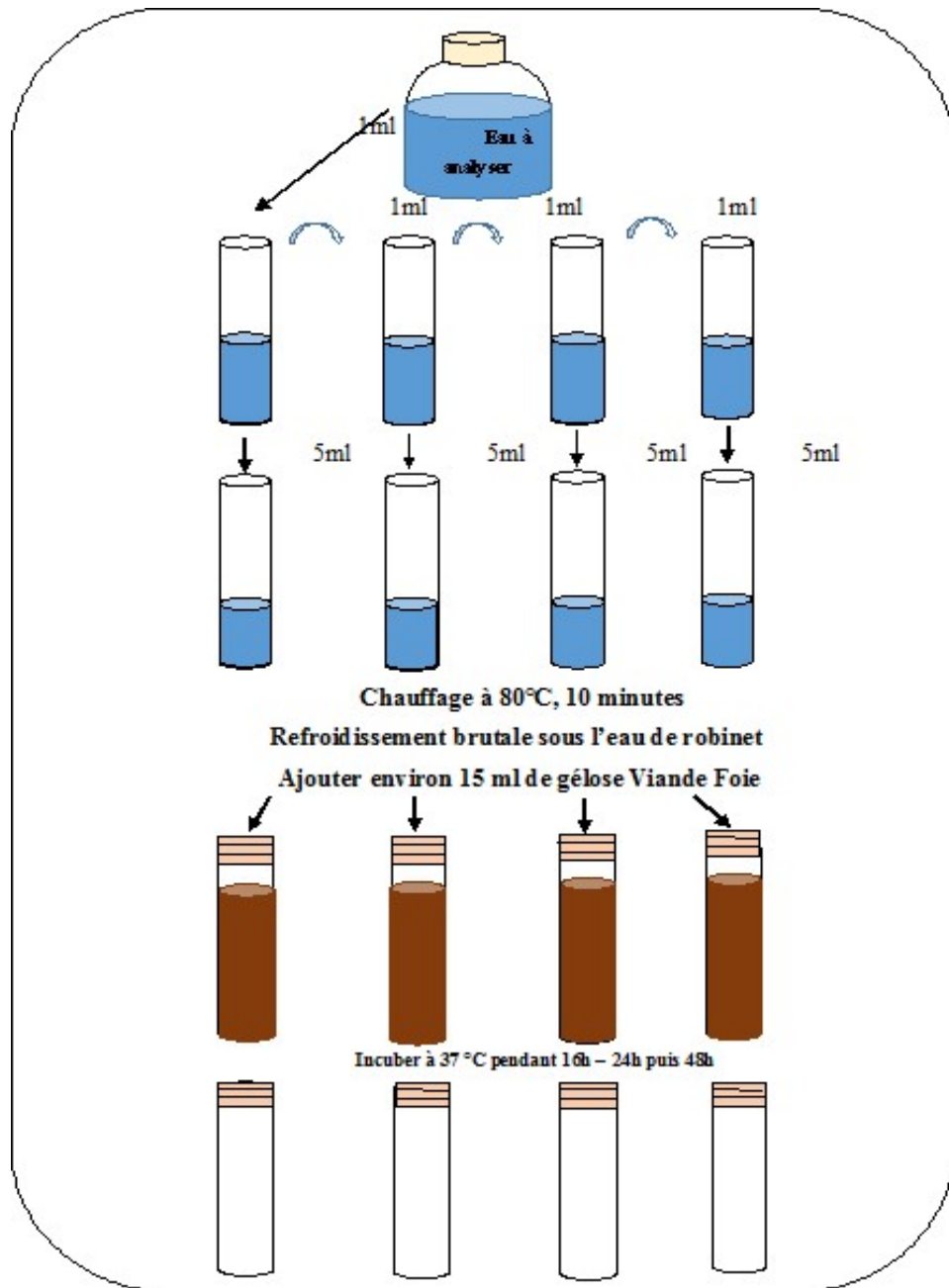


**Photo N°14 : Recherche des bactéries Flore Mésophile Aérobie Total (FTAM)**

## **II.3 Détermination des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)**

### **➤ Mode opératoire**

- À partir des dilutions décimales ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ).
- Prendre environ 5 ml de chaque dilution dans des tubes stériles, qui seront par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de  $80^{\circ}\text{C}$  pendant 8 à 10 minutes dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- Refroidir immédiatement les tubes sous l'eau de robinet.
- Ajouter environ 15 ml de gélose VF, fondue puis refroidie à  $45 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à  $37^{\circ}\text{C}$ , pendant 24 à 48 heures.



**Photo N°15 :** Recherche et dénombrement des anaérobies sulfitoréducteurs (ASR)

## Sommaire

Le but de notre recherche scientifique est d'étudier la qualité de l'eau avant et après traitement

à l'usine de Bir Issa pendant une période de trois mois avril, mai, juin 2022 et ceci en faisant plusieurs analyses physico-chimiques et bactériologiques pour les deux échantillons tels que la température, le pH, turbidité, oxygène dissous,

Nous constatons que les résultats physico-chimiques ne sont pas très proches des normes car les bassins naturels fonctionnent normalement sans ajout d'additifs et sont très lents par rapport aux autres stations. Les résultats bactériologiques montrent l'absence d'anaérobies grande quantité de bactéries.

A cet effet, cette eau purifiée peut être utilisée pour l'irrigation agricole, mais avec prudence, des traitements complémentaires doivent être envisagés tout en respectant la nature des cultures prescrites.

## ABSTRACT

The purpose of our scientific research is to study the quality of water before and after treatment at the Bir Issa factory for a period of three months April, May, June 2022 and this by doing several physico-chemical and bacteriological analyzes for the two samples such as there temperature, pH, turbidity, dissolved oxygen.

We note that the physico-chemical results are not very close to the standards because the natural basins operate normally without the addition of additives and are very slow compared to the other stations. The bacteriological results show the absence of anaerobic large amount of bacteria.

For this purpose, this purified water can be used for agricultural irrigation, but with caution, additional treatments must be considered while respecting the nature of the prescribed crops.

## الملخص

الهدف من بحثنا العلمي هو دراسة نوعية المياه قبل وبعد المعالجة بمحطة بئر عيسى خلال مدة ثلاثة أشهر افريل، ماي، جوان ٢٠٢٢ وهذا بالقيام بعدة تحاليل فيزيو كيميائية وبكتريولوجية لكلتا العينتين مثل درجة الحرارة، درجة الحموضة، التعكر، الاوكسجين المذاب.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ان النتائج الفيزيو كيميائية غير مطابقة كثيرا الى العوامل لان الاحواض الطبيعية تعمل طبيعيا دون اضافة اي إضافات وهي بطيئة جدا مقارنة بالمحطات الأخرى. النتائج البكتريولوجي تظهر عدم وجود اللاهوائيات كمية عالية من الجراثيم.

لهذا الغرض يمكن استخدام هذه المياه المنقاة في الري الفلاحي ولكن بحذر، يجب اعادة النظر في علاجات إضافية مع احترام طبيعة المحاصيل المنصوص عليها.



