

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

**Domaine :** Science de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences alimentaires

**Spécialité / Option :** Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

**Département :** Biologie

---

### Thème

**Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau utilisée dans les industries agro-alimentaire**

**Cas : Conserverie Amor Ben Amor- Bouati Mahmoud - Guelma**

---

**Présenté par :**

- DAFRI Nabila
- KHAMASSI Ikram
- NOUADRI Hadjer

**Devant la commission composé de :**

<b>Président :</b>	Dr. GUEROUI Y.	MCA	Université de Guelma
<b>Examineur :</b>	Dr. MERZOUG A.	MCB	Université de Guelma
<b>Encadreur :</b>	Dr. ROUABHIA K.	MAA	Université de Guelma

**Juillet 2019**

## ***Remerciements***

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude, avant tout à "ALLAH" le tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier monsieur **Gueroui Y.** en tant que président, monsieur **Merzoug A.** en tant qu'examinateur et monsieur **ROUABHIA K.** d'avoir accepté de nous encadré sur ce thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail, et tous les membres de la commission.

Nos remerciements vont à tout le personnel de la conserverie Amor Ben Amor et en particulier les membres du laboratoire ; monsieur **ANNABI A.**, madame **YAHAMDI H.**, madame **BOUNABE N.** et monsieur **SESSAOUI K.**

Nous remercions les membres des laboratoires de l'Université 08 mai 1945 -Guelma-, merci pour votre disponibilité et vos encouragements.

Nos remerciements à tous les enseignants de la Faculté de Science de la nature et de la vie et Sciences de l'Univers et de la Terre.

Finalement, nous remercions tous les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

## ***Dédicaces***

*A tous ceux qui m'ont consacré temps, patience et conseils surtout  
dans les moments difficiles.*

*Les plus chères à mon cœur, les bougies qui ont éclairés ma vie «**Mes parents**»*

*A mon « **Grand père** » et ma « **Grande mère** »*

*A Ma chère sœur "**Sara**"*

*A mes oncles surtout "**Tarek et Toufik**"*

*A mes tantes "**Hafida et Leila**"*

*A mon fiancé "**Hatem**"*

*Et sans oublier ma cousine "**Chaima**"*

*Et toutes mes amoureuses ...*

***Hadjer.***

## ***Dédicace***

*Grace à **Dieu** tout clément et miséricordieux, qui m'a tracé la route, et ma donnée le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à*

*La fin.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents :*

*Ma chère mère **Sihem**, pour l'affection et l'amour qui m'ont donné, le courage et la force dans les moments les plus difficiles. Mon père **Mohamed**, pour son soutien moral et ses conseils les plus précieux qui m'ont servi dans ma vie et son encouragement sans limite.*

*Mes adorables sœurs **Wissem, Amina** et mon chères Frères **Imad**.*

*A ma très chère sœur **Nesrine** et son époux **Kamel**.*

*A tout ma famille, mes amis, et mes collègues.*

***Ikram.***

## ***Dédicaces***

*Avec l'aide et la protection d'ALLAH S'est réalisé ce travail.*

*Je dédie ce travail à :*

*Ma chère mère **Akila** qui m'a éclairée mon chemin et qui m'a encouragée et soutenue  
tout au long de mes études.*

*Mon père **Hafid** qui me conseillait et me poussait vers le but le plus sublime dans la  
vie, comme il a toujours agi tenacement afin de surmonter toutes les difficultés.*

*Mes adorables sœurs **Asma, Ghaniya et Mahdia**, et mes chers frères **Karim** et  
**Bilel** pour leur encouragement, leur assistance et leur soutien. Que dieu vous préserve*

*Mes grandes familles, grandes et petites*

*Mes chères amies **Ikram, Hadjer, Bothayna, Zina et Asma**.*

*Et surtout mon fiancé **Hossin***

*A toute ma promotion*

***Nabila.***

## **Table des Matières**

### **TABLE DES MATIERES**

### **LISTE DES ABRIVIATIONS**

### **LISTE DES FIGURES**

### **LISTE DES TABLEAUX**

### **INTRODUCTION.....01**

## **PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre 01 : Notion générale sur l'eau .....03**

#### **1. Définition de l'eau .....03**

#### **2. Principales sources d'approvisionnement en eau.....03**

##### **2.1. Les eaux souterraine.....03**

##### **2.2. Les eaux de surface.....04**

#### **3. Pollution de l'eau .....04**

##### **3.1. Sources de pollution.....04**

###### **3.1.1. Source industrielle.....04**

###### **3.1.2. Source agricole.....05**

###### **3.1.3. Source urbaine.....05**

##### **3.2. Types de polluants.....05**

###### **3.2.1. Polluants biologiques.....05**

###### **3.2.2. Polluants chimiques.....05**

###### **3.2.3. Polluants physiques.....06**

##### **3.3. Les paramètres indicateurs de la pollution.....06**

###### **3.3.1. Demande biochimique en oxygène .....06**

###### **3.3.2. Demande chimique en oxygène .....06**

###### **3.3.3. La matière en suspension .....06**

#### **4. Les maladies à transmission hydrique.....07**

### **Chapitre 02 : Les principaux paramètres de contrôle d'eau.....08**

#### **1. Les Paramètres physiques.....08**

---

1.1	Concentration en ions hydrogène.....	08
1.2	Conductivité électrique .....	08
1.3	Température.....	08
<b>2.</b>	<b>Les Paramètres chimiques.....</b>	<b>09</b>
2.1	Alcalinité de l'eau.....	09
2.1.1	Titre alcalimétrique.....	09
2.1.2	Titre alcalimétrique complet.....	09
2.2	Chlorure.....	09
2.3	Fer dissous.....	10
2.4	Chlore libre.....	10
2.5	Dureté.....	10
<b>3.</b>	<b>Les Paramètres bactériologiques.....</b>	<b>10</b>
3.1	Les germes totaux.....	10
3.2	Les coliformes.....	10
3.3	Les streptocoques fécaux .....	11
3.4	Les <i>Clostridium</i> sulfito– réducteurs.....	11
<b>Chapitre 03 : Présentation de cadre d'étude.....</b>		<b>12</b>
<b>1.</b>	<b>Historique de l'usine (Conserverie Ben Amor - Bouati Mahmoud).....</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>Utilisation de l'eau dans la conserverie Amor Ben Amor.....</b>	<b>13</b>
<b>3.</b>	<b>Traitement de l'eau dans l'usine Amor Ben Amor.....</b>	<b>14</b>
3.1	Importance du traitement des eaux.....	14
3.2	Traitement de l'eau brute.....	14
3.2.1.	L'arrivé de l'eau brute de l'usine.....	15
3.2.2.	Le prétraitement.....	15
3.2.3.	Traitement de clarification.....	16
3.2.3.1.	Coagulation –Floculation.....	16
3.2.3.2.	Décantation.....	16
3.2.3.3.	Filtration à sable.....	18
3.2.3.4.	Ultrafiltration.....	19
3.2.3.5.	Déferrisation et démanganisation.....	20
3.3.	Traitement de l'eau potable.....	20
3.3.1.	La désinfection de l'eau.....	21
3.3.2.	Filtration par charbon actif.....	21

3.3.3. Désinfection à Ultra-violet.....	22
3.4. Traitements de l'eau de chaudière.....	23
3.4.1. L'adoucissement.....	24
3.4.2. L'osmosement.....	25
3.4.3. Dégazement.....	26
3.5. Traitement de l'eau de rejet.....	26
3.5.1. Les étapes de traitement dans l'usine (CAB – Bouati Mahmoud).....	27
3.5.1.1. Mesure le pH et le débit de l'eau de rejet.....	28
3.5.1.2. Filtration.....	29
3.5.1.3. Traitement biologique par boues activées.....	29

**PARTIE II : partie expérimentale**

<b>Chapitre 04 : Matériel et Méthodes.....</b>	<b>32</b>
<b>1. Echantillonnage et mode de prélèvement.....</b>	<b>32</b>
1.1. Les analyses physico-chimiques.....	32
1.2. Les analyses bactériologiques.....	33
<b>2. Analyse des paramètres physico-chimiques ("CAB" Bouati Mahmoud).....</b>	<b>34</b>
2.1. Détermination de la température.....	34
2.2. Détermination du potentiel d'hydrogène.....	34
2.3. Détermination de la conductivité électrique.....	34
2.4. Détermination de la turbidité.....	35
2.5. Dosage de l'alcalinité par titrimétrie TA-TAC.....	36
2.6. Dosage de la dureté (TH).....	37
2.7. Dosage de chlorure (Cl <sup>-</sup> ).....	39
2.8. Dosage du chlore libre (Cl <sub>2</sub> ).....	40
2.9. Dosage du fer (Fe).....	41
<b>3. Analyse des paramètres bactériologiques ("CAB" Bouati Mahmoud).....</b>	<b>42</b>
3.1. Recherche et dénombrement des germes totaux.....	42
3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	45
3.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	48
3.4. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito– réducteurs.....	51
<b>Chapitre 05 : Résultats et discussions.....</b>	<b>54</b>
<b>1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques.....</b>	<b>54</b>

1.1. Température (T°).....	54
1.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	54
1.3. Conductivité électrique (CE).....	55
1.4. Turbidité.....	56
1.5. Alcalinité de l'eau (TA-TAC).....	57
1.6. Chlorure (Cl <sup>-</sup> ).....	58
1.7. Dureté de l'eau (TH).....	59
1.8. Fer (Fe).....	60
1.9. Chlore libre (Cl).....	61
<b>2. Résultats et discussion des analyses bactériologiques.....</b>	<b>62</b>
2.1. Germes totaux (GT).....	62
2.2. Coliformes totaux (CT).....	63
2.3. Streptocoques fécaux (SF).....	66
2.4. Clostridium sulfito – réducteurs .....	67
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>69</b>
<b>LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>72</b>
<b>ANNEXE</b>	
<b>RESUME</b>	

---

**Liste des abréviations**

- **ADN** : Acide Désoxyribonucléique.
  - **AgNO<sub>3</sub>** : Liqueur Argentimétrique.
  - **AL<sup>2</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>** : Sulfate d'Alumine (coagulant).
  - **BCPL** : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol.
  - **Ca<sup>2+</sup>** : Calcium.
  - **CAB** : Conserveries Amor Ben Amor.
  - **CaCl<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Hypochlorite de Calcium (Javel).
  - **CaCO<sub>3</sub>** : carbonate de calcium.
  - **CE** : Conductivité Électrique.
  - **CF** : Coliformes fécaux.
  - **Cl** : Chlore.
  - **Cl<sup>-</sup>** : Chlorure.
  - **CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** : ions carbonate.
  - **Cond 7110** : Conductimètre 7110.
  - **CSC** : Centre de recherche en soudage et contrôle.
  - **CSNEJ** : Chambre Syndicale Nationale de l'Eau de Javel.
  - **CSP** : Critère de Santé Publique.
  - **CT** : Coliformes totaux.
  - **DBO** : Demande Biochimique en Oxygène.
  - **DBO<sub>5</sub>** : Demande Biochimique en Oxygène consommée au bout de 5 jours.
  - **DCO** : Demande Chimique en Oxygène.
  - **DPD** : Directive Préparation Dangereuses.
  - **D/C** : Double Concentration.
  - **E. coli** : Escherichia coli.
  - **EDTA** : Acide Éthylène-diamine-tétra-acétique.
  - **EVA Litsky** : Éthyle Violet et Azide de sodium de litsky.
  - **Fe<sup>2+</sup>** : Fer Ferreux.
  - **Fe<sup>3+</sup>** : fer ferrique.
  - **°f** : Degré français.
-

- **Gélose VF** : Gélose Viande Foie.
  - **GLS** : General Logistics Systems.
  - **GT** : Germes totaux.
  - **H<sup>+</sup>** : Ion d'hydrogène.
  - **HCL** : Chlorure d'Hydrogène.
  - **HCIO** : Acide Hypochloreux.
  - **HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : ions hydrogénocarbonate.
  - **HCP** : Hygiène Chemicals Production.
  - **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** : Acide Sulfurique.
  - **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
  - **K<sup>+</sup>** : potassium.
  - **KCl** : chlorure de potassium.
  - **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>** : chromate de potassium.
  - **M<sup>3</sup>** : Mètre Cube.
  - **MES** : Matières en Suspension.
  - **Mg<sup>2+</sup>** : Ion de magnésium.
  - **Milieu EVA Litsky** : Milieu Ethyle-Violet-Azide de Litsky.
  - **Mn** : Manganèse.
  - **MTH** : Maladies à Transmission Hydrique.
  - **N** : Nombre de Millilitre de liqueur argentimétrique versé pour l'obtention de coloration.
  - **Na<sup>+</sup>** : sodium.
  - **NaCl** : Chlorure de sodium.
  - **NaOH** : Hydroxyde de Sodium.
  - **Na<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>** : Acide Dithioneux (Mita bisulfite).
  - **NPP** : Nombre Premier Probable.
  - **NTU** : Néphélométrie turbidité unit.
  - **OFEFP** : Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage.
  - **OH<sup>-</sup>** : Ion hydroxyde.
  - **OI** : Osmose Inverse.
  - **OMS** : Organisation Mondiale de Santé.
  - **PH** : Potentiel d'Hydrogène.
-

- **SARL** : Société A Responsabilité Limitée.
  - **S/C** : Simple Concentration.
  - **SF** : Streptocoques fécaux.
  - **TA** : Titre Alcalimétrique.
  - **TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.
  - **TGEA** : Gélose Glucosée Tryptonée à l'Extraction de Levure.
  - **TH** : Titre Hydrotimétrique (La dureté).
  - **Turb 430** : Turbidimètre 430.
  - **UFC/ml** : Unités Formats une Colonie par Millilitre.
  - **UV-C** : Ultraviolet Courte.
  - **UV** : Ultraviolet.
-

## Liste des figures

<b>N° de figures</b>	<b>Titres</b>	<b>N° de pages</b>
01	Situation géographique de la conserverie (CAB)	12
02	L'arrivé de l'eau brute (A) et Bassins d'accumulation de l'eau de l'oued (B)	15
03	Filtre autonettoyant	16
04	Décanteur	18
05	Décanteur à flux horizontal	18
06	Filtres à sable de 1200 m <sup>3</sup> (C) / 2400 m <sup>3</sup> (D)	19
07	Membranes d'ultrafiltration	19
08	Membrane de filtration	20
09	Déferrisateur	20
10	Filtre à charbon actif	22
11	Appareille d'UV	22
12	Lampe UV	23
13	Chaudière	23
14	Adoucisseurs	24
15	Mécanisme de travail d'adoucisseur	25
16	Osmoseur	26
17	Dégazeur	26
18	Décharge de L'eau usée dans la station d'épuration	27
19	Schéma générale de la station d'épuration de l'eau de rejet	28
20	PH-mètre (E) et débit-mètre (F)	28
21	Filtre dégrilleur et l'évacuation de déchets vers les bennes de décharge	29
22	Processus des boues activées	30
23	Bassin d'aération (G) et bassin de clarification (H)	30

24	Souffleur d'air	31
25	Recyclage de La boue activée dans les bassins d'aération (I) et Le Lit de séchage (J)	31
26	Point de prélèvement pour l'analyse physico-chimique de l'eau avant et après traitement	32
27	Point de prélèvement pour l'analyse bactériologique de l'eau avant et après traitement	33
28	pH mètre 7110	34
29	Conductimètre 7110	35
30	Turbidimètre portatif Turb <sup>R</sup> 430	35
31	Dosage de l'alcalinité par titrimétrie (TA - TAC) de l'eau avant et après traitement	37
32	Dosage de la Dureté de l'eau avant et après traitement	38
33	Dosage du chlorure de l'eau avant et après traitement	40
34	Dosage de chlore libre de l'eau avant et après traitement	41
35	Dosage de fer de l'eau avant et après traitement	42
36	Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau avant et après traitement	45
37	Recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau avant et après traitement	48
38	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau avant et après traitement	51
39	Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito- réducteurs dans l'eau avant et après traitement	53
40	Variations de la température d'eau avant et après traitement	54
41	Variations du pH de l'eau avant et après traitement	55
42	Variations de la conductivité électrique de l'eau avant et après traitement	56
43	Variations de la turbidité d'eau avant et après traitement	57
44	Variations de l'alcalinité de l'eau avant et après traitement	58
45	Variations de chlorure de l'eau avant et après traitement	59

46	Variations de la dureté d'eau avant et après traitement	60
47	Variations du fer de l'eau avant et après traitement	61
48	Variations de chlore libre dans l'eau avant et après traitement	62
49	Prolifération des germes totaux avant (A) et après (B) traitement	62
50	Photo montre les résultats de la recherche des coliformes totaux (colimétrie) dans l'eau avant et après traitement	64
51	Variations des coliformes totaux dans l'eau avant et après traitement	64
52	Variations des coliformes fécaux dans l'eau avant et après traitement	65
53	Photo montre les résultats de la recherche des streptocoques fécaux dans l'eau avant et après traitement	66
54	Variations des streptocoques fécaux dans l'eau avant et après traitement	66
55	Photo montre les résultats de la recherche des spores de clostridium sulfito-réducteurs dans l'eau avant et après traitement	67

---

**Liste des tableaux**

<b>N° de tableaux</b>	<b>Titres</b>	<b>N° de pages</b>
01	Information générale sur l'entreprise Amor Ben Amor	13
02	Résultats de dénombrement des germes totaux avant et après traitement en GT/ml	63
03	Résultats de dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteur avant et après traitement en spores/20ml d'eau	68

---

## **Introduction**

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau. Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie. Elle peut véhiculer en particulier de nombreux micro-organismes, bactéries, virus et protistes de tout genre, qui y vivent et s'y développent (Belhadj, 2017).

L'eau est l'une des matières premières les plus largement utilisées dans l'industrie agroalimentaire. Le maintien de sa qualité est une tâche essentielle à chaque étape de production, y compris le lavage, la cuisson, la stérilisation, la pasteurisation, les circuits de refroidissement, d'alimentation de chaudière ou encore pour les dilutions de produits semi fini. Les industries paramètrent l'eau recherchée par une ou plusieurs étapes successives afin d'obtenir une eau pure qui n'endommage pas leurs installations lors de son passage. Ces traitements peuvent être physiques, chimiques, ou encore biologiques (Abdellah, 2012).

La qualité et la quantité d'eau de procès industriel peuvent être très variables d'une industrie à une autre, ce choix se fait selon les exigences de l'entreprise.

Au cours de la réalisation de notre mémoire intitulé : « Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau utilisé dans les industries agro-alimentaires : Cas Conserverie Amor Ben Amor- Bouati Mahmoud- Guelma », nous essayons d'apporter le minimum requis pour satisfaire la curiosité de ceux qui s'intéressent à ce sujet.

L'objectif de ce travail est de réaliser des analyses physico-chimique et bactériologiques pour estimer les principaux paramètres physique et chimique ainsi que l'évaluation de la qualité hygiénique notamment la recherche des germes de contamination fécale des eaux utilisées dans l'industrie agro-alimentaire de la Conserverie Amor Ben Amor.

Après une première partie consacrée pour l'étude bibliographique qui est composée de deux chapitres. Le premier chapitre est un rappelle sur l'eau d'une façon générale. Le deuxième chapitre montre les principaux paramètres de contrôle de l'eau.

La seconde partie expérimentale, est essentiellement consacrée à la présentation des caractéristiques générales de la région d'étude et représente la démarche pour les différentes méthodes de traitement des eaux. La présentation du matériel, méthodes et la discussion des résultats obtenus, ont fait l'objet des deux derniers chapitres de ce manuscrit. Enfin, nous tirons une conclusion.

## **Chapitre 01 : Notions générales sur l'eau**

### **1. Définition de l'eau**

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (Zouag et Belhadj, 2017).

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes (pluie, glace, neige... etc) (Manceur et Djaballah, 2016).

### **2. Principales sources d'approvisionnement en eau**

L'eau circule en permanence sur la terre, sous la terre et dans l'atmosphère, elle résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers. Les vapeurs forment des nuages qui sont emportés par le vent et tombent ensuite sous forme de brouillards, de pluie, de neige ou de grêle (Manceur et Djaballah, 2016).

L'eau à l'état naturel n'est jamais « pure » ; c'est un milieu vivant qui se charge de très divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle (Zouag et Belhadj, 2017).

On trouve deux sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de surface (rivières, fleuves, mers et lacs), les eaux souterraines (les nappes).

#### **2.1. Les eaux souterraines**

La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains (une texture moyenne, une porosité élevée, la capacité de l'eau a un bon drainage interne et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères) (Zouag et Belhadj, 2017), le mot « aquifère » ou encore « nappe » désigne simplement une couche de sol contenant de l'eau (Ayad, 2016).

#### **2.2. Les eaux de surface**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots)

(Ayad, 2016). Ces eaux caractérisées par la présence de gaz dissous, la présence de plancton et une concentration des diverses matières en suspension (Sow, 2017).

### **3. La pollution de l'eau**

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme une modification de ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts de corps étrangers ou de matières indésirables. Ces substances polluantes peuvent avoir différentes origines : Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...), agricole (engrais, pesticides) et urbaine (activités domestiques ; eaux d'égout....) (Mekhalif, 2009).

#### **3.1. Les sources de pollution**

L'activité humaine, qu'elle soit son origine industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui engendrent de différents types de pollution qui peuvent être permanentes périodiques ou encore accidentelles ou aiguës (Ayad, 2016).

##### **3.1.1. La pollution d'origine industrielle**

L'industrie est la grande consommatrice d'eau, par conséquent ces eaux utilisées seront rejetées sales, chargées en produits chimiques, produits phytosanitaires, métaux lourds, hydrocarbures, solvants et surtout en matières organiques et inorganiques...etc, si elles ne sont pas traitées dans une station d'épuration, elles entraînent une pollution physique et chimique du milieu aquatique et naturel (Belhadj, 2017).

##### **3.1.2. La pollution d'origine agricole**

L'agriculture moderne représente une importante source de pollution de l'espace rural mais aussi des milieux intégrés par l'homme. En réalité, l'abus de l'utilisation des engrais chimiques, des pesticides, la mauvaise gestion des ressources en eau et la désinformation ou plutôt l'ignorance des agriculteurs de la région et leur irresponsabilité augmentent les risques de la contamination des eaux par les produits agricoles (Chaden, 2014).

### 3.1.3. La pollution d'origine urbaine

Les déchets continuent à être rejetés dans la nature sans aucun traitement, par temps de pluie sont susceptibles de modifier considérablement les conditions hydro biologiques du milieu récepteur (Chaden, 2014).

## 3.2. Types de Polluants des eaux

### 3.2.1. Polluants biologiques

La pollution microbiologique résulte de la présence des microorganismes dans l'eau (bactéries pathogènes, virus et parasites), qui sont véhiculés par l'eau et sont responsables de beaucoup de maladies hydriques. Le risque microbiologique est majoritairement associé à l'ingestion d'eau contaminée avec les matières fécales humaines ou animales ou par des insectes et d'autres animaux morts (Franck et *al.*, 2010 ; Moussa haidar, 2014).

### 3.2.2. Polluants chimiques

La pollution chimique est définie comme la présence des substances dissoutes indésirables ou dangereuses, ce sont des corps dépourvus de vie qui peuvent être nuisibles à l'homme (Zgheib, 2009).

Elle est engendrée par des rejets des produits chimiques à la fois d'origine industrielle et domestique. Elles peuvent résulter notamment de l'utilisation de pesticides, de détergents ou encore de métaux lourds (Franck et *al.*, 2010).

### 3.2.3. Polluants physiques

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, le pH, la conductivité, la présence des particules en suspension et le changement de l'effet réfractaire de l'eau (Alia et *al.*, 2018).

La contamination physique est causée par des matières inorganiques (sable, argile et matière végétale). Elle affecte la couleur, l'odeur ou le goût de l'eau (Franck et *al.*, 2010).

## 3.3. Paramètre indicateurs de la pollution

Deux méthodes permettant d'évaluer la quantité en matière organique présente dans l'eau sont généralement utilisées : Demande Biochimique en Oxygène (DBO) et Demande Chimique en Oxygène (DCO). Ces deux méthodes se basent sur la différence entre la teneur en oxygène dissous initiale et la teneur en oxygène dissous finale après oxydation de la matière organique présente dans un échantillon d'eau (De villers et *al.*, 2005).

---

### 3.3.1. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La demande biochimique en oxygène DBO, exprimée en (mg) d'oxygène par litre, permet l'évaluation des matières organiques biodégradables dans les eaux. Plus précisément, ce paramètre mesure la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction des matières organiques grâce aux phénomènes d'oxydation par voie aérobie (Sadi et *al.*, 2007). Pour la mesurer, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5 (De villers et *al.*, 2005).

### 3.3.2. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO correspond à la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides...etc.) présent dans les eaux résiduaires. Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales, y compris celles qui ne sont dégradables par les bactéries (De villers et *al.*, 2005).

### 3.3.3. Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques, biodégradables ou non, ce paramètre exprimé en mg/l. Leur principal effet est de troubler l'eau : c'est la turbidité (Zaimeche, 2014).

- **La turbidité**

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en matières en suspension de très faibles dimensions (grains de silice, matière organique, limons...) (Manceur et Djaballah, 2016).

La consommation d'une eau très trouble peut constituer un risque pour la santé car une turbidité excessive peut protéger des micro-organismes pathogènes ou stimuler la croissance des bactéries dans les réseaux. Pour cette raison, réduire de la turbidité est l'un des buts primordiaux du traitement (Hamdi, 2011). En effet, la turbidité joue un rôle dans La réduction de :

- La transparence (empêche le passage de la lumière) ;
- La croissance des plantes marines (un effet sur la photosynthèse) ;
- L'efficacité des traitements de potabilisation de l'eau [1].

#### **4. Les maladies à transmission hydrique**

L'eau est une ressource indispensable à la vie. D'autre part, elle représente la première cause de mortalité et de maladie dans le monde.

Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites (Tourab, 2013). Les agents contaminants proviennent habituellement du tube digestif de l'homme ou des animaux (mammifères et oiseaux) [2].

## Chapitre 02 : Les principaux paramètres de contrôle de l'eau

### 1. Les Paramètres physiques

#### 1.1. Concentration en ions d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). Il traduit ainsi la balance entre acide et base (Benaziza et *al.*, 2017). La valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C (eau pure). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés [3].

#### 1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la qualité de sels ionisables (Elmorhit, 2009).

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par :

- La teneur en substances dissoutes ;
- La capacité d'ionisation ;
- La mobilité et la température de l'eau ;
- Le degré de minéralisation d'une eau (Nouayti et *al.*, 2015) .

#### 1.3. Température (T)

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau (la solubilité des sels et surtout des gaz en particulier l' $O_2$ ) et a une grande influence sur l'activité biologique (le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau) (Bassompierre, 2007 ; Ourtellié Brahimi, 2012).

### 2. Les Paramètres chimiques

#### 2.1. Alcalinité de l'eau

L'alcalinité de l'eau se définit comme étant sa capacité à neutraliser un acide. L'alcalinité de l'eau naturelle est liée principalement aux ions hydroxydes ( $OH^-$ ), les ions

carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et les ions hydrogénocarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et certaines formes de matière organique contribuent légèrement à son alcalinité [4].

On distingue deux types d'alcalinité : Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC), ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en (bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes) contenues dans l'eau. Le TA et le TAC s'expriment généralement en degré français ( $^\circ\text{f}$ ), 1 degré ( $^\circ\text{f}$ ) = 4 mg/l de calcium ou 2,43 mg/l de magnésium ou 10 mg de calcaire (CSC. 2012).

### 2.1.1. Titre alcalimétrique (TA)

Le TA correspond à la mesure de la teneur d'une eau en hydroxydes et de la moitié de sa teneur en carbonates :  $\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$ .

### 2.1.2. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC est la teneur d'une eau en hydroxydes, carbonates, hydrogénocarbonates :  $\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$ .

## 2.2. Chlorure de l'eau

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) (Nouayti et *al.*, 2015) .

La présence de chlorures dans l'eau peut avoir pour origine le lessivage de terrains traverses. En concentration excessive dans l'eau, les chlorures rendent celle-ci corrosive pour les ouvrages de distribution, leur apparition brusque dans l'eau de consommation est un indice de pollution, elle s'exprime en (mg/L) (Benaziza et *al.*, 2017).

## 2.3. Fer dissous

Le fer est un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. Il est présent dans l'eau sous trois formes : le fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ), le fer ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) et le fer complexé à des matières organiques (acides humiques, fulviques, tanniques...) et minérales (silicates, phosphates...) (GLS. 2006). Leur origine naturelle correspond à la dissolution des roches et au lessivage des sols, et aussi l'activité humaine est une source de ces métaux (Sambou, 2000).

## 2.4. Chlore libre

Le chlore libre est le désinfectant le plus courant et le plus facile à utiliser pour l'eau de boisson et le moins cher. Il est très efficace sur la plupart des germes. Les principaux produits utilisés sont : l'hypochlorite de calcium, le chlorure de chaux, l'hypochlorite de sodium et le chlore gazeux (De villers et *al.*, 2005).

## 2.5. Dureté (TH)

La dureté (Titre Hydrotimétrique) d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques ( $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ ). Elle se mesure en mg de  $\text{CaCO}_3$  par litre [3]. Dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 % à 90 % (CSC. 2012).

## 3. Les Paramètres bactériologiques

### 3.1. Les germes totaux

La numération des germes aérobies mésophiles ou germes totaux, vise à estimer la densité de la population bactérienne générale dans l'eau potable. Elle permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau, sans toutefois déterminer les sources de contamination. D'une manière générale, ce dénombrement est utilisé comme indicateur de pollution et également comme indicateur d'efficacité de traitement (Ayad, 2016).

### 3.2. Les coliformes

#### 3.2.1. Les coliformes totaux

Sous le terme de coliformes est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes Gram<sup>-</sup> appartenant en fait à la famille des *Entérobacteriaceae* et dont la caractéristique classique est la fermentation du lactose, non sporulés, aéro-anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture entre 35 et 37C°, ils sont sensibles au chlore (Hamed et *al.*, 2012).

Ce sont des bactéries que l'on trouve dans l'intestin, mais qu'on peut rencontrer aussi dans d'autres environnements (Chaden, 2014). Ils se répartissent en deux catégories,

les germes thermophiles et les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène). Leur intérêt plus moindre pour déceler une contamination d'origine fécale (Manceur et Djaballah, 2016).

### **3.2.2. Les coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)**

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles (Debabza, 2005).

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C (Debabza, 2005).

### **3.3. Les streptocoques fécaux**

Sont considérées comme streptocoques fécaux, toutes les bactéries Gram<sup>+</sup> de forme oblongue ou de cocci sphériques légèrement ovales. Ils se disposent, le plus souvent, en diplocoques ou en chainettes. Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant, y compris dans les milieux salés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9,6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (Sadi et *al.*, 2007).

### **3.4. Les *Clostridium* sulfito - réducteurs**

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des bactéries anaérobies strictes formant des spores de grande résistance. Ces bactéries considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes exclusivement végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de distinguer une pollution fécale ancienne. Sans parler de l'intérêt réel d'une telle indication concernant la date de la pollution (Bengarmia, 2016).

## Chapitre 03 : Présentation de cadre d'étude

Le présent travail a été élaboré dans l'usine de fabrication des produits alimentaires, à savoir la Conserverie Amor Ben Amor demeurant respectivement dans la région Bouati Mahmoud wilaya de Guelma.

Le présent chapitre comporte donc la situation géographique, ainsi que les différentes utilisations des eaux dans cette usine, depuis l'entrée jusqu' à ce que cette eau soit rejetée dans la nature, on a effectué notre stage pendant une période d'un mois allant du 17/02/2019 au 23/03/2019.

### 1. Historique de l'entreprise

Elle est située à l'Est d'Algérie, dans la wilaya de Guelma, commune de Bouati Mahmoud à 21 km de chef-lieu de la wilaya (fig. 01). Fondé en 1984, l'unité Amor Ben Amor est l'une des conserveries les plus connues à travers le territoire national, par la présence de ses produits de la bonne qualité dans le marché et qui assure environ 50% de la production nationale en conserves de tomates industrielle.

Elle est spécialisée dans la production de la tomate concentrée sous plusieurs formes, les piments (Harissa), confiture d'abricot. La première production de ces produits a commencé en 1986.



**Figure 01** : Situation géographique de la conserverie (CAB) (Google Maps, 2019).

Les différentes informations sur l'entreprise Amor Ben Amor sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 01 : Information générale sur l'entreprise Amor Ben Amor**

<b>Zone</b>	Bouati Mahmoud (Guelma)
<b>Gérant</b>	Mr. Sami Ben Amor
<b>Nature de l'entreprise</b>	Prestataire
<b>Capital Social</b>	926 800 000,00 DA
<b>Effectif</b>	1000 travailleurs
<b>Filiales et groupe</b>	Conserverie Amor Ben Amor, Moulins Amor Ben Amor, Ben Amor Promotion Immobilière, Ben Amor Promotion Touristique, Méditerranéen Mills Company
<b>Registre de commerce</b>	24/00 038101/B/98
<b>Forme juridique</b>	SARL
<b>Régime</b>	Privé
<b>Domaine d'activité</b>	Concentré de tomates appertisé ; Double concentré de tomates ; Aides culinaires à base de tomate; Préparations d'herbes pour sauces; Mélanges d'épices; Harissa; Semoule alimentaire; Couscous alimentaire; Autres semoule et couscous; Pâtes; Millet; Autres céréales (épicerie);
<b>Exportations actuelles</b>	Belgique ; Canada ; Imarats Arabes Unis ; France ; Royaume-Uni ; U.S.A.

## 2. Utilisation de l'eau dans la conserverie Ben Amor

L'eau est nécessaire pour de nombreux usages qui dépendent de sa quantité et sa qualité. Elle est utilisée essentiellement pour :

- Le nettoyage du matériel, de sol et lavage de matière première (tomate, abricot, poivre, fraise...);

- L'alimentation des chaudières (Elle est la source essentielle de la chaleur qui est le moyen de cuisson dans cette usine) et le refroidissement des boîtes des conserveries après stérilisation ;
- La dilution des produits semi-finis (dépotage).

### **3. Traitement de l'eau dans l'usine (AMOR BEN AMOR)**

Bien qu'on dise que l'eau n'a pas de couleur ni de goût, sa qualité varie d'un lieu à l'autre. Cette étape vise donc, à travers des traitements chimiques et physiques, à traiter l'eau de sorte à ce qu'elle corresponde à un seul standard et que le goût de produits soit le même (Abdellah, 2012).

#### **3.1. Importance du traitement des eaux**

En industrie agro-alimentaire, les usages de l'eau sont multiples. Elle peut être utilisée dans le processus de fabrication et ainsi être mise au contact direct des denrées alimentaires et/ou est incorporée directement comme ingrédient lors de la préparation des aliments. Elle sert aussi, entre autres, pour le nettoyage des matériels et des locaux et pour l'hygiène du personnel de l'entreprise [5].

L'eau, y compris sous ces différents états, est un vecteur et/ou un réservoir possible de dangers microbiologiques et chimiques. Ces dangers peuvent être présents dans la ressource utilisée. Ils peuvent également être générés lors du traitement, du stockage et de la distribution de l'eau au sein de l'entreprise, si des mesures appropriées pour la maîtrise de sa qualité ne sont pas appliquées [5].

Les critères de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine sont fixés par le Code de la Santé Publique (CSP) qui vise « toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances, destinés à la consommation humaine, qui peuvent affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale » [5]. A cet effet la station de traitement de l'eau brute de l'usine (Amor Ben Amor) utilise des différentes méthodes dans l'objectif est de la rendre propre à la consommation.

### 3.2. Traitements de l'eau brute

L'eau brute désigne celle qui n'a subi aucun traitement et qui peut alimenter une station de production d'eau potable [6]. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une usine spécialisée dans le traitement de l'eau [7].

#### 3.2.1. L'arrivée de l'eau brute

L'approvisionnement en eau de l'industrie agroalimentaire Ben Amor se fait par un forage effectué dans le site de l'entreprise (l'eau des puits), les eaux de barrage ou bien l'eau de l'oued (grand oued de BOUATI MAHMOUDE). Un traitement primaire commence après la collecte de l'eau dans deux bassins d'accumulation de 1200 m<sup>3</sup> (fig. 02).



**Figure 02 :** L'arrivée de l'eau brute (A) et Bassins d'accumulation de l'eau de l'oued (B) (photo prise par NOUADRI, 2019).

#### 3.2.2. Le prétraitement

Le prétraitement est une étape qui consiste en un certain nombre d'opérations physiques ou mécaniques destinés à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne ultérieurement. Ces opérations sont : Dégrillage, dessablage et tamisage (El alaoui et Taoussi, 2013).

##### 3.2.2.1. Dégrillage

Le premier poste de traitement, permet de retenir les matières volumineuses (flottants, morceaux de bois, feuilles mortes...etc.) et d'empêcher la pénétration des poissons (fig. 03).



**Figure 03** : Filtre autonettoyant (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.2.2.2. Tamisage

Le tamisage est une filtration sur toile utilisable dans des nombreux domaines du traitement de l'eau. Cette opération constitue un dégrillage fin ; elle est mise en œuvre dans le cas d'eaux résiduaires chargées de matières en suspension de petites tailles (Cherif, 2012).

### 3.2.2.3. Dessablage

Il consiste à l'élimination des sables présent dans les eaux brutes, est une opération indispensable pour éviter les dépôts dans les aménages et installations, protéger les pompes et les autres organes mécaniques contre l'abrasion et éviter de perturber les autres stades de traitement (Bassompierre, 2007).

## 3.2.3. Traitement de clarification

L'ensemble des opérations permettant d'éliminer la matière dissoute dans l'eau brute (minérale et organique), ainsi que les polluants associés à des M.E.S.

### 3.2.3.1. Coagulation-Floculation

La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique visant la déstabilisation des particules colloïdales présente dans l'eau, qui conduit à la formation de floes par absorption et agrégation. Les floes ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite (Cherif, 2012).

### Coagulation

Procédé qui consiste à éliminer les particules en suspension de très petites tailles par l'ajout de coagulant (le sulfate d'alumine dont l'adjonction est fait par une pompe doseuse automatique) (Annexe 01), permettant à ces particules de s'agglomérer et devenir plus grosses et plus lourdes, les nouvelles particules obtenues sont plus facilement décantées.

### Flocculation

Lors du processus de flocculation, les fines particules dispersées sont combinées en agglomérats plus gros qui peuvent être éliminés par un processus subséquent tel la décantation ou la filtration. La flocculation est déterminée par le contact entre particules qui conduit à la croissance en taille et la diminution en nombre des particules en solution. Elle est réalisée par l'ajout de flocculant (polymère dont l'adjonction est fait par une pompe doseuse automatique) (Annexe 01) (Jestin, 2006 ; Cherif, 2012).

#### 3.2.3.2. Décantation

La décantation est une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en flocc, après l'étape de coagulation-flocculation [8]. C'est un procédé utilisé pratiquement dans toutes les stations de traitement des eaux.

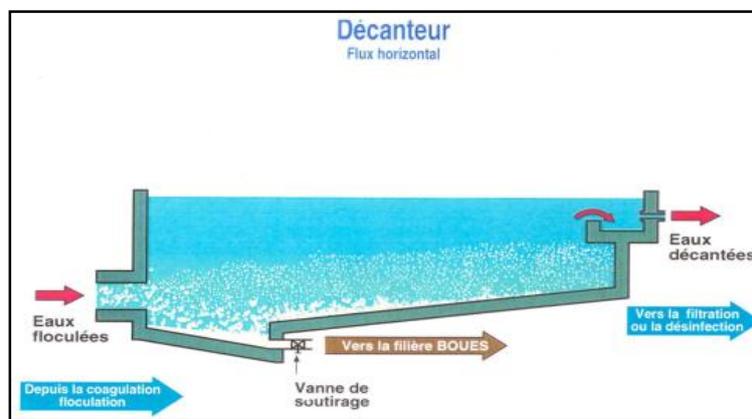
Lors de la décantation, les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur (fig. 04) sous l'effet de la pesanteur. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement. L'eau clarifiée se situant à la surface du décanteur est ensuite redirigé vers un filtre (fig. 05) (Cherif, 2012).

 Les produits injectés dans le décanteur :

- La soude caustique : Hydroxyde de sodium (NaOH), également appelé soude caustique, est une base forte, il est utilisé pour contrôler un milieu alcalin ou réguler l'acidité du milieu (Annexe 01).
- Hypochlorite de calcium (Javel)  $\text{CaCl}_2\text{O}_2$  : Il est utilisé pour la désinfection de l'eau et de traitement des eaux usées.



**Figure 04 :** Décanteur (photo prise par NOUADRI, 2019).



**Figure 05 :** Décanteur à flux horizontal (Jestin, 2006).

### 3.2.3.3. Filtration à sable

Le but de la filtration est de séparer les particules d'une suspension par passage à travers un milieu poreux susceptible de les retenir. En traitement des eaux, la filtration granulaire sur lit de sable (Fig. 06) est le procédé le plus répandu, elle consiste à faire circuler par gravité à travers le lit de sable. Les particules de tailles inférieures à la taille des pores pénètrent dans la masse du lit et sont piégées à diverses profondeurs, d'où le nom de filtration en profondeur. En fin l'eau qui sort c'est du l'eau clarifier (Djaffer et *al.*, 2018).



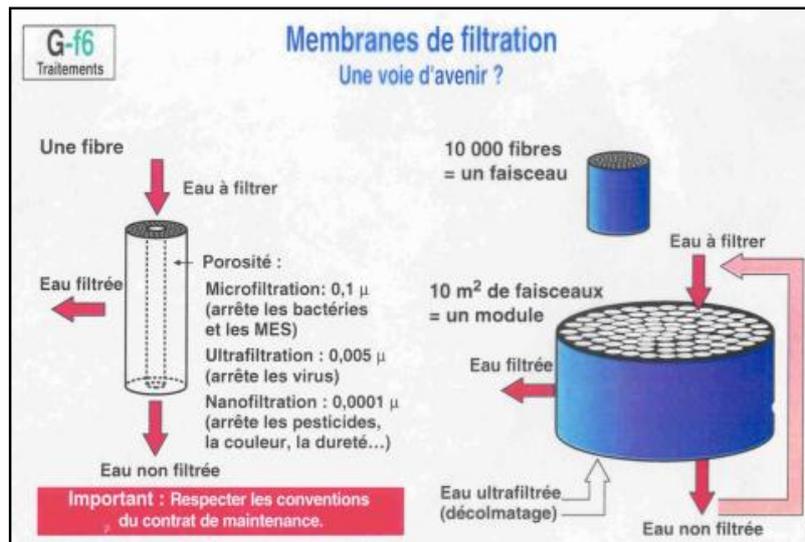
**Figure 06** : Filtres à sable de 1200 m<sup>3</sup>(A) / 2400 m<sup>3</sup>(B) (photo prise par NOUADRI, 2019).

#### 3.2.3.4. Ultrafiltration

L'ultrafiltration est une technique de séparation de l'élément contenu dans un liquide (fig. 07). Elle utilise des membranes semi-perméables dont le diamètre des pores est compris entre 0,001 et 0,1 $\mu$ m (fig. 08) (Zeddami et *al.*, 2018). Ces membranes éliminent la turbidité, toutes les bactéries, les spores et les virus présent dans l'eau (Djaffer et *al.*, 2018).



**Figure 07** : Membranes d'ultrafiltration (photo prise par NOUADRI, 2019).



**Figure 08** : Membrane de filtration (Jestin, 2006).

### 3.2.3.5. Déferrisation et démanganisation

Consiste à éliminer le fer ferreux et le manganèse naturellement dissous dans l'eau, pour éviter une mauvaise qualité organoleptique de l'eau ainsi que les risques de bouchage ou de corrosion des canalisations du réseau (Jestin, 2006) (fig. 09).



**Figure 09** : Déferrisateur (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.3. Traitements de l'eau potable

L'eau potable est une eau destinée à la consommation à l'état naturel, soit après avoir été traitée, ainsi ces caractéristiques bactériologiques, chimiques et physiques respectant les normes (Graini et Terki, 2018).

### 3.3.1. La désinfection de l'eau

La désinfection est le processus de destruction des organismes afin d'empêcher toute contamination. Il existe de nombreuses méthodes de désinfection de l'eau, mais la chloration (hypochlorites alcalins) est de loin la plus répandue (OMS. 2013).

#### Désinfection par le chlore

L'action désinfectante de l'eau de javel en milieu aqueux est principalement liée à l'action de l'acide hypochloreux (HClO). Cette forme peu ionisée du chlore dans l'eau pénètre facilement au travers des parois et des membranes cellulaires des entités microscopiques (virus, bactéries, spores, champignons, parasites). L'adjonction est faite par une pompe doseuse automatique (CSNEJ. 2010).

#### Mécanisme de désinfection

La désinfection a généralement lieu grâce à une altération de la paroi des cellules des micro-organismes, avec un changement de la perméabilité, ou une perturbation de l'activité enzymatique à cause d'un changement structural. Ces perturbations empêchent les micro-organismes de se développer de nouveau ce qui entraînera leurs morts (Zouag et Belhadj, 2017).

### 3.3.2. Filtration par charbon actif

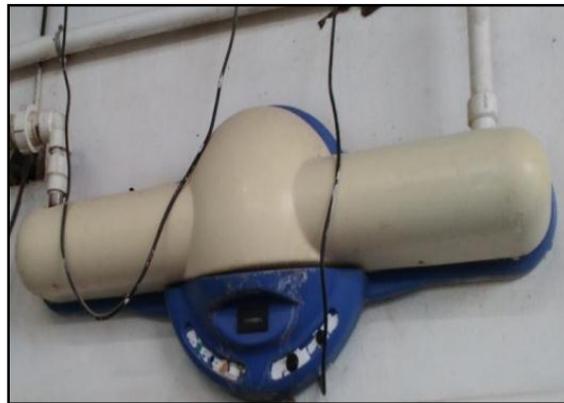
Les filtres à charbon actif retiennent les matières en suspension et les micropolluants comme les pesticides et leurs sous-produits, les composés à l'origine des goûts et des odeurs. Cette filtration peut avoir lieu après la désinfection car ils retiennent également les sous-produits de désinfection (fig. 10) (Guerradi et Hechachna, 2013).



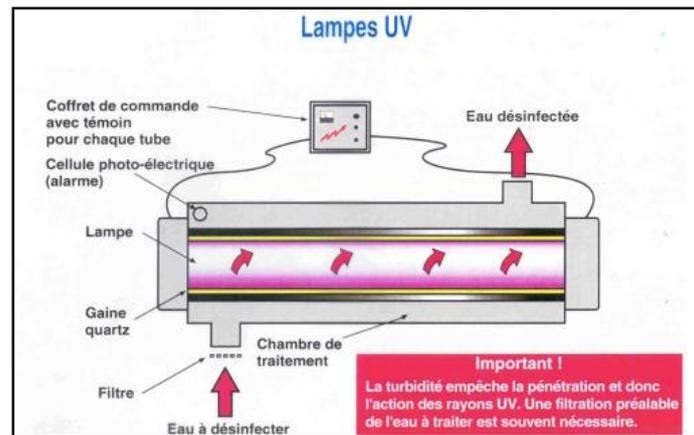
**Figure 10 :** Filtre à charbon actif (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.3.3. Désinfection à l'Ultra-violet

Le traitement par la lumière ultraviolette (UV) est une technologie établie de désinfection de l'eau en raison de sa très grande capacité à tuer ou à inactiver de nombreuses espèces de microorganismes pathogènes. Cette désinfection est efficace contre les bactéries, les parasites, les protozoaires et la plupart des virus (fig. 11) (El alaoui et Taoussi, 2013).



**Figure 11 :** Appareille d'UV (photo prise par NOUADRI, 2019).



**Figure 12 :** Lampe UV (Jestin, 2006).

Lorsqu'un micro-organisme est exposé à un rayonnement UV-C, le noyau de la cellule est atteint et la duplication de l'ADN est stoppée. Les rayonnements UV ont un effet sur les acides nucléiques et les enzymes. Les organismes pathogènes sont donc inactivés ou détruits (fig. 12) (Zouag et Belhadj, 2017).

### 3.4. Traitements de l'eau de chaudière

C'est un dispositif permettant de chauffer l'eau et de produire de la vapeur si l'eau est chauffée au-delà de la pression atmosphérique. Industriellement, on utilise les chaudières pour produire la vapeur nécessaire au fonctionnement des procédés. La source de chaleur peut-être fournie par un combustible (gaz, fioul, charbon...) ou une résistance électrique (fig. 13) (Djaffer, 2017).



**Figure 13 :** Chaudière (photo prise par NOUADRI, 2019).

- ✚ Produit injecté dans la chaudière (HCP AS 544) : Est un produit trois en un
  - Désoxygénation : Par l'action réductrice de l'AS 544 l'oxygène dissous dans l'eau d'alimentation disparaît instantanément ;
  - Anti-tarte et dispersant : Les traces de calcium, de magnésium et de silice sont éliminées par un régime d'extraction adapté, les dépôts incrustant sont ainsi évités ;
  - Anticorrosion : Par augmentation du pH de l'eau d'alimentation et par formation d'un film protecteur sur les parois métallique (Annexe 01).

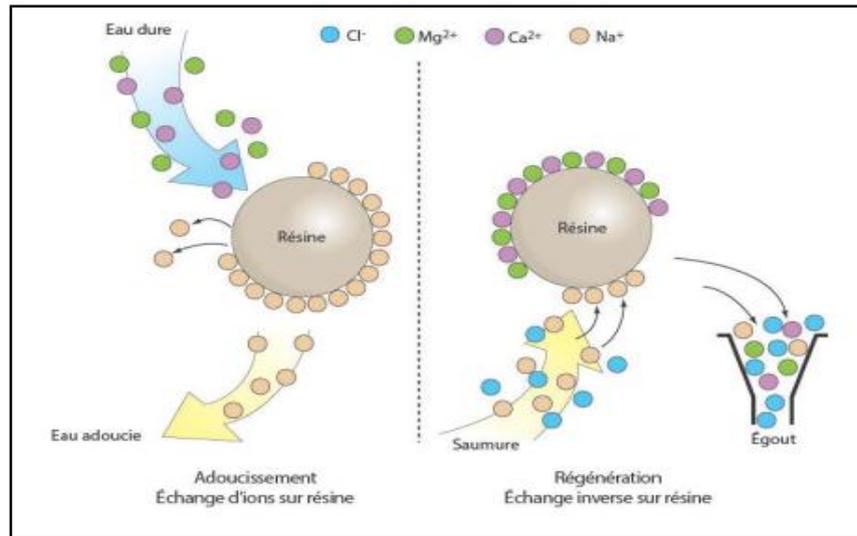
### 3.4.1. L'adoucissement

Les adoucisseurs agissent sur la composition physico-chimique de l'eau, en réduisant le calcium et le magnésium responsables de l'entartrage (fig. 14) [9].



**Figure 14** : Adoucisseurs (photo prise par NOUADRI, 2019).

Le fonctionnement de l'adoucisseur d'eau repose sur le principe de l'échange ionique. Les ions calcium et magnésium de l'eau dure passent au travers d'une résine dite «échangeuse d'ions» chargée en ions sodium. Lors de leur passage les ions calcium et magnésium se fixent sur la résine qui libère en retour ses ions sodium. L'eau est alors débarrassée de son calcaire et on parle d'eau adoucie (phase d'adoucissement). La quantité de calcium et de magnésium que peut retenir une résine est appelée capacité d'échange. Lorsque la résine arrive à saturation, il faut alors la recharger en ions sodium, c'est la régénération (fig. 15) (Haba, 2012).



**Figure 15** : Mécanisme de travail d'adoucisseur (Jestin, 2006).

### 3.4.2. L'osmosement

L'osmose inverse (OI) est un phénomène observé quand deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane. Celle-ci laisse passer le solvant vers la solution la plus concentrée et arrête le soluté (fig. 16) (Medfouni, 2007).

Les membranes d'OI sont celles qui ont les structures les plus denses de toutes les membranes utilisées actuellement dans le domaine de l'eau potable ; Ces membranes ont la capacité de retenir les ions monovalents, de très faible masse molaire ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) (Paul Tamas, 2004).

✚ Produits injectés dans l'osmoseur :

- L'acide chlorhydrique 33% HCL : Chlorure d'hydrogène en solution aqueuse acide muriatique, il est utilisé pour régler le pH.
- Mita bisulfite  $\text{Na}_2\text{O}_4\text{S}_2$  : Il est utilisé pour éliminer le chlore ( $\text{Cl}_2$ ).
- HCP (GC-670) : Il est utilisé pour :
  - ✓ Empêcher l'encrassement et l'entartage des membranes par dépôts les plus courants ;
  - ✓ Minimiser les besoins en produits de nettoyage curatif, réduisant ainsi le temps d'arrêt pour le nettoyage du système (Annexe 01).



**Figure 16 :** Osmoseur (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.4.3. Dégazement

Le dégazeur est réservé aux éliminations de l'oxygène et de gaz carbonique dans les eaux d'un générateur de vapeur à fin d'éliminer l'installation de la corrosion (fig. 17). Pour dégazer une eau il faut de réunir toutes les conditions appropriées de pression et de température de vapeur sursaturante soient maintenues dans l'enceinte contenant cette eau pour les gaz dissous, dont l'oxygène passent automatiquement en phase vapeur (Gherib, 2014).



**Figure 17 :** Dégazeur (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.5. Traitement de l'eau de rejets

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles (fig. 18). Elle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des

micropolluants organiques et des hydrocarbures. Elles doivent être traitées avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte (Belahmadi, 2009).



**Figure 18** : Décharge de l'eau usée dans la station d'épuration (photo prise par NOUADRI, 2019).

### **3.5.1. Les étapes de traitement des eaux de rejets industrielles (CAB - Bouati Mahmoud)**

Pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel et les rendre propres et sécuritaires, l'épuration des eaux usées s'avère une nécessité primordiale.

La station d'épuration rassemble une succession de mécanisme pour traiter des eaux usées (fig. 19). Chacune de ces dispositifs est conçue pour extraire un ou plusieurs polluants. L'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée (Koller, 2009).

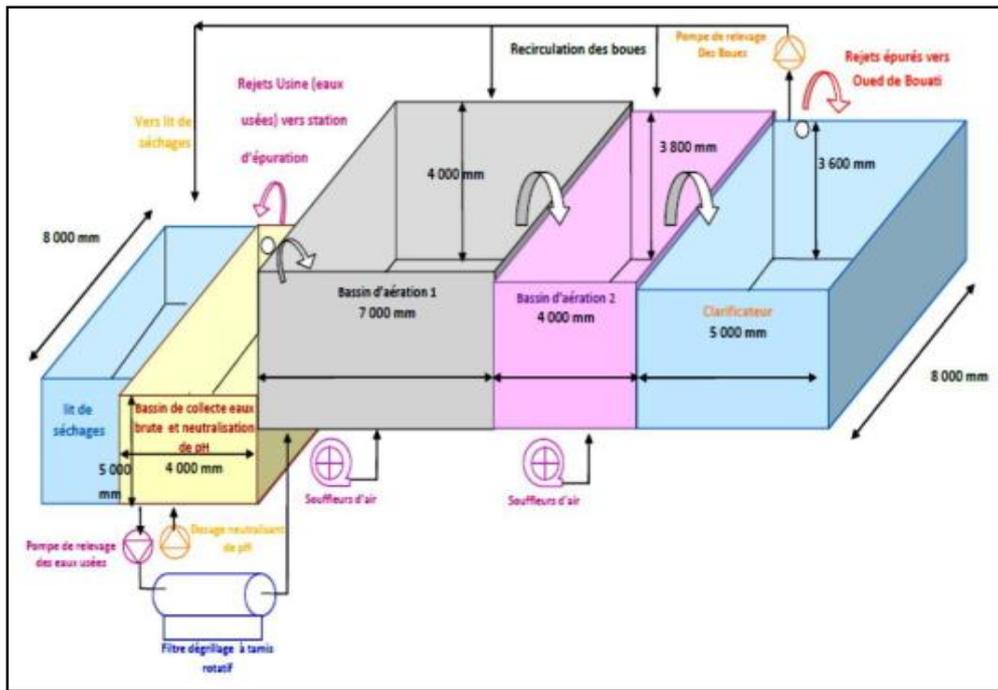


Figure 19 : Schéma général de la station d'épuration de l'eau de rejet (documentation de l'usine, 2019).

### 3.5.1.1. Mesure le pH et le débit de l'eau de rejet

#### A. Détermination de débit

Le débit correspond à un volume d'eau s'écoulant dans un cours d'eau (des eaux courantes qui circulent à travers un canal fixe) par unité de temps à un endroit donné, il est mesuré par le débitmètre (fig. 20) et s'exprime en m<sup>3</sup>/h [10].

#### B. Détermination du pH

La mesure de pH des échantillons est réalisée in situ à l'aide d'un pH-mètre (fig. 20).

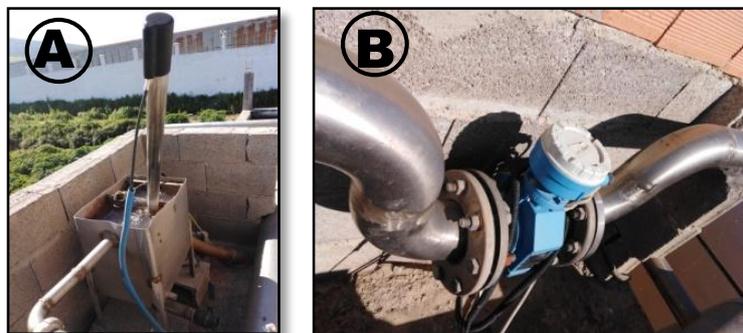


Figure 20 : pH-mètre (A) et débitmètre (B) (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.5.1.2. Filtration (Le dégrillage)

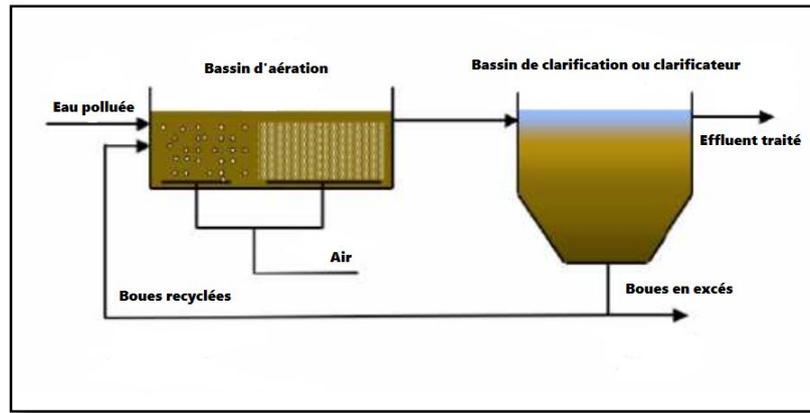
Le dégrillage est un prétraitement qui a pour rôle de débarrasser les eaux usées des polluants solides les plus volumineux par un filtre dégrilleur. Les déchets récupérés par le filtre dégrilleur sont évacués vers la benne menue d'une vis spirale qui permet de pousser les ordures vers les bacs de décharges (fig. 21).



**Figure 21** : Filtre dégrilleur et l'évacuation de déchets vers les bennes de décharge (photo prise par NOUADRI, 2019).

### 3.5.1.3. Traitement biologique par boues activées

Le procédé à boues activées (fig. 22) consiste à provoquer le développement d'un floc bactérien dans un bassin alimenté en eaux usées à traiter (fig. 23), l'apport d'air dans le bassin d'aération pour la satisfaction de la  $DBO_5$  et pour la respiration de la masse cellulaire. Il est destiné à contribuer au brassage et au maintien en suspension des boues activées (Ourtelli et Brahim, 2012).



**Figure 22 :** Processus des boues activées (Ourtelli et Brahim, 2012).



**Figure 23 :** Bassin d'aération (A) et bassin de clarification (B) (photo prise par NOUADRI, 2019)

Les bactéries présentes dans les eaux usées jouent un rôle dans la dégradation de la matière polluante dissoute dans l'eau. Pour accélérer cette opération on doit créer les conditions de vie convenables pour leur prolifération (présence de l'oxygène qui est assurée par un souffleur d'air) (fig. 24) (El alaoui et Taoussi, 2013).

Le bassin d'aération peut être précédé d'un décanteur primaire dans le but d'éliminer les matières en suspension décantables et sera suivie d'un clarificateur (bassin de clarification) (fig. 23) qui assurera la séparation de l'effluent épurée avec les boues, celle-ci une partie de ces dernières sont recyclées dans les bassins d'aération (fig. 24) pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices. L'excédent (boues activée en excès) est extrait du système et évacué vers le lit de séchage est utilisé pour le séchage et le stockage des boues en excès. Ensuite la boue est destinée à la valorisation agricole (fig. 25) (Metahri, 2012). Une fois traitées, les eaux sont évacuées par le canal de sortie pour rejoindre leur milieu récepteur qui est le oued " Bouati Mahmoud ".



**Figure 24** : Souffleur d'air (photo prise par NOUADRI, 2019).



**Figure 25** : Recyclage de la boue activée dans les bassins d'aération (A) et le lit de séchage (B) (photo prise par NOUADRI, 2019).

## Chapitre 04 : Matériel et méthodes

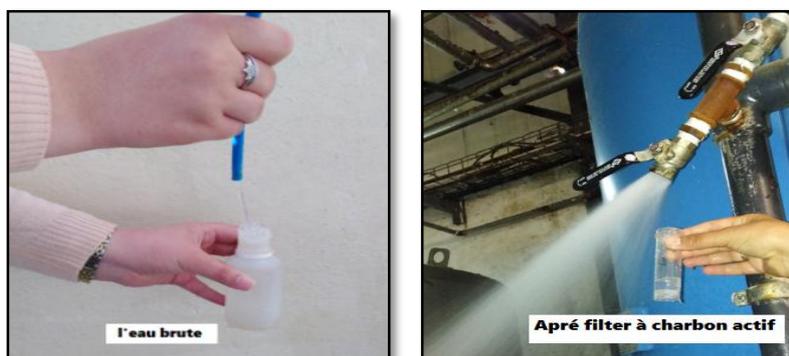
### 1. Echantillonnage et mode de prélèvement

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Le prélèvement d'une manière uniforme et correcte permet d'évaluer la pertinence de l'analyse.

#### 1.1. Les analyses physico-chimiques

Pour les analyses physico-chimiques le prélèvement a été effectué selon les étapes suivantes :

- ✓ Préparer des flacons propres en plastique d'un 125 ml pour l'échantillonnage ;
- ✓ Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2 minutes avant la collection ;
- ✓ Rincer les flacons d'échantillonnages au moins deux fois avec de l'eau à analyser ;
- ✓ Remplir chaque flacon lentement avec un faible débit pour éviter les turbulences ;
- ✓ Fermer et étiqueter les flacons d'échantillonnage en déterminant le point de prélèvement, la date et l'heure ;
- ✓ La détermination de la plupart des paramètres physico-chimiques a été effectuée immédiatement.



**Figure 26 :** Point de prélèvement pour l'analyse physico-chimique de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

## 1.2. Les analyses bactériologiques

Les conditions essentielles à respecter pour le prélèvement sont d'abord le respect des règles d'asepsie et le non modification de la flore au cours du prélèvement et du transport d'échantillons. Les manipulations effectuées au cours du prélèvement ne doivent en aucun cas être à l'origine d'une contamination, d'où la nécessité d'utiliser des instruments stériles et de travailler dans des conditions stériles (Tourab, 2013).

Le prélèvement des échantillons destinés à l'analyse bactériologique a été effectué selon les étapes suivantes :

- ✓ Il est nécessaire d'utiliser des flacons en verre de 180 ml propres, secs, étanches ;
- ✓ Stériliser les flacons par le four Pasteur à une température de 180°C, Pendant 15 minutes ;
  - Avant le prélèvement, les échantillons soient clairement étiquetés ;
  - Ouvrir la vanne d'échantillonnage et permettre à l'eau de s'écouler pendant au moins 2 minutes avant la collection ;
- ✓ Remplir et fermer les flacons rapidement ;
- ✓ Conserver les flacons dans des glacières jusqu'au laboratoire dans un laps de temps ne dépassant pas 24 heure.



**Figure 27** : Point de prélèvement pour les analyses bactériologiques de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

## 2. Analyses des paramètres physico-chimiques ("CAB" Benamor - Bouati Mahmoud -)

Les analyses ont été effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité de l'usine, dont le but d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau, nous avons réalisé 04 prélèvements à différentes dates durant les mois de février, mars 2019.

### 2.1. Détermination de la température

La température doit être mesurée dans le laboratoire. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

Pour la température de l'eau, on trempe le thermomètre pendant 5 à 10 secondes dans l'eau puis on note la valeur dans le tableau de la fiche d'analyses physico-chimiques.

### 2.2. Détermination du potentiel d'hydrogène

La détermination du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre l'électrode de mesure (électrode en verre) et une électrode de référence (Ourtelli et Brahim, 2012).



Figure 28 : pH mètre 7110 (photo prise par DAFRI, 2019).

### 2.3. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité est également en fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure

doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C (Manceur et Djaballah, 2016).

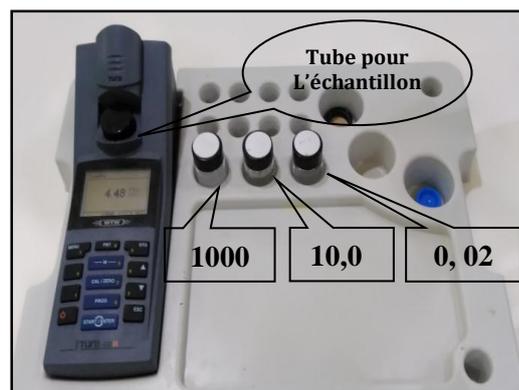
- la conductivité est exprimée en  $\mu\text{s} / \text{cm}$ .



**Figure 29** : Conductimètre 7110 (photo prise par DAFRI, 2019).

#### 2.4. Détermination de la turbidité

La turbidité peut être déterminée par la mesure de l'atténuation d'un faisceau lumineux lors de son passage à travers le liquide (détecte la quantité de lumière diffusée par les particules non dissoutes présentes dans l'échantillon) ou par la mesure de l'intensité du rayonnement diffusé (Le rayonnement diffusé, qui est une propriété des liquides, est utilisé pour obtenir les mesures de turbidité) [2].



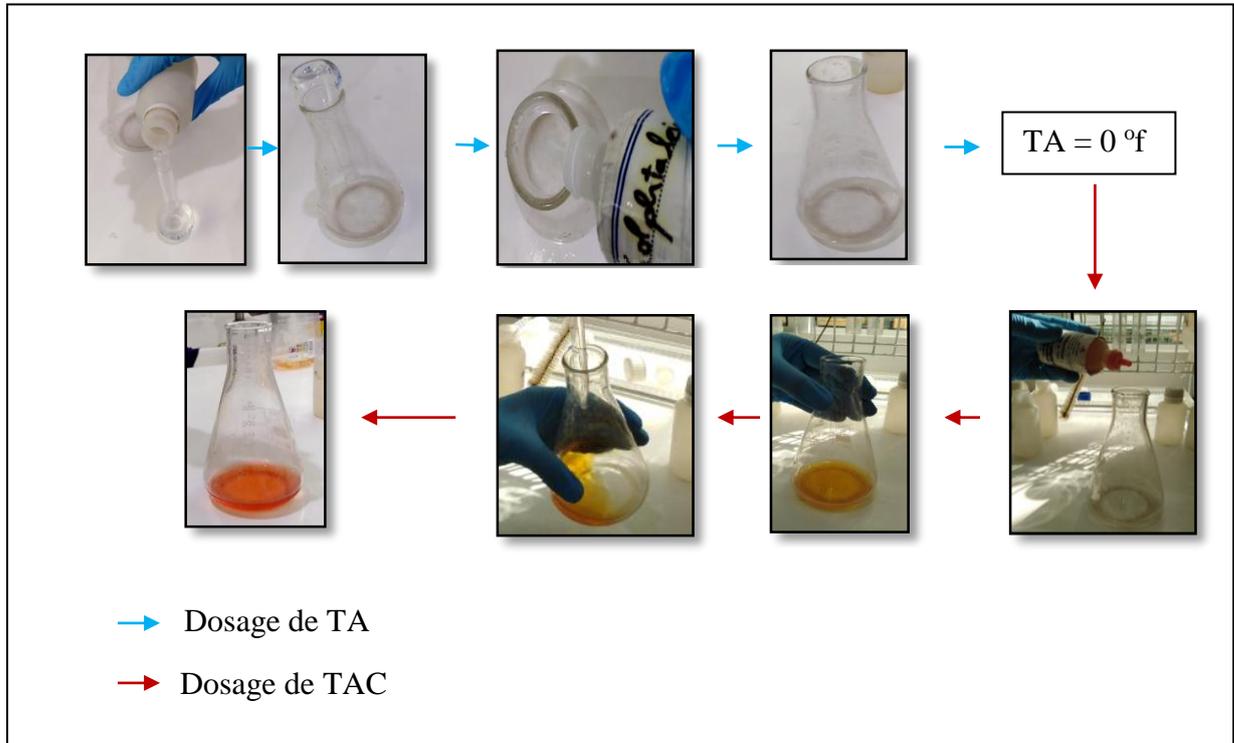
**Figure 30** : Turbidimètre portable Turb<sup>R</sup> 430 (photo prise par DAFRI, 2019).

### 2.5. Dosage de l'alcalinité par titrimétrie (TA - TAC)

La mesure de l'alcalinité de l'eau est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral, en présence d'un indicateur coloré (Hakmi, 2006).

- **Matériels nécessaire**
  - ✓ Pipette volumétrique de 10 ml ;
  - ✓ Pro pipette ;
  - ✓ Erlenmeyer de 250 ml ;
  - ✓ Fiole jaugée de 25 ml.
- **Réactifs utilisés**
  - ✓ La solution Alcalimétrique ( $H_2SO_4$ ) ;
  - ✓ Phénolphtaléine ;
  - ✓ Hélianthine.
- **Mode opératoire**
  - ✓ Agiter vigoureusement l'échantillon ;
  - ✓ Prendre 25 ml d'échantillon de l'eau à analyser à l'aide de la fiole jaugée ;
  - ✓ Verser la solution dans l'erenmeyer de 250 ml ;
    - **Dosage du TA**
    - ✓ Ajouter quelques gouttes de Phénolphtaléine (en présence de TA la solution devient rose →  $pH > 8.3$ ), si la solution reste incolore ( $TA = 0^{\circ}f$  →  $pH < 8.3$ ) ;
    - ✓ Sous agitation constante titrer avec la solution alcalimétrique ( $H_2SO_4$ ) jusqu'à décoloration complète de la solution (couleur blanc) ;
    - ✓ Noter le volume ( $V_1$ ) en ml de la solution alcalimétrique versé.
    - **Dosage du TAC**
    - ✓ Utiliser le même échantillon précédemment, ajouter 2 à 3 gouttes d'hélianthine la solution devient jaune-orangé ;
    - ✓ Sous agitation constante jusqu'à obtenir une coloration stable rose-orangé ;
    - ✓ Noter le volume ( $V_2$ ) en ml de la solution alcalimétrique versé.
- **Résultats**
  - ✓ Les résultats sont exprimés en °f ;
  - ✓ La concentration en TA est égale à :  $4(V_1)$  le volume de la solution alcalimétrique utilisé (ml) ;

- ✓ La concentration en TAC est égale à :  $4(V_1 + V_2)$  le volume de la solution alcalimétrique utilisé (ml) ;
- ✓ Pour le TA  $\rightarrow 1^\circ\text{f} = 6 \text{ mg/l}$  ;
- ✓ Pour le TAC  $\rightarrow 1^\circ\text{f} = 12.2 \text{ mg/l}$ .



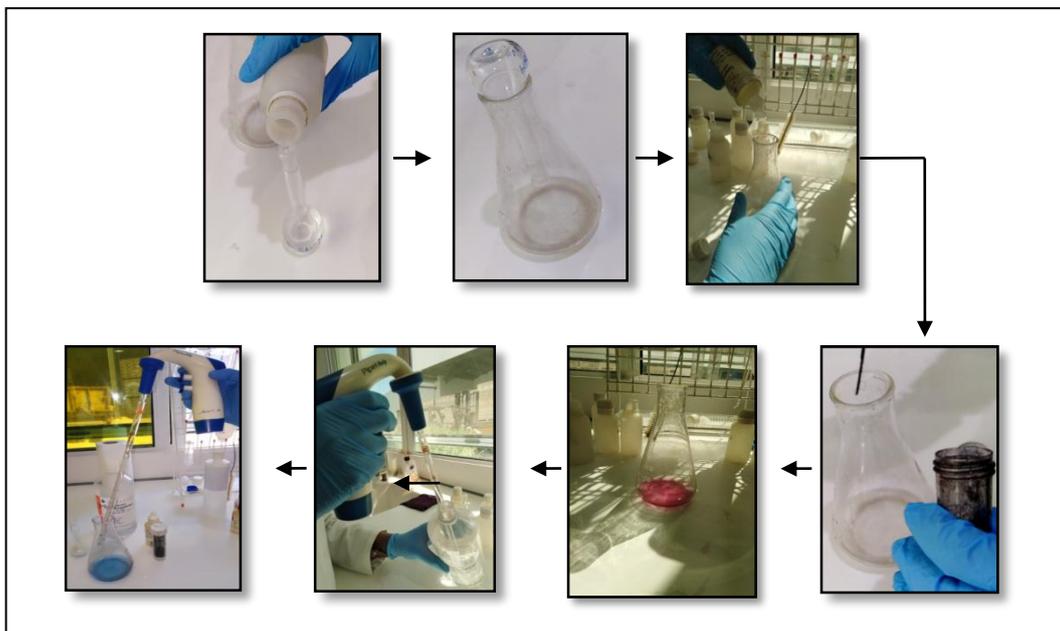
**Figure 31 :** Dosage de l'alcalinité par titrimétrie (TA - TAC) de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

## 2.6. Dosage du Dureté (TH)

La dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium [11]. Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

- **Matériels nécessaire**
  - ✓ Pipette volumétrique de 10 ml ;
  - ✓ Propipette ;
  - ✓ Erlenmeyer de 250 ml ;
  - ✓ Fiole jaugée de 25 ml.
- **Réactifs utilisés**
  - ✓ Solution standard d'EDTA ;
  - ✓ Solution tampon k10 ;

- ✓ Indicateur noir ériochrome T.
- **Mode opératoire**
  - ✓ Agiter vigoureusement l'échantillon ;
  - ✓ Prendre 25 ml d'échantillon de l'eau à analyser à l'aide de la fiole jaugée ;
  - ✓ Verser la solution dans l'erenmeyer de 250 ml ;
  - ✓ Ajouter une dizaine de gouttes de solution tampon k10 et agiter ;
  - ✓ Verser quatre gouttes de indicateur noir ériochrome T et agiter ;
  - ✓ En présence de TH la solution sera violette, si non la solution de couleur bleue donc (TH= 0° f) ;
  - ✓ Titrier avec l'EDTA en remuant continuellement jusqu'à disparition de la couleur pourpre jaunâtre et l'apparition de la couleur bleue (fin du titrage) ;
  - ✓ Noter le volume d'EDTA utilisé (ml).
- **Résultats**
  - ✓ Les résultats sont exprimés en ° f ;
  - ✓ La concentration en TH est égale à : 4 x le volume d'EDTA utilisé (ml).



**Figure 32 :** Dosage de la dureté de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

## 2.7. Dosage de chlorure (Cl<sup>-</sup>)

Les chlorures sont dosés par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent (Hakmi, 2006).

- **Matériels nécessaire**

- ✓ Pipette volumétrique de 10 ml ;
- ✓ Propipette ;
- ✓ Erlenmeyer de 250 ml ;
- ✓ Fiole jaugée de 25 ml.

- **Réactifs utilisés**

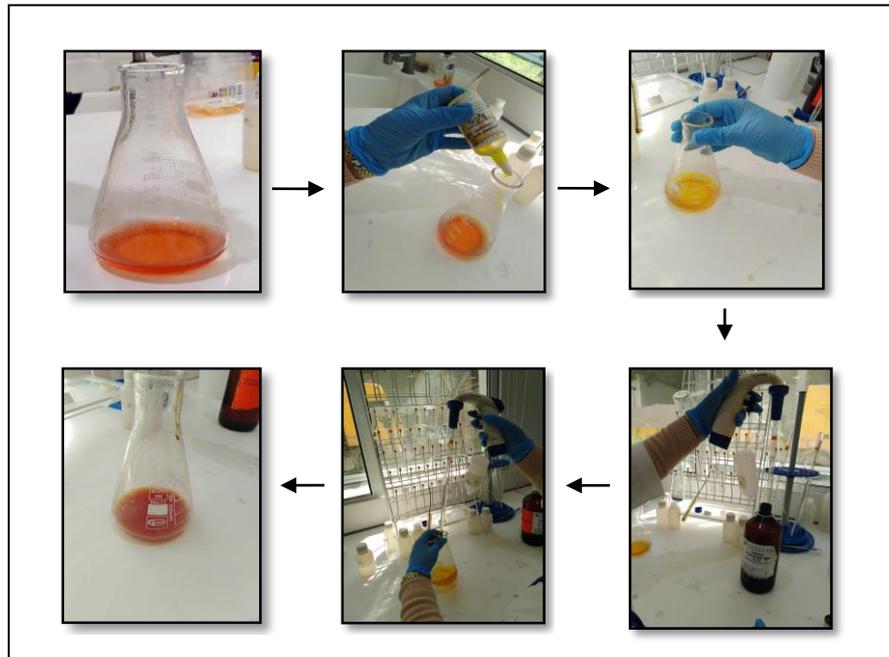
- ✓ Liqueur argentimétrique (AgNO<sub>3</sub>) N/50 ;
- ✓ Indicateur pour chlorures.

- **Mode opératoire**

- ✓ L'analyse à faire à la suite du dosage de l'alcalinité TA-TAC sur le même échantillon ;
- ✓ Ajouter quelques gouttes d'indicateur pour chlorure, la solution devient jaune ;
- ✓ Titrer goutte à goutte avec la liqueur argentimétrique N/50 présente dans la pipette de 10 ml munie de la pro pipette jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre persistante (précipité rouge brique) ;
- ✓ Soit N le nombre de ml de liqueur argentimétrique versé pour l'obtention de cette coloration ;

- **Résultats :**

- ✓ Les résultats sont exprimés en ° f ;
- ✓ La concentration en chlorures (exprimé en ° f) est égale à : 4N ;
- ✓ 1° f = 7,1 mg/l



**Figure 33** : Dosage du chlorure de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

### 2.8. Dosage de chlore libre (Cl)

Cette méthode d'analyse consiste à mesurer la concentration de chlore libre par colorimétrie.

- **Matériel nécessaire**

- ✓ Eprouvette.

- **Réactif utilisé**

- ✓ Comprimé de DPD n °01.

- **Mode opératoire**

- ✓ Rincer l'éprouvette avec l'eau à analyser ;

- ✓ Introduire 5 ml de l'eau à analyser ;

- ✓ Ajouter un comprimé de DPD n °01 et agiter bien ;

- ✓ Au bout de 5 minutes environ, introduire l'éprouvette dans l'orifice libre du comparateur ;

- ✓ Comparer les couleurs par le haut en poussant le comparateur vers l'avant et vers l'arrière jusqu'à trouver la couleur correspondant le mieux.



**Figure 34 :** Dosage de chlore libre de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

### 2.9. Dosage de fer (Fe)

Le réactif à base de fer réagit avec tout le fer soluble et la plupart des formes de fer insolubles présentes dans l'échantillon pour produire du fer ferreux soluble. Cela réagit avec l'indicateur de 1,10-phénanthroline dans le réactif pour former une couleur orange proportionnelle à la concentration en fer.

- **Matériel nécessaire**

- ✓ Eprouvette.

- **Réactif utilisé**

- ✓ Réactif A.

- **Mode opératoire**

- ✓ Agiter l'échantillon ;

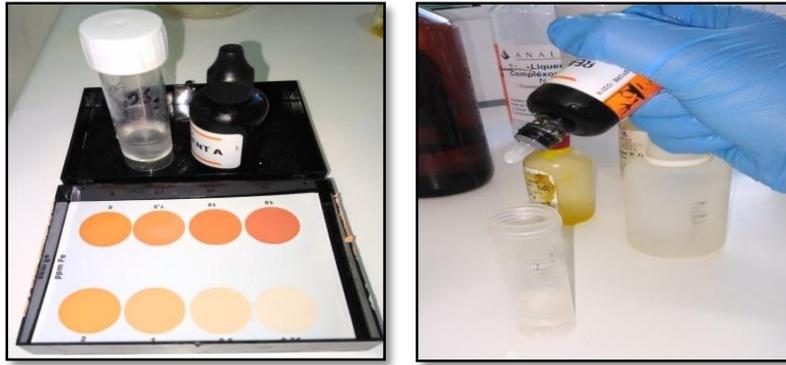
- ✓ Rincer les éprouvettes avec l'eau à analyser ;

- ✓ Verser un échantillon d'eau de 5 ml dans l'éprouvette ;

- ✓ Ajouter rapidement 6 gouttes verticalement de réactif A puis fermer et mélanger ;

- ✓ Au bout de 5 minutes environ, introduire l'éprouvette dans l'orifice libre du comparateur ;

- ✓ comparer les couleurs par le haut en poussant le comparateur vers l'avant et vers l'arrière jusqu'à trouver la couleur correspondant le mieux.



**Figure 35** : Dosage de fer de l'eau avant et après traitement (photo prise par DAFRI, 2019).

### 3. Analyse des paramètres bactériologiques ("CAB" Ben Amor -Bouati Mahmoud)

La détection et la quantification de tous les micro-organismes présents dans l'eau prennent du temps, les coûts sont élevés et les résultats obtenus ne sont pas toujours positifs ou ne permettent pas de confirmer la présence de micro-organismes [11].

L'objectif de l'examen microbiologique de l'eau est de fournir des informations quant à la potabilité, c'est à dire sans risque d'ingestion de micro-organismes qui causent des maladies.

Les analyses bactériologiques ont été effectuées dans le laboratoire de microbiologie de l'université 08 mai 1945 de Guelma. Lors de notre étude, nous avons prélevé 04 échantillons d'eau à différentes dates durant les mois de février - mars 2019.

#### 3.1.Recherche et dénombrement des germes totaux

La recherche et le dénombrement des germes totaux consiste en une estimation du nombre des germes totaux dans l'eau, se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 22°C et ceux franchement mésophiles soit 37°C.

- **Matériels utilisés**

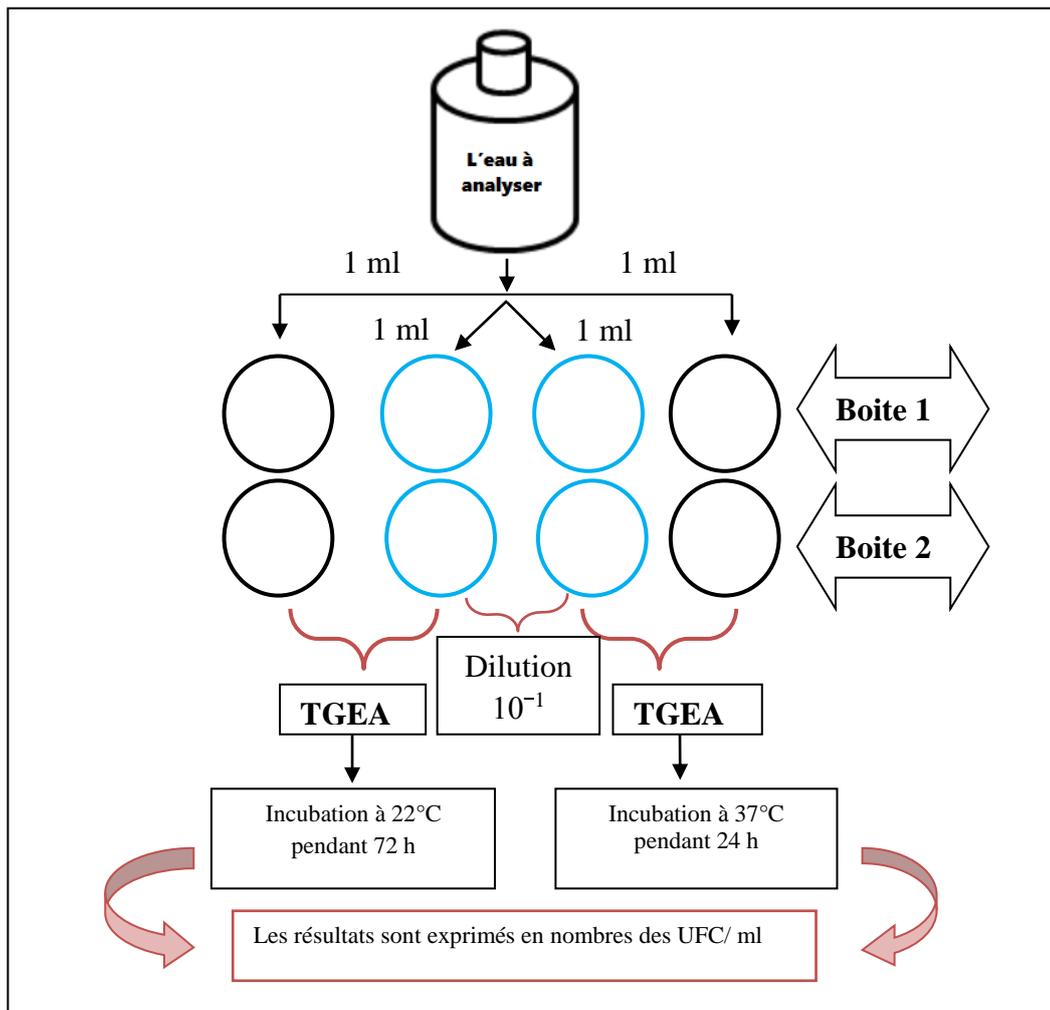
- ✓ Matériel de stérilisation (four pasteur) ;
- ✓ Etuve 22°C et 37°C ;
- ✓ Bec benzène ;
- ✓ Pipette graduée (5 ml et 10 ml) ;
- ✓ Boîtes de pétris ;

- ✓ Bain marie.
- **Milieu de culture**
  - ✓ Gélose glucosée tryptonée à l'extraction de levure.
- **Mode opératoire**
  - ✓ Le milieu TGEA est fondu dans un bain marie à 100°C, puis refroidi à environ 40°C ;
  - ✓ Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation ;
  - ✓ Dans la zone stérile, préparer deux séries de 4 boîtes de pétris dont :
    - La première série, verser l'échantillon telle que :
      - ✓ 1 ml d'eau avant traitement dans la première boîte ;
      - ✓ 1 ml d'eau après traitement dans la deuxième boîte ;
      - ✓ A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-1}$  d'eau avant traitement, porter aseptiquement 1 ml dans la troisième boîte ;
      - ✓ A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-1}$  d'eau après traitement, porter aseptiquement 1 ml dans la quatrième boîte ;
    - Même méthode pour la deuxième série.
      - ✓ Compléter ensuite avec 12 à 15 ml de gélose VF fondue puis refroidie à 45 °C  $\pm$  1 ;
      - ✓ Faire des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée ;
      - ✓ Laisser solidifier sur la paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose (cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses) ;
      - ✓ Incuber la première série à 22°C pendant 72h, et la deuxième série à 37°C pendant 24h.
- **Lecture**
  - ✓ Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse.
- **Expression des résultats**
  - ✓ Le dénombrement s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte les facteurs suivant :
    - Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies ;

- Les résultats sont exprimés en nombre des UFC/ml (unité format d'une colonie).
- Le calcul de la concentration en micro-organismes [N] présents dans l'échantillon essai est une moyenne pondérée à partir des résultats de 2 dilutions successives.

$$N = \frac{\Sigma \text{colonies}}{V_{\text{ml}} \times (n_1 + 0,1n_2) \times d_1}$$

- ✓ **N** : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial ;
- ✓ **Σ colonies** : Somme des colonies des boites interprétables ;
- ✓ **V (ml)** : volume de solution déposée (1 ml) ;
- ✓ **n1** : nombre de boites considérées à la première dilution retenue ;
- ✓ **n2** : nombre de boites considérées à la seconde dilution retenue ;
- ✓ **d1** : facteur de la première dilution retenue.



**Figure 36 :** Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau avant et après traitement (Zouag et Belhadj, 2017).

### 3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

La colimétrie est l'ensemble des méthodes permettant la recherche et le dénombrement des coliformes, qui indique une contamination fécale.

Les coliformes ont la particularité de fermenter le lactose avec dégagement de gaz. Le développement des coliformes totaux acidifie le milieu qui se traduit par un virage de l'indicateur coloré. En outre, une production de gaz apparaît dans les cloches renversées (Bordjah, 2011).

#### • Matériels utilisés

- ✓ Matériels de stérilisation (four pasteur, autoclave) ;
- ✓ Etuve 37°C et 44°C ;
- ✓ Bec benzène ;

- ✓ Tubes avec couvercles ;
- ✓ Pipettes graduées (10 ml et 5 ml), des cloches ;
- ✓ Portoir ;
- ✓ Pipettes pasteur.

- **Milieux de culture et réactifs**

- ✓ Bouillons lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) à double et simple concentration (D/C et S/C) ;
- ✓ Milieu de confirmation Schubert muni d'une cloche de Durham ;
- ✓ Réactif de Kovacs pour la recherche d'indole.

- **✚ Test présomptif de la présence ou l'absence des coliformes**

- **Mode opératoire**

- ✓ Il effectuer en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol. Tous les tubes sont munis de cloche de durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu ;
- ✓ Ensemencer deux séries de 10 tubes (avec cloche de Durham) de bouillon BCPL dont :
  - La première série est de 5 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon (l'eau avant traitement), et 5 tubes en simple concentré avec 1 ml d'eau à analyser (l'eau avant traitement) ;
  - La deuxième série est de 5 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon (l'eau après traitement), et 5 tubes en simple concentré avec 1 ml d'eau à analyser (l'eau après traitement) ;
    - ✓ Les cloches ne doit pas contenir de gaz au départ ;
    - ✓ L'incubation se fait à 37°C pendant 48 h ;
- **Lecture**
  - ✓ La lecture se fait 48 h après l'incubation ;

- ✓ Tous les tubes présentant un aspect trouble de couleur jaune avec du gaz dans la cloche sont considérés comme positifs notés (+), c'est-à-dire qu'ils renferment des coliformes totaux.

- **Expression de résultat**

- ✓ Noter le nombre de tubes positifs dans chaque série et se reporte à la table NPP pour obtenir le nombre de coliformes totaux dans 100 ml.

- **Test de confirmation**

- **Mode opératoire**

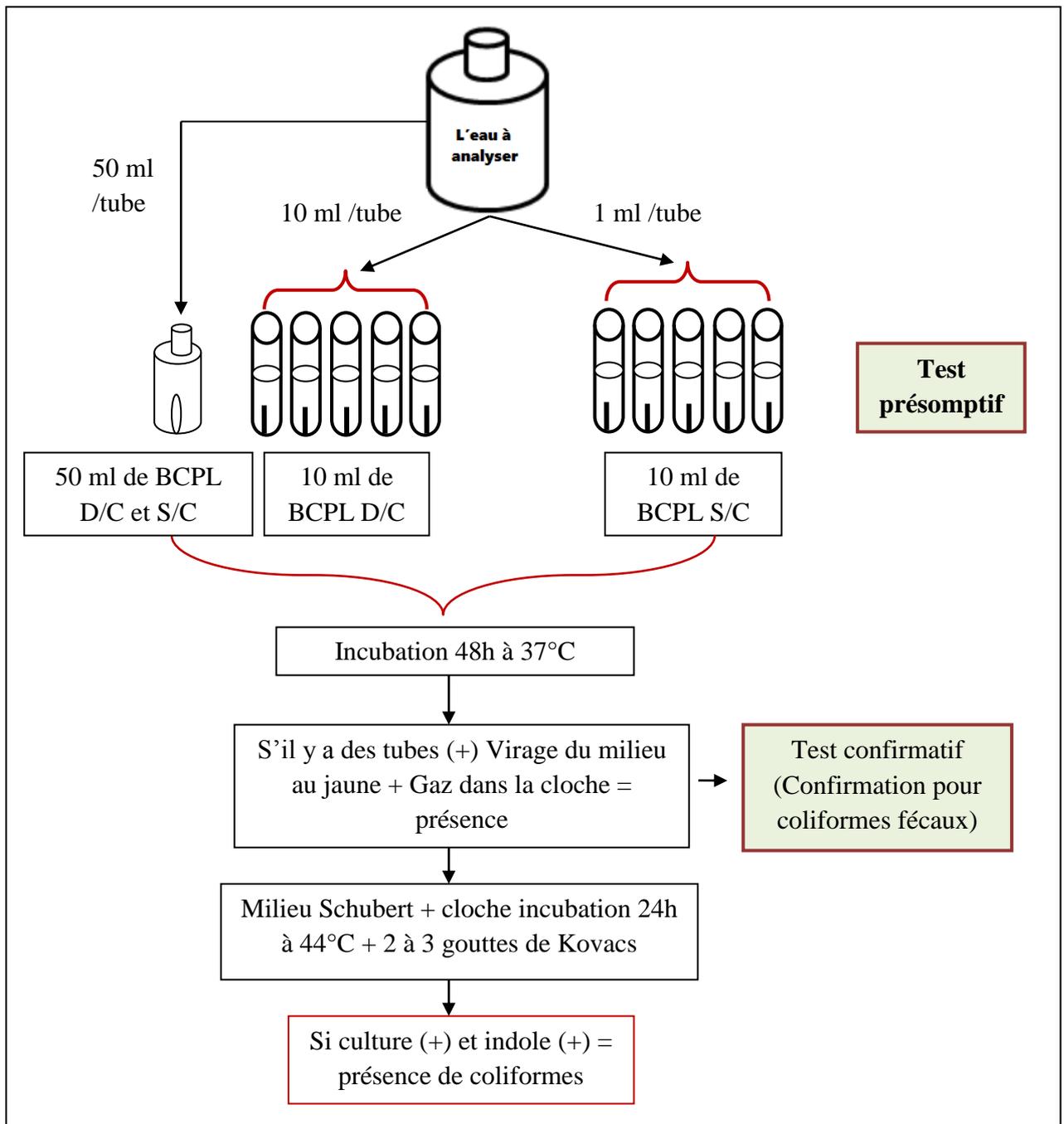
- ✓ A partir de chaque tube de BCPL positif (+) pour la recherche des coliformes totaux,ensemencer 2 à 3 gouttes dans un tube de milieu Indole mannitol (milieu de Schubert) muni d'une cloche de Durham (Les cloches ne doit pas contenir de gaz au départ) ;
- ✓ Incuber à 44°C pendant 24 h ;
- ✓ Ajouter 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs aux tubes contenant le bouillon de Schubert avec la cloche de Durham positif.

- **Lecture**

- ✓ Tous les tubes présentant une réaction indole positive (anneau rouge en surface) sont considérés comme positifs.

- **Expression des résultats**

- ✓ Le dénombrement des coliformes fécaux s'effectue de la même manière que celui des coliformes totaux et les résultats sont exprimés dans 100 ml d'eau à analyser.



**Figure 37 :** Recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau avant et après traitement (Zouag et Belhadj, 2017).

### 3.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

La présence des streptocoques fécaux considérés comme des témoins d'une contamination fécale.

Les Streptocoques fécaux sont des commensaux de l'intestin. Le nombre de Streptocoques étant en général peu élevé, on utilise dans un premier temps un milieu d'enrichissement relativement sélectif, le milieu de Rothe. Un trouble microbien permet de

conclure que dans les tubes correspondants a cultivé au moins un streptocoque fécal présumé provenant l'inoculum. On doit donc vérifier dans un deuxième temps si les bactéries qui ont cultivés sont bien des streptocoques, on utilise l'action de deux agents sélectifs en repiquant une anse des milieux positifs dans le milieu de Litsky (Novello et Roux, 2003).

- **Milieux de culture**

- ✓ Milieu de Rothe à double et simple concentration ;
- ✓ Milieu de Litsky.

- **Matériels utilisés**

- ✓ Matériels de stérilisation (four pasteur, autoclave) ;
- ✓ Etuve 37°C ;
- ✓ Bec benzène ;
- ✓ Pipette graduée (10 ml) ;
- ✓ Portoir et pipettes pasteur.

#### **Test présomptif**

- **Mode opératoire**

- ✓ Avant d'ensemencer les tubes, il faut vérifier qu'il n'y a pas de bulles d'air sous la cloche, pour éviter de fausser les résultats ;
- ✓ Ensemencer deux séries de 10 tubes (avec cloche de Durham) de bouillon Rothe dont :

- La première série est de 5 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon (l'eau avant traitement), et 5 tubes en simple concentré avec 1 ml d'eau à analyser (l'eau avant traitement) ;
- La deuxième série est de 5 tubes en double concentré avec 10 ml d'échantillon (l'eau après traitement), et 5 tubes en simple concentré avec 1 ml d'eau à analyser (l'eau après traitement) ;

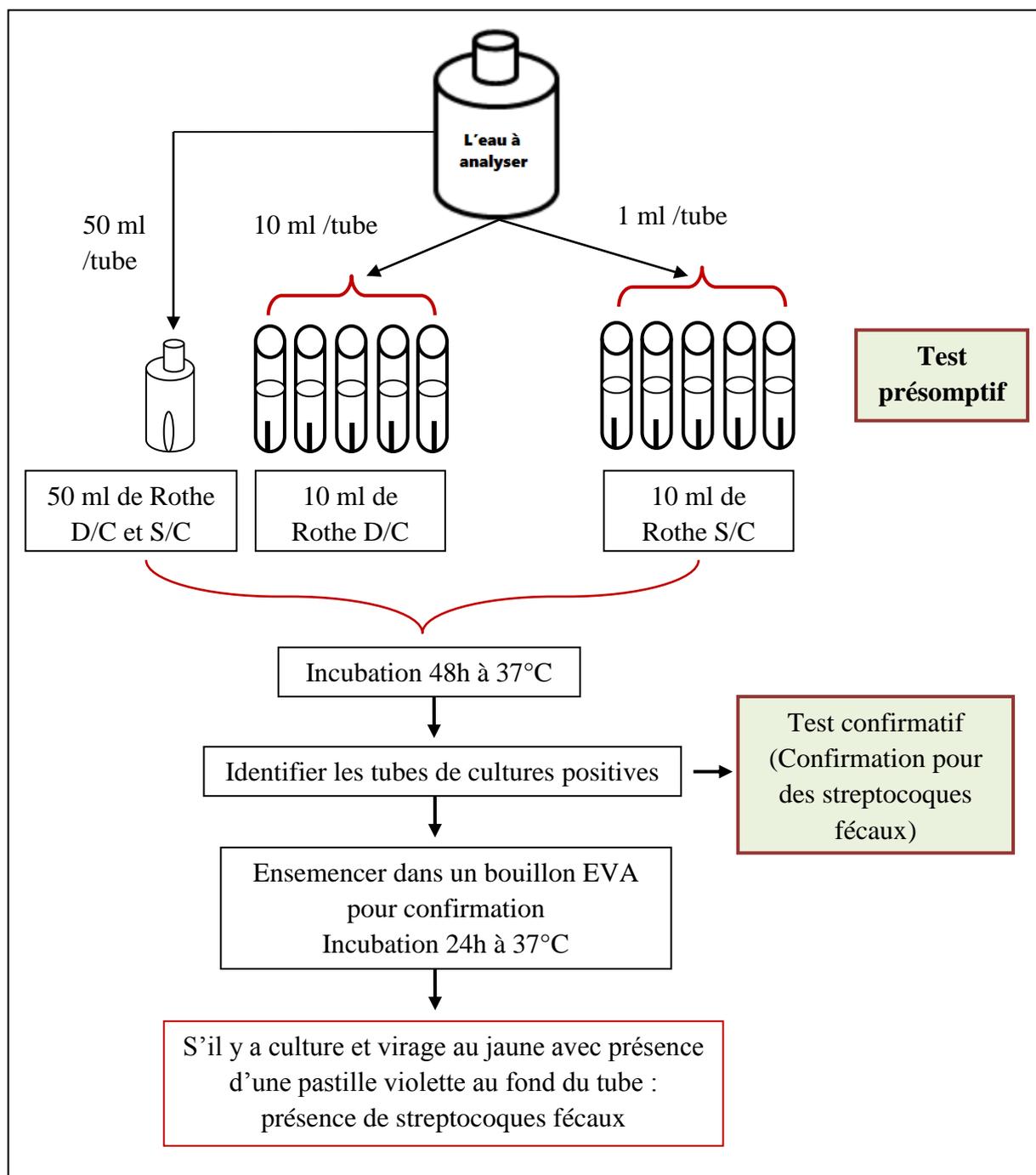
- ✓ L'incubation se fait à 37°C pendant 48 h ;

- **Lecture**

- ✓ Les tubes présentant une louche microbienne sont considérés comme susceptible de contenir un streptocoque fécal ;
- ✓ Le test confirmatif est obligatoire ;

**+ Test de confirmation**

- **Mode opératoire**
  - ✓ Ensemencer 2 à 3 gouttes dans un bouillon à l'Ethyle violet et azide de sodium (EVA ou Litsky), à partir de chaque tubes positif (+) ;
  - ✓ L'incubation pendant 24 h à 37°C ;
- **Lecture**
  - ✓ Tous les tubes présentant une culture et un jaunissement sont considérés comme positifs (+) ;
  - ✓ On note généralement la présence dans le fond des tubes d'une pastille violette ;
- **Expression des résultats**
  - ✓ Noter le nombre de tubes positifs (+) dans chaque série et se reporter aux table du NPP pour connaitre le nombre de Streptocoque fécaux contenus dans 100 ml d'eau à analyser.



**Figure 38 :** Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau avant et après traitement (Zouag et Belhadj, 2017).

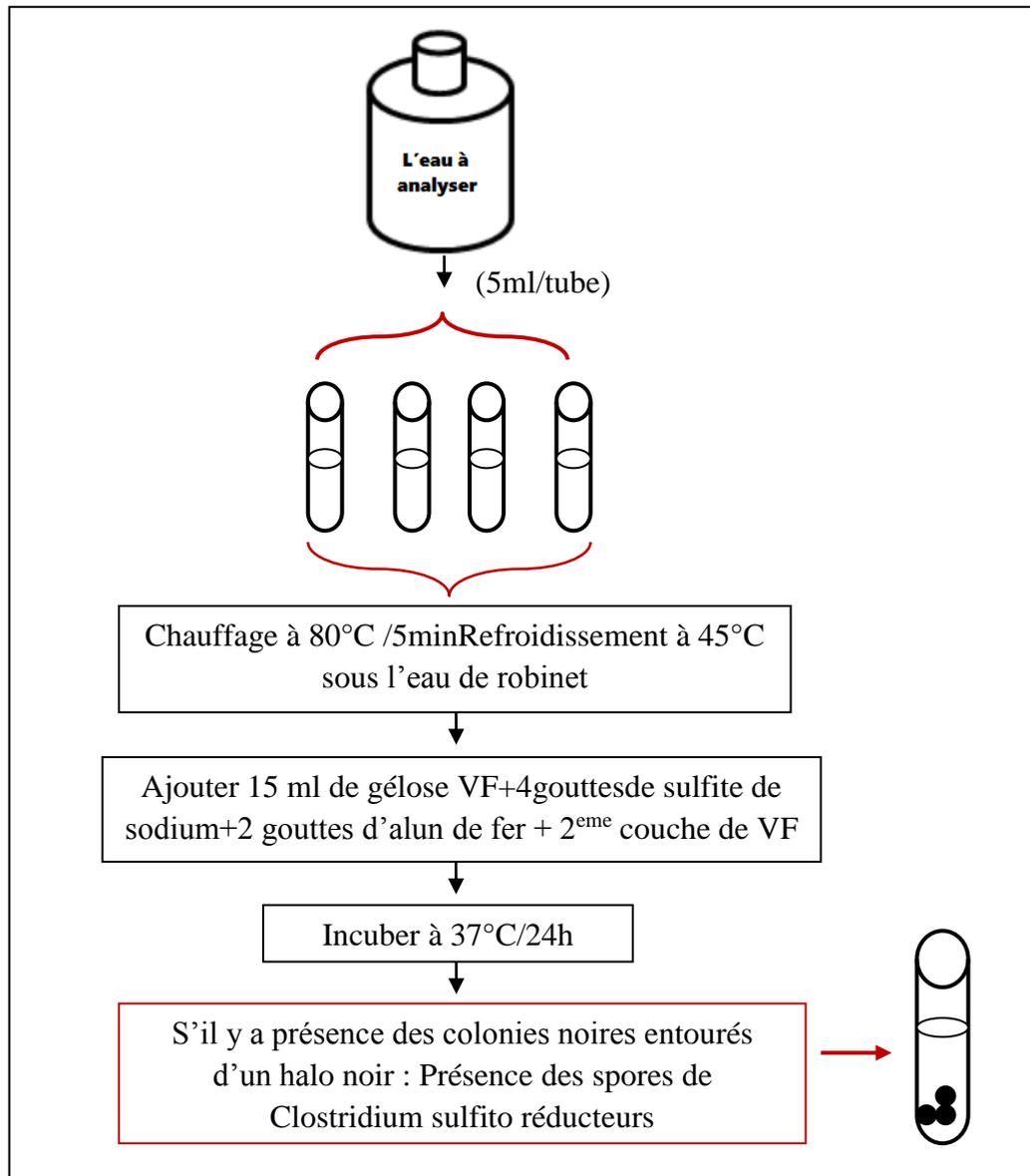
### 3.4. Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium sulfito réducteurs*

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C/10 min, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de Sulfite de sodium et d'Alun de fer.

- **Matériels utilisés**
  - ✓ Matériels de stérilisation (four pasteur, autoclave) ;
  - ✓ Etuve 37°C et 48°C ;
  - ✓ Bec benzène, tubes avec couvercles et pipettes graduées (10 ml et 5ml) ;
  - ✓ Bain marie et portoir.
- **Milieu de culture et réactifs**
  - ✓ Gélose viande foie (VF) ;
  - ✓ Solution d'Alun de Fer ;
  - ✓ Solution de Sulfate de Sodium.
- **Mode opératoire**
  - **Préparation du milieu**
    - ✓ Au moment de l'emploi, faire fondre deux flacons de gélose viande foie (VF), les refroidir dans un bain d'eau à 45 °C puis ajouter une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfate de sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.
    - ✓ Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation ;
    - ✓ Préparer deux séries de 4 tubes dont :
      - La première série, on introduit 5 ml d'échantillon dans chaque tube (l'eau avant traitement) ;
      - La deuxième série, on introduit 5 ml d'échantillon dans chaque tube (l'eau après traitement) ;
    - ✓ Placer les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 10 min ;
    - ✓ Refroidir à 45°C, puis remplir les tubes avec 15 ml de gélose viande foie, laisser solidifier, puis ajouté une deuxième couche ;
    - ✓ Incuber à 37°C et procéder à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h ;
- **Lecture**
  - Les spores de Clostridium sulfito-réducteurs apparaissent sous forme de colonies entourées d'un halo noir.

- Expression des résultats

- On exprime les résultats en nombre de spores par 20 millilitre.



**Figure 39** : Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfite- réducteurs dans l'eau avant et après traitement (Zouag et Belhadj, 2017).

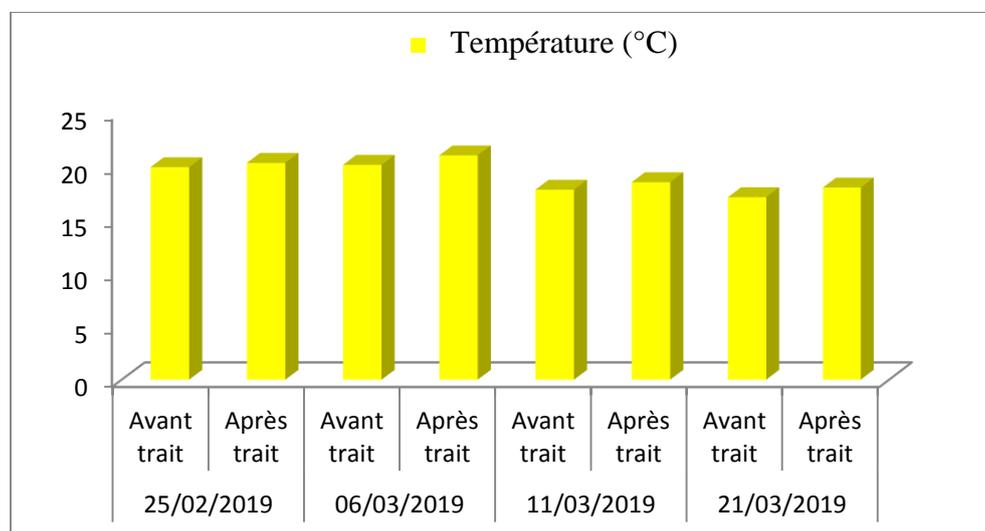
## Chapitre 05 : Résultats et discussion

### 1. Résultats des analyses physico-chimiques

#### 1.1. Température (T°)

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau et la dissociation des sels dissous. Elle a aussi un effet sur les réactions chimiques et biochimiques, sur le développement et sur la croissance des organismes vivants dans l'eau (Achmit et *al.*, 2017).

Les résultats obtenus de température sont représentés dans la figure 40.



**Figure 40** : Variations de la température d'eau avant et après traitement.

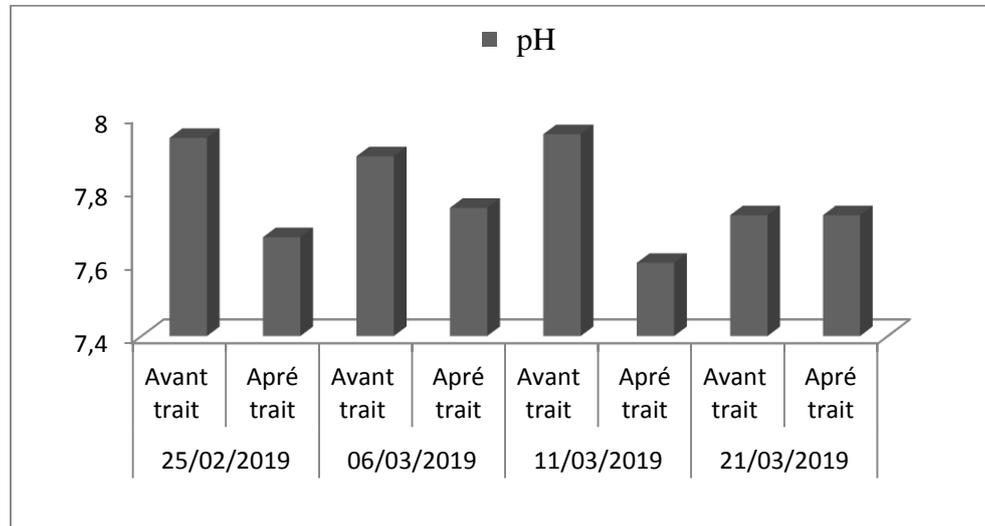
D'après les résultats obtenus durant les quatre prélèvements, nous avons remarqué une légère variation de la température pour les différents échantillons ; c'est des températures saisonnières ne dépassent pas les normes Algérienne estimée de 25°C (JORA.2014).

#### 1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène, noté pH, mesure l'activité des ions hydrogènes en solution. Le pH des eaux naturelles est principalement imposé par les équilibres des acides carboniques. Il est aussi influencé par la nature du substrat ou sol, la géologie et l'origine

des eaux. Le passage d'eau dans le terrain peut faire une modification dans la nature d'eau ainsi que dans sa potentialité d'hydrogène (Orelien, 2017).

Les résultats obtenus du potentiel d'hydrogène sont représentés dans la figure 41.



**Figure 41** : Variations du pH de l'eau avant et après traitement.

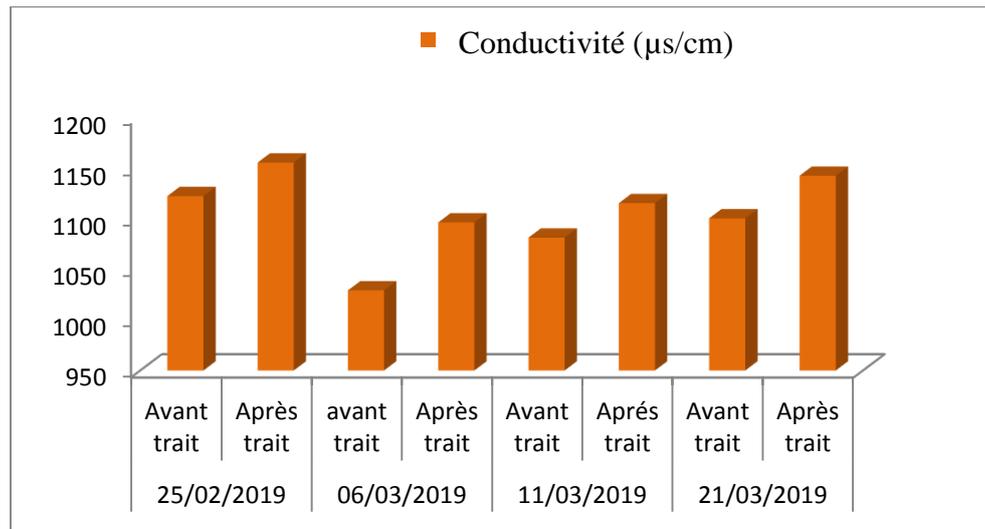
Les résultats d'analyse effectuée expriment que les valeurs de pH d'eau brute varient entre 7,73 et 7,95 donc il est presque stable (légèrement alcalin) et la même chose pour l'eau après traitement les valeurs de pH varient entre 7,6 et 7,75. D'après ces résultats on remarque qu'il n'y a pas une grande différence entre eux. On constate que les valeurs de pH de l'eau de l'usine sont sous les normes algériennes (JORA, 2014), qui recommandent comme valeur limite de pH entre 6,5 et 9.

En général, la plupart des espèces bactériennes requièrent un pH proche de la neutralité ( $\text{pH} = 7$ ) pour leur croissance. Dans notre cas l'eau est exempte de bactéries malgré ce pH favorable à leur croissance à cause de la désinfection par le chlore et le passage par UV.

### 1.3. Conductivité électrique(CE)

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau. En effet, la mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau ou chaque ion agit en fonction de sa concentration et sa conductivité (Abboudietal., 2014).

Les résultats obtenus de la conductivité sont représentés dans la figure 42.



**Figure 42** : Variations de la conductivité électrique de l'eau avant et après traitement.

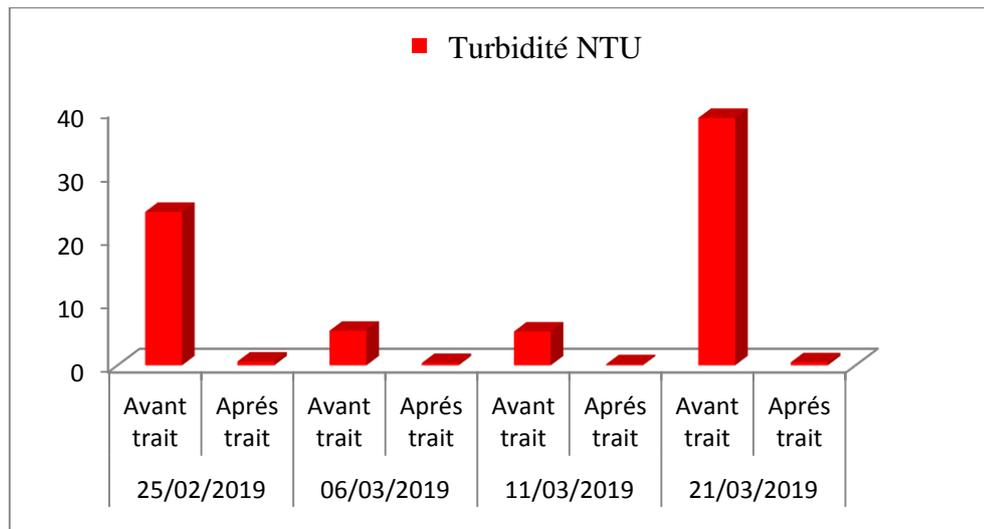
Les résultats de mesures de l'ensemble des échantillons des eaux avant traitement montrent que les valeurs sont comprises entre 1029  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 1122  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alors que les eaux des points contrôlés après traitement sont minéralisées, avec des valeurs qui oscillent entre un minimum de 1096  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et un maximum de 1055  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig.42) ; ces valeurs restent inférieures à la norme de potabilité (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) exprimée dans le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA. 2014).

La température a un effet pertinent sur la conductivité, par ce que cette dernière augmente beaucoup lorsque la température s'accroît, ce phénomène s'explique par le fait que la mobilité des ions augmente à cause de la diminution de la viscosité du milieu. Celui-ci montre que le transport du courant est solidaire du transport de la matière. D'un autre côté la désinfection par le chlore a aussi un rôle dans l'augmentation de la conductivité à cause de l'ionisation de ce dernier en chlorure ( $\text{Cl}^-$ ).

#### 1.4. Turbidité

Selon (Hade, 2007 ; Ben Thayer et *al.*, 2007), la turbidité d'une eau est causée par la présence des matières, soit colloïdales, soit insolubles, d'origines organiques, minérale et microorganismes qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau. Les normes algériennes recommandent comme valeur limite de turbidité ne dépasse pas 5 NTU (JORA. 2014).

Les résultats obtenus de la turbidité sont représentés dans la figure 43.



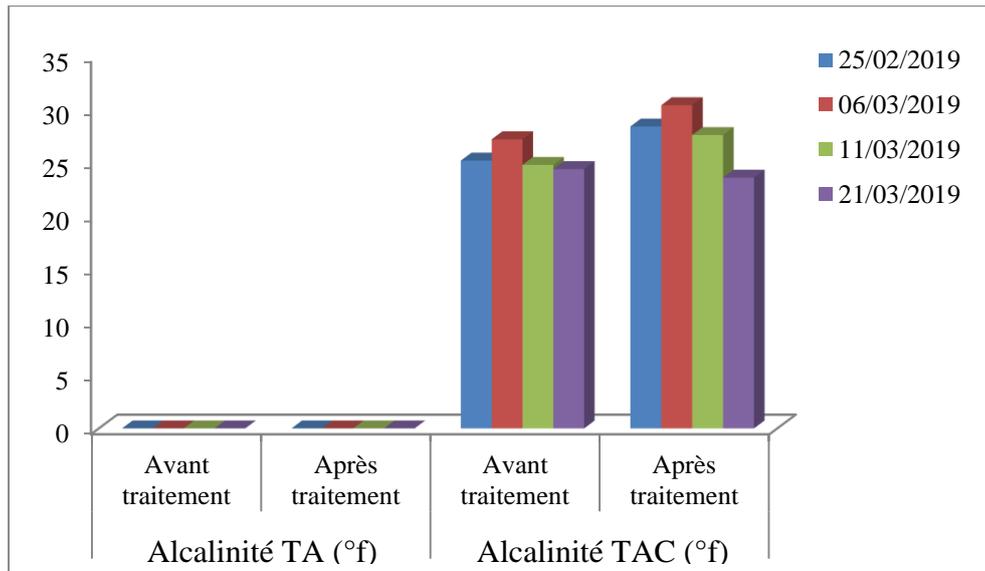
**Figure 43** : Variations de la turbidité d'eau avant et après traitement.

Dans notre cas, les valeurs enregistrées par le turbidimètre varient entre 4.47 NTU à 38.8 NTU pour l'eau brute qui présente une forte turbidité et de 0,18 NTU à 0,76 NTU pour l'eau traitée (fig.44) donc les valeurs de la turbidité sont en dessous de la norme (<5 NTU).

### 1.5. Alcalinité de l'eau (TA - TAC)

L'alcalinité de l'eau est causée par la filtration naturelle des matières en suspension qu'elles peuvent transporter et elles s'enrichissent simultanément en sels minéraux par dissolution de certaines des espèces chimiques contenues dans les roches traversées. En Algérie, le taux d'alcalinité recommandé est de 65 mg/l de l'alcalinité comme une valeur maximale (JORA.2014).

Les résultats obtenus de l'alcalinité sont représentés dans la figure 44.



**Figure 44** : Variations de l'alcalinité de l'eau avant et après traitement.

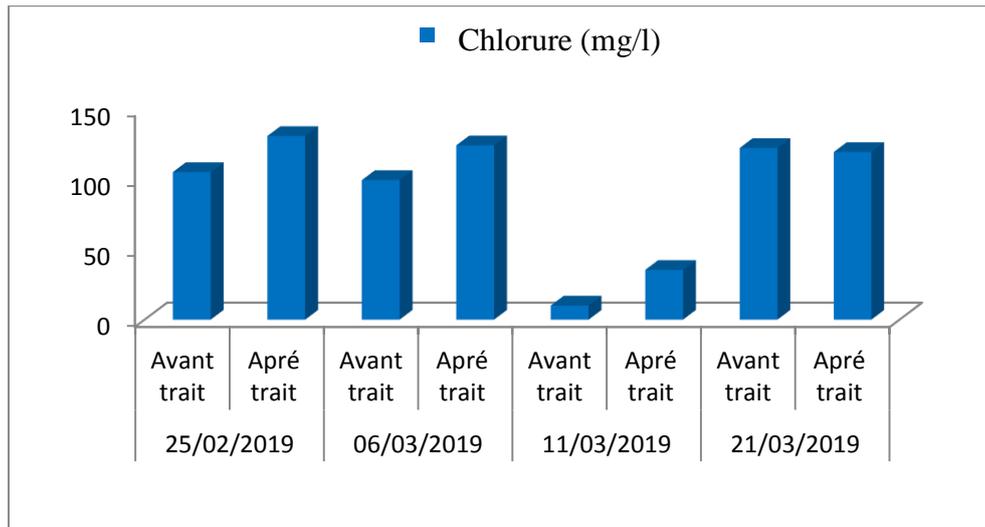
On note par rapport aux résultats obtenus (fig. 44), que l'eau de l'oued et l'eau traitée ont un titre alcalimétrique (TA) nul qui est due à l'absence des  $\text{OH}^-$  et des  $\text{CO}_3^{2-}$ , les valeurs de titre alcalimétrique complet (TAC) varie entre 27,2 à 24,4 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  pour l'eau de l'oued et de 23,6 à 28,4 pour l'eau traitée, provient à la fois des concentrations des hydroxydes alcalins  $\text{OH}^-$ , des carbonates alcalins  $\text{CO}_3^{2-}$  et des hydrogénocarbonates  $\text{HCO}_3^-$  contenues dans ces eaux (Berrane et Bouchlaghem, 2016). Les valeurs de l'alcalinité sont en dessous de la norme ( $< 65$  mg/l).

### 1.6. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )

Les chlorures sont toujours présents dans les eaux naturelles mais à des proportions variables. Ils proviennent essentiellement de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salifères pour les eaux brute, et les eaux traitées proviennent à l'effet d'opération de désinfection (Orelie, 2017).

À forte concentration, les chlorures donnent un goût salé à l'eau. En fonction du cation associé ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), le seuil de détection du goût diffère et se situe ordinairement entre 200 et 300 mg/l. Toutefois, dans l'eau potable, il n'y a pas d'indication fondée sur la santé quant à la teneur en ions chlorures (Orelie, 2017).

Les résultats obtenus du chlorure sont représentés dans la figure 45.



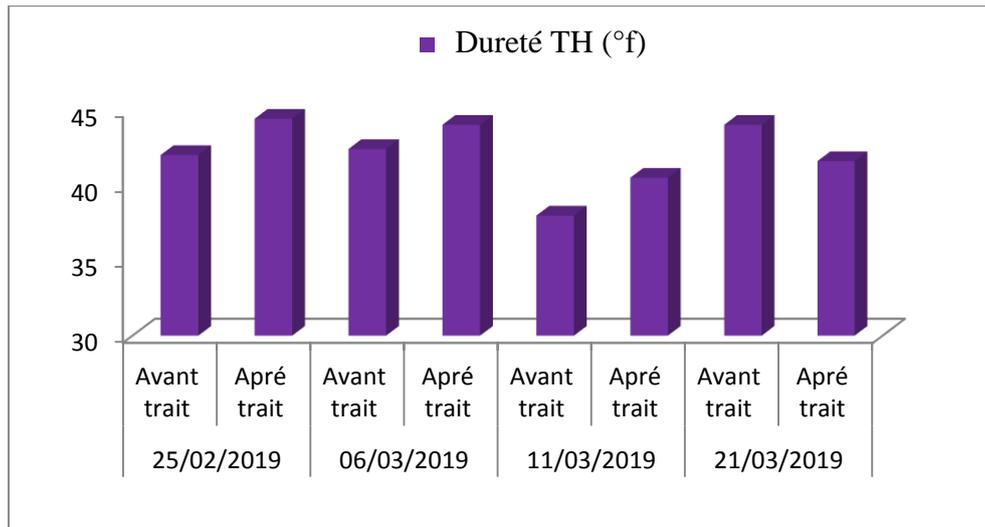
**Figure 45** : Variations de chlorure de l'eau avant et après traitement.

Les résultats d'analyse effectuée pour les échantillons des eaux brutes et les eaux traitées présente des teneurs en chlorures très variable compris entre 10.08 mg /l et 122.12 mg /l pour l'eau brute et entre 35.46 mg /l et 130.64 mg /l concernant l'eau après traitement. Les valeurs des deux prélèvements sont presque proches, on constate que les valeurs de chlorure de l'eau de l'usine sont sous les normes algériennes (JORA. 2014), qui recommandent 500 mg/l comme valeur limite de chlorure.

### 1.7. Dureté de l'eau (TH)

Le titre hydrométrique ou dureté de l'eau est l'indicateur de la minéralisation de l'eau, elle est surtout due aux ions calcium et magnésium (Hakmi, 2006). Pour l'eau destinée à la consommation humaine, la réglementation algérienne préconise une valeur de 500 mg/l en  $\text{CaCO}_3$  (JORA.2014).

Les résultats obtenus de la dureté sont représentés dans la figure 46.



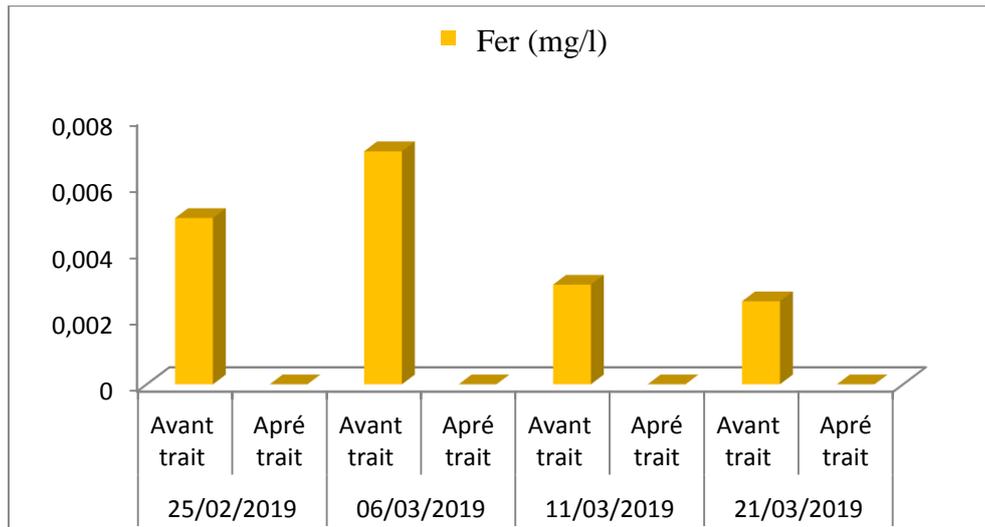
**Figure 46** : Variations de la dureté d'eau avant et après traitement.

En effet, les teneurs de dureté enregistrées varient entre 38 mg.l<sup>-1</sup> et 42,4 mg.l<sup>-1</sup> pour l'eau brute et entre 41,6 mg.l<sup>-1</sup> et 44,4 mg.l<sup>-1</sup> d'eau traitées (fig. 47), donc les valeurs de la dureté sont en dessous de la norme (< 500 mg/l).

### 1.8. Fer (Fe)

Le fer est un métal qui est très abondant dans la croûte terrestre présente principalement dans les roches ignées, dans l'eau souterraine sous forme soluble (ferreux), il a un effet sur les circuits d'eau par les phénomènes d'oxydation, c'est pour ça nous faisons des traitements qui permet de réduire le pourcentage de fer dans l'eau traitées (Hem, 1959).

Les résultats obtenus de fer sont représentés dans la figure 47.



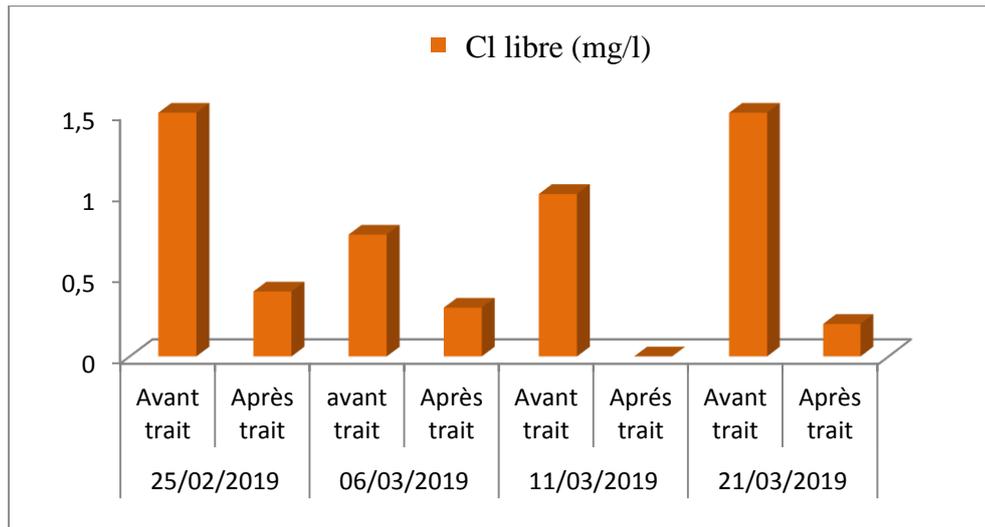
**Figure 47** : Variations du fer de l'eau avant et après traitement.

Les résultats obtenus dans cette étude ont marqué qu'il y'a une petite quantité du fer dans l'eau brute compris entre 0.0025 mg/l et 0.007 mg/l par rapport à l'eau potable qui ne contient pas de fer 00 (mg/l). Les valeurs enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne (JORA. 2014), qui recommandent comme valeur limite de fer ne dépasse pas 0.3 mg/l.

### 1.9. Chlore libre (Cl)

Le chlore totale est constitué de chlore libre et de chlore actif, sachant que le chlore actif joue le rôle d'un désinfectant alors que le chlore libre est un pertinent, on le calcule pour déterminer la quantité qui ne réagis pas avec l'eau (Zeddami et *al.*, 2018).

Les résultats obtenus de chlore libre sont représentés dans la figure 48.



**Figure 48** : Variations de chlore libre dans l'eau avant et après traitement.

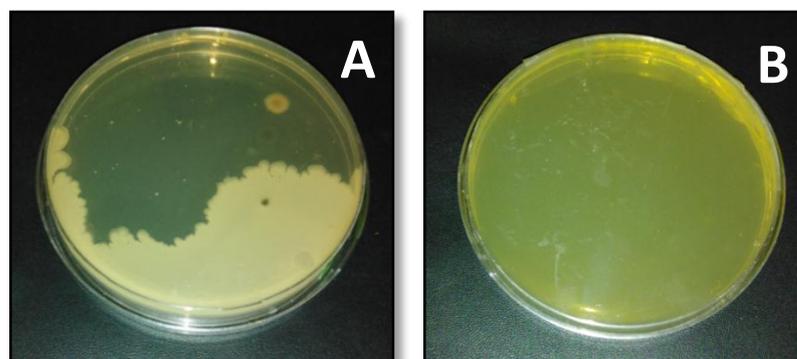
Les résultats d'analyse effectuée pour les prélèvements des eaux avant traitement présentent des teneurs en chlore libre comprise entre 0.75mg/let 1.5 mg/l, pour les prélèvements après traitement entre 0 mg/let 0.4mg/l, donc ces résultats ne dépassent pas les normes algériennes (de 0.1 à 1.5 mg/l) (JORA. 2014).

## 2. Résultats des analyses bactériologiques

### 2.1. Germes totaux (GT)

Le dénombrement des germes aérobies mésophiles, permet de recenser un groupe relativement varié d'espèces de bactéries, sans égard à leur pathogénicité. C'est un indicateur de façon globale du degré de contamination de l'eau (Berrane et Bouchlaghem, 2016).

La figure ci-dessous présente les résultats du dénombrement des germes totaux en GT/ml :



**Figure 49** : Prolifération des germes totaux avant (A) et après (B) traitement (photo prise par KHAMASSI, 2019).

**Tableau 02** : Résultats de dénombrement des germes totaux avant et après traitement en GT/ml.

Jours	Echantillons	Nombre de GT /ml
<b>25-02-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>06-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>11-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>21-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0

Le tableau 02 montre que les résultats du dénombrement des germes totaux des quatre échantillons soumis à l'analyse bactériologique, on voit en premier lieu que le nombre des germes dans l'eau brute est très importante (indénombrable) à cause de la pollution due à des microorganismes, et on remarque leur absence totale pour l'eau traité à cause de la désinfection par chlore d'une coté et le passage par les membranes d'ultra filtration d'autre coté. La réglementation algérienne (JORA. 2014), indique une valeur de 0 germes/100 ml comme une valeur limite.

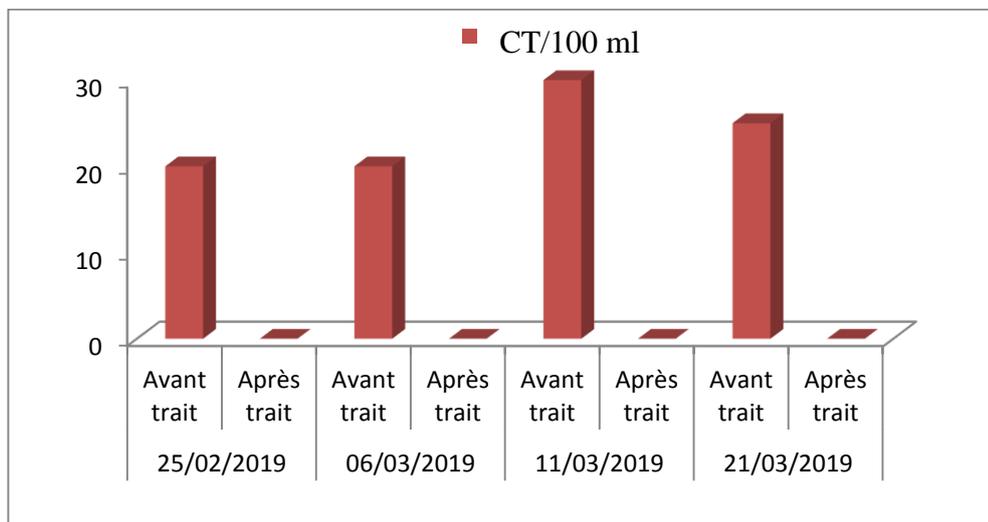
## 2.2. Coliformes totaux (CT)

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement (Mokdadi et Messai Ahmed, 2014).



**Figure 50 :** Photo montre les résultats de la recherche des coliformes totaux (colimétrie) dans l'eau avant et après traitement (photo prise par KHAMASSI, 2019).

La figure 51 présente les résultats du dénombrement de coliformes totaux en CT /100 ml :



**Figure 51 :** Variations des coliformes totaux dans l'eau avant et après traitement.

Le dénombrement des coliformes totaux montre que leur nombre varie d'un prélèvement à un autre, pour l'eau brute le nombre est comprise entre 20 CT/100ml et 30 CT/100ml, avec une absence totale de ces germes dans l'eau de dilution (après traitement), donc sont répond aux normes algérienne (0 CT/100 ml).

La présence de coliformes totaux dans l'eau brute confirme que l'eau d'oued zone Bouati Mahmoud est soit polluées par les matières fécales ou par l'environnement de système de récupération de cette eau (canaux de drainage de l'eau).

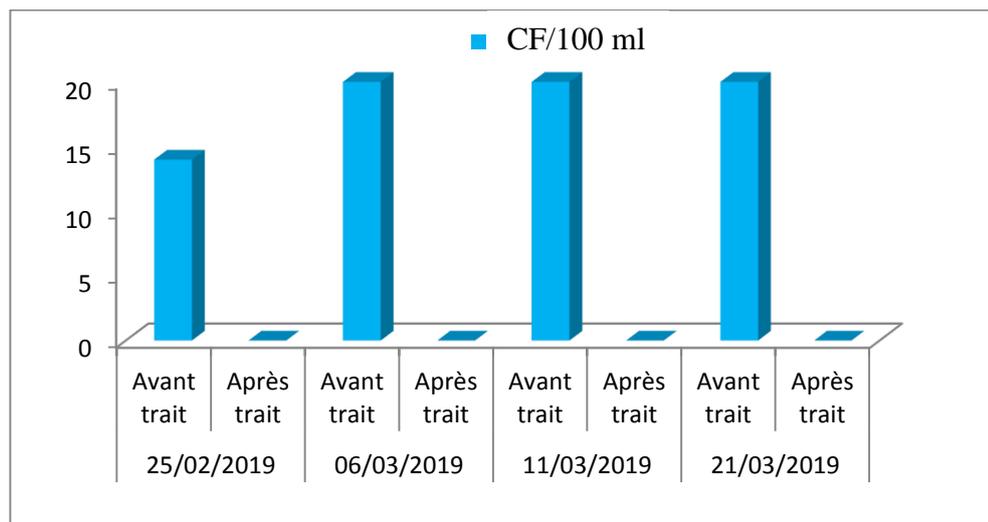
L'appréciation des résultats révèle que tous les échantillons d'eaux après traitement sont de qualité satisfaisante (absence totale de coliformes totaux) à cause de la désinfection

qui permettre l'élimination de ces germes et de conférer à l'eau une protection rémanente dû à la présence du chlore résiduel contenu dans l'eau d'une coté et le passage par les membranes d'ultra filtration d'autre coté.

- **Coliformes fécaux**

Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : coliformes fécaux, on cite là l'exemple d'*Escherichia coli* qu'est de loin la plus importante des bactéries présentes dans ce groupe et leur identification dans l'eau indique toujours une contamination potentiellement dangereuse car trahissant dans la plupart des cas l'existence d'un risque de la présence de microorganismes pathogènes entériques (Chérif Ibrahima, 2006).

Les résultats obtenus des coliformes fécaux sont représentés dans la figure 52 en CF/100 ml.



**Figure 52** : Variations des coliformes fécaux l'eau avant et après traitement.

Les analyses des résultats montrent que le nombre des coliformes fécaux est très faible pendant toute la période d'étude, d'autant que l'ensemble des échantillons d'eau brute est polluée par ces germes avec des teneurs enregistrée entre 14 et 20 CF/100ml ; mais ils sont absents totalement dans les échantillons d'eau après traitement.

Nous nous référons à la présence d'*E.coli* dans le quatrième prélèvement d'eau avant traitement, cependant leur absence dans les trois premiers échantillons permet d'écartier une augmentation du pH d'eau d'oued dans cette période.

Il est noté aussi que L'absence des coliforme fécaux dans l'eau traité est expliquer par l'action de chlore ajouté qui détruire les bactéries pathogènes et par le passage à travers les membranes d'ultras filtration.

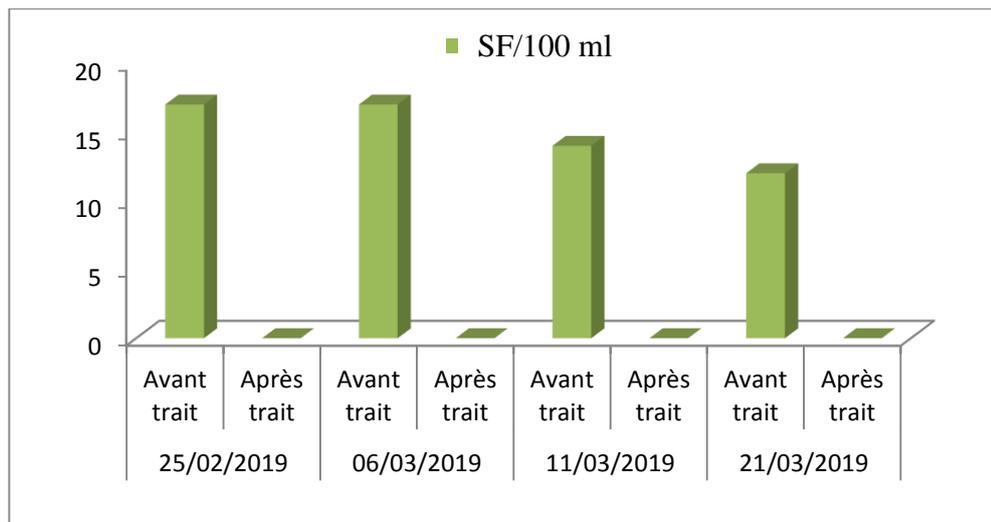
**2.3. Streptocoques fécaux (SF)**

Les streptocoques fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologique pris en comptes dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présence sont suffisantes à confirmer qu' 'il y a effectivement une pollution fécale car les streptocoques sont typiques de déjections animales et humaines (Aguiza et *al.*, 2014).



**Figure 53 :** Photo montre les résultats de la recherche des streptocoques fécaux dans l'eau avant et après traitement (photo prise par KHAMASSI, 2019).

Les résultats des streptocoques fécaux qu'est obtenues sont représentés dans la figure 54 :



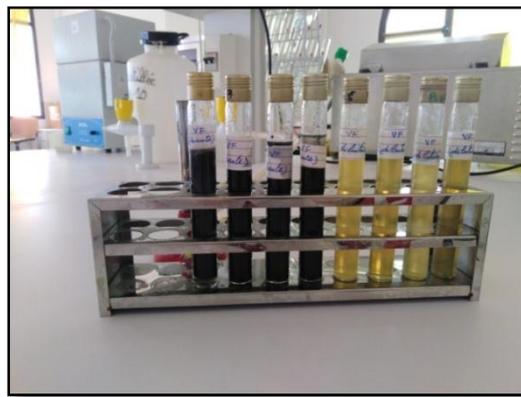
**Figure 54 :** Variations des streptocoques fécaux l'eau avant et après traitement.

Le dénombrement des streptocoques fécaux montre que leur nombre varie d'un jour à l'autre, dans l'eau brute est compris entre 12 et 17 SF/100ml, mais elles sont absentes dans l'eau traité.

La présence en nombre important de streptocoques fécaux dans les eaux brutes atteste la contamination des eaux par les matières fécales. La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml d'échantillon. C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux traités.

#### 2.4. Spores de clostridium sulfito-réducteur

Selon la réglementation algériennes (JORA. 2014), une eau destinée à la consommation ne doit contenir aucune bactérie de type clostridium sulfito-réducteur qui sont souvent considérés comme des témoins d'une pollution fécale ancienne.



**Figure 55 :** Photo montre les résultats de la recherche des spores de clostridium sulfito-réducteur dans l'eau avant et après traitement (photo prise par KHAMASSI, 2019).

Les résultats de dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réductrices sont résumés dans le tableau et la figure ci-dessus :

**Tableau 03** : Résultats de dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur avant et après traitement en spores/20ml d'eau.

<b>Jours</b>	<b>Echantillons</b>	<b>spores/20ml</b>
<b>25-02-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>06-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>11-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0
<b>21-03-2019</b>	Avant traitement	Indénombrable
	Après traitement	0

La présence des spores de clostridium sulfito-réducteur se traduit par l'apparition des taches noires qui résultent de la réduction de sulfites de sodium en sulfures de fer de couleur noire [12].

L'apparition des tubes complètement colorés en noire est due probablement à la présence d'un nombre très important des germes dans l'eau brute (indénombrable), l'absence de colonies entourées d'un halo noire dans l'eau traitée montre que notre eau répond aux normes de potabilité.

## **Conclusion**

Aux termes de notre travail qui a porté sur différents traitements des eaux au niveau de la conserverie Amor Ben Amor et afin de faire face aux exigences liées à l'utilisation de l'eau, nous pouvons conclure d'après les résultats obtenues au cours de notre étude, que ce soit, au niveau de la station ou au niveau du laboratoire (analyses physico-chimiques et bactériologiques) que dans tous les cas les paramètres obtenus répondent aux normes exigés par la réglementation concernant le type d'activité. En effet, les résultats ont montré que les eaux produites sont de bonne qualité.

La légère augmentation de la température de l'eau après traitement par rapport à l'eau avant traitement est due à l'effet de la série de traitements qu'elle passe à partir des étapes préliminaires de prétraitement à la purification, la désinfection et traitement chimique à travers les étapes de tamisage, coagulation-floculation, désinfection par le chlore et la désinfection à l'ultra-violet. Les machines et appareils ainsi que de nombreux tuyaux traversant l'eau contribuent à l'augmentation de la température. Elle ne dépasse généralement pas 25° C et applicable dans la plupart des industries du même domaine.

Contrairement aux variations de température, le pH de l'eau a diminué après le traitement pour se rapprocher du plus neutre, où il variait entre 7,6 et 7,75. Cette baisse est due au traitement physico-chimique de l'eau. Il est dans l'intervalle en vigueur et recommandé dans le Journal Officiel de la République Algérienne.

La désinfection par le chlore et l'augmentation de la température de l'eau ont augmenté la conductivité électrique de l'eau traitée. Cette conductivité est passée de 1096 à 1155  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme un maximum qui reste inférieur à celui recommandé dans l'industrie agro-alimentaire, ainsi que la purification de l'eau et l'élimination des corps et matières solides et d'isolation jouent un rôle majeur dans l'augmentation de cette conductivité électrique.

Selon les résultats, on peut dire que le système de traitement de l'eau dans la Conserverie Amor Ben Amor a généralement donné des résultats et des valeurs conformes aux normes en vigueur selon le Journal Officiel, dans lesquels on trouve un degré de turbidité qui ne dépasse pas 0,76 NTU, ce qui indique l'efficacité du système de filtrage. les valeurs de titre alcalimétrique complet (TAC) varie entre 23,6 °f à 28,4 °f pour l'eau traitée provient à la fois des concentrations des hydroxydes alcalins  $\text{OH}^-$ , des carbonates alcalins

$\text{CO}_3^{2-}$  et des hydrogénocarbonates  $\text{HCO}_3^-$  contenues dans ces eaux, ces valeurs d'alcalinité sont en dessous de la norme (< 65 mg/l).

Les teneurs en chlorures des eaux traitées sont en général proches de celles des d'eaux brutes avec un maximum qui ne dépasse pas la valeur limite de chlorure (500 mg/l) recommandée par les normes algériennes. La dureté de l'eau après traitement est en dessous de la norme (< 500 mg/l), elle varie entre 40.5 et 44,4 mg/l.

L'élimination du fer de l'eau a été bien faite et n'a montré aucun effet après le traitement, les quantités de fer variant entre 0.0025 mg/l et 0.007 mg/l avant le traitement. Ces résultats sont très satisfaisants selon les normes établies, ce qui indique l'efficacité de la phase d'élimination du fer dans l'usine. Les teneurs en chlore libre comprise entre 0.75mg/l et 1.5 mg/l, pour les prélèvements après traitement entre 0 mg/l et 0.4 mg/l, donc ces résultats ne dépassent pas les normes algériennes (de 0.1 mg/l à 1.5 mg/l) d'après JORA (2014).

Par conséquent, on peut certifier que ces eaux ont subi les traitements nécessaires et que le système de traitement physico-chimique de l'eau au niveau de la Conserverie Amor Ben Amor est un système très efficace qui donne des résultats conformes aux normes.

Si le traitement physico-chimique de l'eau a donné des résultats et des valeurs acceptables pour l'industrie mais adaptés à la croissance bactérienne, les résultats de l'analyse bactériologique sont négatifs et généralement acceptables selon les normes du journal officiel dans les secteurs des industries agro-alimentaires. Les résultats du dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale ont révélés que le nombre des germes totaux est inférieur à 1germe/ml dans l'eau après traitement pour toutes les échantillons correspond au nombre indénombrable dans les eaux brutes avant traitement. Idem pour les nombres des coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, qui ne se trouvent pas dans l'eau traitée où ils ont atteint 30, 20 et 17 germes/100ml successivement, ce qui montre l'absence d'une contamination récentes par la matière fécale dans les eaux traitées et l'absence de contamination fécale ancienne traduite par l'absence des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur dans les eaux après traitement contrairement aux eaux brutes qui ont un nombre indénombrable des spores. Ces résultats négatifs pour l'analyse bactériologique sont dus au traitement chimique de l'eau et au traitement UV ainsi qu'aux systèmes de filtration utilisés dans la Conserverie Amor Ben Amor.

Enfin, c'est l'occasion pour nous de rappeler aux autorités en charge de l'industrie que l'industrie alimentaire est un secteur très délicat. Il va falloir non seulement multiplier les inspections sur le marché mais aussi développer les systèmes de contrôle en industrie afin d'inciter les promoteurs à promouvoir la qualité exigée dans les industries.

**Bibliographie****A**

- 1- **Abboudi A., Tabyaoui H et El Hamichi F. (2014).** Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc. European Scientific Journal August 2014 edition vol.10, No.23 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. 88 p.
- 2- **Abdellah R. (2012).** Détection de potentielle anomalie a la station de traitement des eaux de process et optimisation de l'ajout de réactifs. Mémoire de licence en Sciences et techniques, faculté des sciences et techniques de Marrakech. (16-27) p.
- 3- **Achmit M., Sbai G., Aouniti A et Loukili M. (2017).** Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de barrage BAB LOUTA. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 20 No. 4 Jul. 2017, pp. 1246-1255 © 2017 Innovative Space of Scientific Research Journals. 1249 p.
- 4- **Alia S., Athamnia W et Derdech S. (2018).** Evaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de sources d'Ain Djemel et d'Ain Souda .Mémoire de master en Sciences alimentaires, université 08 Mai 1945-Guelma- . 10 p.
- 5- **Ayad W. (2016).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : Cas des puits de la région D'EL-HARROUCH (WILAYA DE SKIKDA). Thèse de Doctorat en Microbiologie appliquée, université Badji Mokhtar – Annaba. (4-5-24-15) p.

**B**

- 6- **Bassompierre C. (2007).** Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers : de la conception d'un pilote à la validation de modèles. Thèse doctorat, Institut National Polytechnique De Grenoble, (25-230) p.
- 7- **Belahmadi M.S.O. (2009).** Etude de la biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad. Mémoire de Magister en Microbiologie Appliquée et biotechnologies Microbiennes, université Mentouri – Constantine. 12 p.
- 8- **Belhadj M. (2017).** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. Thèse de Doctorat en Sciences, université Mohamed Khider – Biskra. 64 p.

- 9- **Ben aziza A., Ghemrani R et Kaour L. (2017).** Etude comparative de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux issues des industries alimentaires. Mémoire de master en Sciences alimentaire, université 8 Mai 1945- Guelma. (31-35) p.
- 10- **Ben garmia B. (2016).** Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Oued Essaoura cas de Beni-Abbès, Ougarta et Zeghamra. Thèse doctorat en microbiologie fondamentale et appliquée, université D'Oran 1. 29 p.
- 11- **Ben Thayer B., Riahi K et Boudhraa H. (2007).** Élimination de la turbidité par oxygénation et filtration successives des eaux de la station de Sfax (Sud de la Tunisie), université du Québec. 356 p.
- 12- **Bordjah A. (2011).** Analyse physico-chimique et microbiologie de lait UHT demi-écrémé. Mémoire en ligne, centre de la formation professionnelle El Hidhab Sétif Algérie –BTS en contrôle de la qualité dans les industries agroalimentaires. 47 p.

### C

- 13- **Centre de recherche en soudage et contrôle. (2012).** Traitements des eaux Chaudières et circuits de refroidissements, Alger, (26-62-64) p.
- 14- **Chaden, M. H. 2014.** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la Rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en Géosciences. Université de Lorraine. (60-96) p.
- 15- **Chambre Syndicale Nationale de l'Eau de Javel. (2010).** L'Eau de Javel Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium, ([www.eaudejavel.fr](http://www.eaudejavel.fr)). 7 p.
- 16- **Chérif Ibrahima K. (2006).** Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université Cheikh Anta Diop de Dakar. 29 p.
- 17- **Cherif I. (2012).** L'influence de la coagulation-floculation et décantation sur le prétraitement des eaux saumâtres. Mémoire de Master en Hydraulique, université Abou bekr belkaid - Tlemcen. (27-28- 29-58) p.

### D

- 18- **Debabza M. (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes

pathogènes. Mémoire de magister en microbiologie de l'environnement, université Badji Mokhtar -Annaba-. 39 p.

**19- De villers J., Squilbin M et Yourassowsky C. (2005).** Qualité Physico- Chimique et Chimique des eaux de surface : Cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement. (3- 4- 5) p.

**20- Djaffer O., Rouabhi R et Zidi R. (2018).** Etude de système de traitement et d'analyses physico-chimiques des eaux industrielles. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de technicien supérieur, en traitement des eaux, institut national spécialisé dans la formation professionnelle pour l'administration Djbabla Kadour – Guelma. (26-27-47-48) p.

### ***E***

**21- El alaoui R et Taoussi I. (2013).** L'impact du Chrome VI sur le traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Marrakech. Mémoire de Licence en Sciences et Techniques, université Cadi Ayyad de Marrakech. (27-32) p.

**22- El morhit M. (2009).** Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien –Bas Loukkos–. Thèse de doctorat, université Mohammed V. Agdal, Rabat. 232 p.

### ***F***

**23- Frank L., Ynoussa M et Sossou S. (2010).** Analyse comparée des qualités microbiologique et physico-chimique des eaux de pluie stockée dans des citernes en Ferro ciment : Cas des impluviums de DORI. Mémoire de Master en Génie Sanitaire et Environnement. (10-11) p.

### ***G***

**24- General Logistics Systems. (2006).** L'élimination du fer et du manganèse dans l'eau destinée à la consommation humaine. France. ([www.gls.fr](http://www.gls.fr)).1 p.

**25- Gherib S. (2014).** Conditionnement des eaux d'alimentation de chaudière Laiterie Edough- Annaba. Mémoire de Master en chimie de corrosion, université Badji Mokhtar, Annaba. 35 p.

**26- Graini A. et Terki H. (2018).** Contrôle et suivi de la qualité de l'eau traitée « station de traitement \_ Chaiba Annaba. Mémoire de master en sciences hydrolyque, université Badji Mokhtar, Annaba. 64 p.

- 27- **Guerradi I. et Hechachna A. (2013).** L'utilisation industrielle du charbon actif. Mémoire de licence en Science de la matière, université Amar Thladji de Laghouat Algérie. 18 p.

## *H*

- 28- **Haba S. (2012).** Adoucisseurs d'eau.UAE - Union française des professionnels du traitement de l'eau. 5 p.
- 29- **Hade A. (2007).** Nos lacs : Les connaître pour mieux les protéger, Edition Fides, Bibliothèque nationale du Québec, Canada, 27p.
- 30- **Hakmi A. (2006).** Traitement des eaux " traitement de l'eau de source bousfer ORAN ".Mémoire de licence, université des sciences et de la technologie – Oran. (9-28) p.
- 31- **Hamdi W. (2011).** Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette d'Ouargla. Mémoire de Magister En Microbiologie appliquée, université Kasdi Merbah -Ouargla-. 41 p.
- 32- **Hamed M., Gettache A. et Bouamer L. (2012).** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA Bechar. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en biologie en Contrôle de qualité et d'analyse, université de Bechar. (15-16) p.
- 33- **Hem J. (1959).** Study and interpretation of chemical characteristic of natural water, university of Virginia, United States of Geological Survey Water-Supply. Paper 1473 Washington25, D.C. USA. 58 p.

## *J*

- 34- **Jestin E. (2006).** La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaire. agence de l'eau Seine-Normandie. Hérouville Saint Clair, PP. (17-32-34) p.
- 35- **Journal Officiel de la République Algérienne N° 13.** 07 Joumada El Oula 1435, 09 mars 20, Fait à Alger, 02 Joumada El Oula 1435, 04 mars 2014, Mourad Raïs.

## *K*

- 36- **Koller E. (2009).** Traitement des pollutions industrielles, Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, 2ème édition, Dunod, 569 p.

**M**

- 37- Manceur Y et Djaballah S. (2016).** Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa. Mémoire de master en Microbiologie appliquée à la santé et l'environnement, université Larbi Tébessi -Tébessa-. (2-4-10-12) p.
- 38- Medfouni S. (2017).** Adoucissement des eaux géothermales de l'oued Rhia. Etude comparative de deux types de chaux (CaO et Ca(OH)<sub>2</sub>). Mémoire de magister en Génie Chimie, université Kasdi Merbah, Ouargla. 09 p.
- 39- Mekhalif F. (2009).** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister en chimie, université du 20 Août 1955 –Skikda-. 03 p.
- 40- Metahri M. (2012).** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitée par des procédés mixtes cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou .Thèse de Doctorat, université mouloud mammeri de Tizi-Ouzou .148 p.
- 41- Mokdadi H et Messai Ahmed N. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa). Mémoire de master en Biochimie appliqué, université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued. 90 p.
- 42- Moussa haidar C. (2014).** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en Géosciences, université de Lorraine. (57-58) p.

**N**

- 43- Nouayti N., Khattach D et Hilali M. (2015).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc). Assessment of physico-chemical quality of ground water of the Jurassicaquifers in high basin of Ziz (Central High Atlas, Morocco), J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) 1068-1081. NP (1072-1073-1074-1075) p.
- 44- Novello C et Roux. (2003).** TP de microbiologie : Analyses de l'eau, université Paris. (12-5) p.

**O**

- 45- **Orelien F. (2017)**. Etude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de Ravine Diable (ANSEA-veau). Mémoire de master en sciences et gestion de l'environnement, université ULIEGE Belgique. (10-14) p.
- 46- **Organisation mondiale de la Santé. (2013)**. Mesurer les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau. 1 p.
- 47- **Ourtelli S et Brahimi S. (2012)**. Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement des eaux usées de la station d'épuration de corps gras de Bejaia (CO.G.B) Labelle après ensemencement. Mémoire de Master en Environnement et Sécurité Alimentaire, université Abderrahmane MIRA de Bejaia. (12-4-25) p.

**P**

- 48- **Paul Tamas A. (2004)**. Etude comparée du colmatage en nano filtration et en ultrafiltration d'eau de surface. Mémoire pour l'obtention du grade de maitre en science. en génie civil, université Laval Québec. 17 p.

**S**

- 49- **Sadi M., Tarmoul F et Driche M. (2007)**. Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel. Mémoire de master en Science de la Mer. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. (6-9) p.
- 50- **Sow F. (2017)**. Evaluation de la pollution chimique et bactériologique des eaux de la réserve de biosphère du Haut Niger- Faranah-. Direction nationale de la recherche scientifique et Technique (D.N.R.S.T). 8 p.
- 51- **Sambou M.P. (2000)**. Etude de faisabilité d'une station de désertisation à Kolda. En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception, université cheikh antadiop de dakar-Senegal-. (4-8) p.

**T**

- 52- **Tourab H. (2013)**. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz. Mémoire de master, université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc). (40-82) p.

**Z**

- 53- Zeddami I., Cheraitia Z., Naamoune N et Bouraghda R. (2018).** La qualité des eaux dans les industries agro-alimentaires. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de technicien supérieur, En traitement des eaux, Institut national spécialisé dans la formation professionnelle pour l'administration Djbabla Kadour – Guelma-. 14 p.
- 54- Zgheib S. (2009).** Flux et sources des polluants prioritaires dans les eaux urbaines en lien avec l'usage du territoire. Thèse de Doctorat en Sciences et Techniques de l'Environnement. Ecole Nationale des ponts et chaussées. 42 p.
- 55- Zouag B et Belhadj Y. (2017).** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta. Thèse de doctorat en pharmacie, université Abou bekr b el kaid- Tlemcen-. (5-11-29-40-31) p.

*Webographie*

- [1] : <https://hannainst.com> : Turbidimètres : Mode d'emploi.4p
- [2] : **Emmanuel, j.** La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaires. Agence de l'eau seine – Normandie. (jestin.emmanuel@aesn.fr). (4-5) p.
- [3] : **Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général.2005.**Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement.(1-3)p
- [4] : **Centre d'expertise en analyse environnementale du québec. 2007.** Détermination de l'alcalinité totale par titrage à l'acide nitrique, du pH et de la conductivité dans l'eau : méthode avec un titrateur automatique, 5p.
- [5] :[www.anses.fr](http://www.anses.fr): Caractéristiques des eaux utilisées en industrie agroalimentaire. Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail. 2014.1p.
- [6] :<http://www.dictionnaire-environnement.com>.
- [7] :<http://www.enpc.fr/cereve/HomePages/thevenot/Eau-Potable-Traitement-2005.pdf>
- [8] : [https://www.lenntech.fr/bibliotheque/coagulation/coagulation-floculation .htm](https://www.lenntech.fr/bibliotheque/coagulation/coagulation-floculation.htm). consulté le (04/03/2012).
- [9] :[WWW.COMAP.Fr](http://WWW.COMAP.Fr). Adoucisseurs d'eau. 2004. 2p.
- [10] :<https://www.aquaportail.com/definition-4159-debit.html>. consulté le (11/02/2015).
- [11] : **Manuel Pratique d'Analyse de l'Eau (4<sup>ème</sup> édition). 2013.** Fondation Nationale de la Santé. Brasilia. 9 p.
- [12] :<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net/document/pdf>. consulté le (11/06/2019).

---

**Annexe 01 : Préparation des solutions dans la Conserveries AMOR BEN AMOR (Bouati Mahmoud).**

**1- Les produits injectés dans le décanteur**

✓ **La soude caustique (NaOH)**

- Dissoudre 175K g de (NaOH) dans 800 l de l'eau, agiter bien la solution, Laisser refroidie pendant 24h avant l'utilisation.

✓ **Sulfate d'Alumine (coagulant)  $AL^2(SO_4)_3$**

- Dissoudre 100 Kg de  $[AL^2(SO_4)_3]$  dans 100 l de l'eau.

✓ **Polymère (floculant)**

- Dissoudre 300 kg de Polymère dans 400 l de l'eau.

**2- Préparation des Solution (Volumétrie)**

✓ **TA**

- Phénolphtaléine : 1 g dans 100 ml d'Ethanol + 100 ml de l'eau distillée.
- $H_2SO_4$  : 0.55 ml  $H_2SO_4(d= 1.84)$  dans 1000 ml de l'eau distillée.

✓ **TAC**

- Méthylorange à 0.5% : 0.5 g dans 100 ml de l'eau distillée.
- $H_2SO_4$  : 0.55 ml  $H_2SO_4(d= 1.84)$  dans 1000 ml de l'eau distillée.

✓ **Chlorure**

- $AgNO_3$  (0.01N) : 0.849 g dans 500 ml de l'eau distillée.
- Solution mère de NaCl (71 mg/l de Cl<sup>-</sup>) : 58.5 mg dans 500 ml de l'eau distillée.
- $K_2Cro_4$  à 10% : 10 g dans 100 ml de l'eau distillée.

✓ **EDTA**

- 1.871 g dans 500 ml de l'eau distillée (Conserver dans un flacon en Polyéthylène).

✓ **Phosphate**

- Phosphate 1 : 70 ml d'  $H_2SO_4$  (d = 1.84) diluer par 500 ml de l'eau distillée pour avoir une concentration de 5 M.
  - Phosphate 2 : 5 g de Molybdate d'Ammonium diluer par 100 ml de l'eau distillée.
  - Phosphate 3 : 100 g d'Acide Ascorbique diluer par 100 ml de l'eau distillée.
-

### 3- Produit injecté dans la chaudière

- ✓ Produit (HCP AS 544)
- ✓ Composition : Agent séquestrant + inhibiteur d'entartage et agent anticorrosion régulateur de pH
- ✓ Caractéristiques physico-chimiques :
  - Aspect : liquide transparent ;
  - Densité : à 20 °C + 1.2 ;
  - Miscibilité parfaite à l'eau en toute proportions ;
  - Stockage : Entre 5 °C et + 35 °C.
- ✓ Condition d'utilisation :
  - Injection par pompe doseuse dans l'eau d'alimentation de la chaudière, à une concentration moyenne de 100 mg/l dans la bêche collectant les retours du condensa.

**Annexe 02** : Suivi de pH de la station d'épuration (CAB, 2019).

Dates	Heure	Débit m <sup>3</sup> /h	Avant traitement		Après traitement		Remarque
			pH	T°	pH	T°	

**Annexe 03** : Préparation des Milieux de culture.

- **Gélose viande foie**
  - ✓ Broyer 48 g de gélose glucosée viande foie dans 1l de H<sub>2</sub>O, agiter bien la solution ;
  - ✓ Réparti la solution dans des flacons de 180 ml ensuite autoclavé à 121°C pendant 15 minutes.
- **Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL)**
  - ✓ Pour un litre d'eau ajouter 28.02 g de la poudre de BCPL.
  - ✓ Réaliser une bonne agitation de mélange à l'aide d'un agitateur magnétique.
  - ✓ Réparti la solution dans des flacons de 180 ml et les autoclavés à 121°C pendant 15 minutes.
- **EVA Litsky**
  - ✓ Mettre 35.8 g de milieu EVA Litsky déshydraté dans un litre d'eau distillée.

- ✓ Repartir à raison de 180 ml par flacon.
- ✓ Stérilisation à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

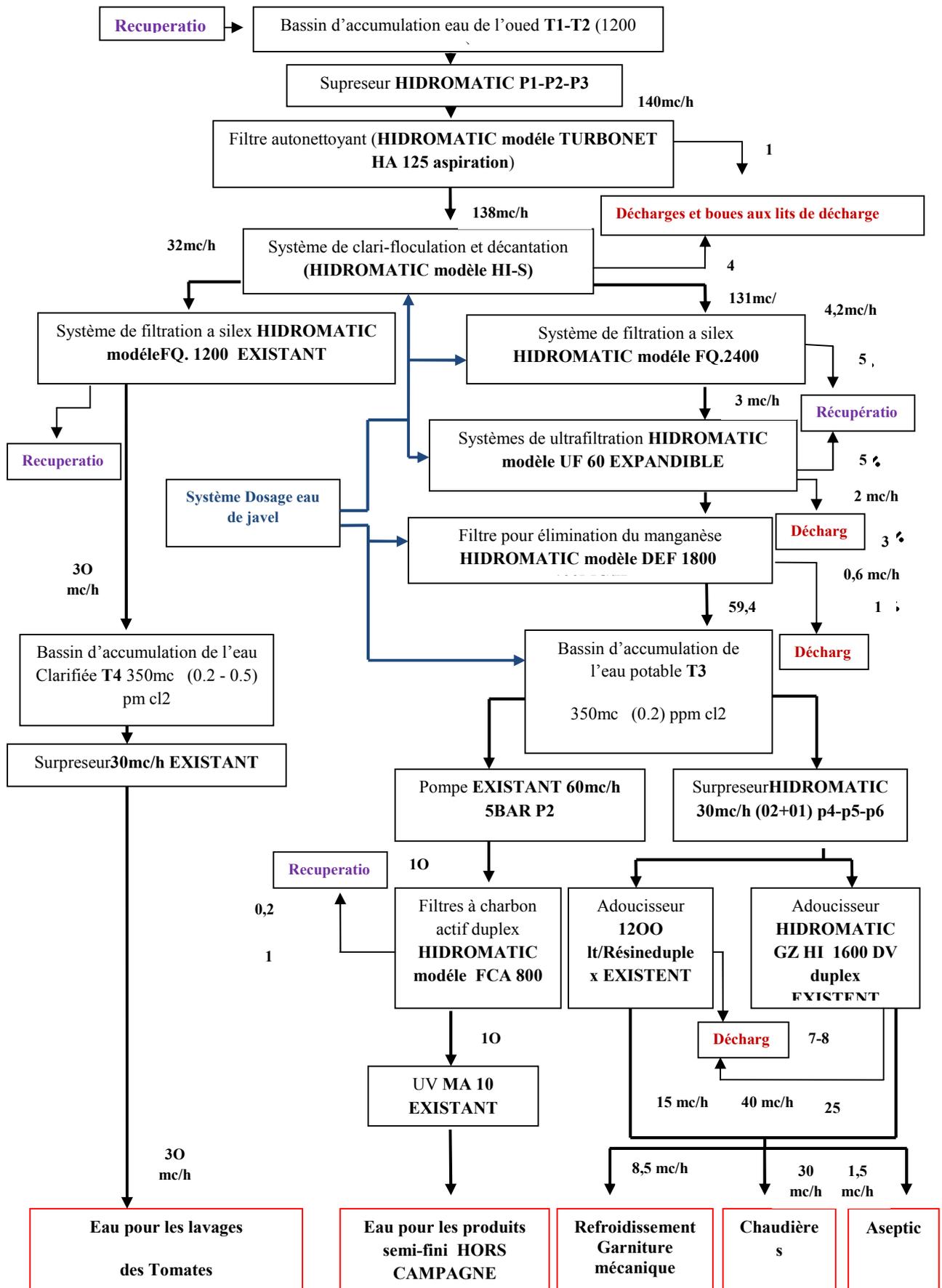
**Annexe 04** : paramètres avec valeurs limites de la qualité Organoleptiques, Physico-chimiques et Microbiologiques de l'eau (JORA. 2014).

<b>Groupe de Paramètres</b>	<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Valeurs limite</b>
<b>Paramètres organoleptiques</b>	Turbidité	NTU	5
<b>Paramètres physico-chimiques</b>	Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	65 Pour les eaux dessalées ou déminéralisées (Valeur minimale)
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20 °C	µS/ cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Température	°C	25
<b>Paramètres microbiologiques</b>	Escherichia Coli	n/100 ml	0
	Entérocoques	n/100 ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20 ml	0

Annexe 05 : Table NPP (Zouag *et al.*, 2017).

Nombre de caractéristique	Nombre de cellules						
000	0.0	203	1.2	400	1.3	513	8.5
001	0.2	210	0.7	401	1.7	520	5.0
002	0.4	211	0.9	402	2.0	521	7.0
010	0.2	212	1.2	403	2.5	522	9.5
011	0.4	220	0.9	410	1.7	523	12.0
012	0.6	221	1.2	411	2.0	524	15.0
020	0.4	222	1.4	412	2.5	525	17.5
021	0.6	230	1.2	420	2.0	530	8.0
030	0.6	231	1.4	421	2.5	531	11.0
100	0.2	240	1.4	422	3.0	532	14.0
101	0.4	300	0.8	430	2.5	533	17.0
102	0.6	301	1.1	431	3.0	534	20.0
103	0.8	302	1.4	432	4.0	535	25.0
110	0.4	310	1.1	440	3.5	540	13.0
111	0.6	311	1.4	441	4.0	541	17.0
112	0.8	312	1.7	450	4.0	542	25.0
120	0.6	313	2.0	451	5.0	543	30.0
121	0.8	320	1.4	500	2.5	544	35.0
122	1.0	321	1.7	501	3.0	545	45.0
130	0.8	322	2.0	502	4.0	550	25.0
131	1.0	330	1.7	503	6.0	551	35.0
140	1.1	331	2.0	504	7.5	552	60.0
200	0.5	340	2.0	510	3.5	553	90.0
201	0.7	341	2.5	511	4.5	554	100.0
202	0.9	350	2.5	512	6.0	555	180.0

**Annexe 06 : Schéma de principe de la station de traitement de l'eau à Usine Amor Ben Amor (Bouati Mahmoud).**



## Résumé

L'eau occupe une place importante dans l'industrie alimentaire, elle est utilisée comme une matière première, un agent de fabrication ou fluide de nettoyage des équipements ou du produit fabriqué. Mais son utilisation pose plusieurs problèmes au niveau de la chaîne de fabrication quand elle est utilisée directement pour une multitude de cause, le plus souvent pour sa fragilité et son instabilité lors de son contact avec des milieux extérieurs qui généralement lui transmettent leurs contaminants. L'objectif de cette étude est de déterminer l'efficacité du traitement de l'eau destiné à l'industrie agro-alimentaire et l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de cette eau et sa compatibilité avec les normes applicables. À titre expérimental, l'étude a été menée au niveau de l'unité de traitement et purification de l'eau de la Conserverie Amor Ben Amor à Bouati Mahmoud, Guelma au Nord-Est Algérien, en effectuant des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau avant et après traitement de quatre échantillons de février au mars 2019, à partir de deux stations de prélèvement, L'arrivée des eaux brutes de l'oued et de la deuxième station à la fin de la série de traitement. Les résultats des paramètres physico-chimiques montrent que les eaux traitées répondent aux normes et les analyses bactériologiques montrent l'absence de la plupart des bactéries indicatrices de la contamination fécale récente ou ancienne au contraire des eaux avant traitement. On peut certifier que ces eaux ont subi les traitements nécessaires et que le système de traitement et de filtration de l'eau utilisés au niveau de la Conserverie Amor Ben Amor est un système très efficace qui donne des résultats conformes aux normes.

**Mots-clés :** Traitement de l'eau, qualité physico-chimique, contamination fécale, Conserverie Amor Ben Amor, Guelma.

---

**Abstract**

**W**ater plays an important role in the food industry, it is used as a raw material, a manufacturing agent or cleaning fluid equipment or manufactured product. But its use poses several problems in the production line when it is used directly for a multitude of causes, most often for its fragility and instability when it comes into contact with external environments that usually transmit their contaminants. The objective of this study is to determine the effectiveness of water treatment for the food industry and the study of the physico-chemical and bacteriological quality of this water and its compatibility with applicable standards. On an experimental basis, the study was conducted at water treatment and purification unit of Amor Ben Amor cannery at Bouati Mahmoud, Guelma, in northeastern Algeria, by performing physicochemical and bacteriological analyzes of the water before and after treatment of four samples from February to March 2019, from two sampling stations, the arrival of raw water from the wadi and the second station at the end of the treatment series. The results of the physico-chemical parameters show that the treated water meets the standards and the bacteriological analyzes show the absence of most indicator bacteria from recent or old fecal contamination unlike the water before treatment. We can certify that these waters have undergone the necessary treatments and that the water treatment and filtration system used at the Amor Ben Amor cannery is a very efficient system that gives results that meet the standards.

**Keywords:** Water treatment, physico-chemical quality, fecal contamination, Amor Ben Amor cannery, Guelma.

---

يحتل الماء مكانة مهمة في الصناعات الغذائية، حيث يتم استخدامه كمواد خام، أو عوامل تصنيع أو كسوائل لتنظيف المعدات أو منتج مُصنَّع. لكن استخدامه يفرض العديد من المشكلات على مستوى سلسلة الإنتاج عندما يتم استخدامه مباشرة لعدة أسباب غالباً ما تتمثل في هشاشته وعدم استقراره عندما يتلامس مع البيئات الخارجية التي تنقل ملوثاتها إليه عموماً. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة مدى فاعلية معالجة المياه الموجهة للاستعمال في الصناعات الغذائية ودراسة النوعية من الناحية الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لهذه المياه ومدى تطابقها مع المعايير المعمول بها. وكتجربة على ذلك تمت الدراسة على مستوى وحدة معالجة وتنقية المياه لمصنع مصبرات عمر بن عمر ببوعاتي محمود بولاية قالمة، من خلال إجراء تحاليل فيزيوكيميائية وبكتريولوجية للمياه قبل وبعد ومعالجتها لأربع عينات في الفترة الممتدة من فيفري إلى مارس 2019، انطلاقاً من محطتين لأخذ العينات، الأولى عند وصول الماء الخام من الوادي والمحطة الثانية عند نهاية سلسلة المعالجة. نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية بينت أن المياه المعالجة تلبى المعايير وأن التحاليل البكتريولوجية أظهرت عدم وجود معظم البكتيريا المؤشرة للتلوث البرازي سواء الحديث أو القديم على عكس الماء قبل المعالجة. حيث يمكننا أن القول بأن هذه المياه قد خضعت للمعالجات اللازمة وأن نظام معالجة المياه وتصفيته المستخدم في مصنع مصبرات عمر بن عمر هو نظام فعال للغاية يعطي نتائج تستجيب للمعايير المعمول بها في مثل هذه الصناعات والموصي بها من قبل المشرع الجزائري.

**الكلمات المفتاحية:** معالجة المياه، النوعية الفيزيوكيميائية، التلوث البرازي، مصبرات عمر بن عمر، قالمة.