



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

***THEME :***

***Caractérisation physico-chimique et microbiologique d'une eau  
thermale (Hammam Sidi Slimane-Tissemsilt)***

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> REGGAD Hayet    M<sup>elle</sup> SNOUCI Siham    M<sup>elle</sup> TIFOUR Saliha**

**Membres du jury :**

<b>Présidente :</b>	<b>M<sup>me</sup> BOUBAKEUR B.</b>	<b>Université Ibn Khaldoun -Tiaret</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>M<sup>me</sup> KHADEM H.</b>	<b>Université Ibn Khaldoun -Tiaret</b>
<b>Promotrice :</b>	<b>M<sup>me</sup> ABDI F. Z.</b>	<b>Université Ibn Khaldoun -Tiaret</b>

**Année universitaire : 2017/2018**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail*

*à ma très chère mère, pour sa patience, son aide et ses encouragements tout au long de mes études.*

*à la mémoire de mon père,*

*à mes sœurs, Karima, Amina, Wafaa, Karouma*

*à mes frères, Bouharket, Maamar , Abdellah ,*

*à mes camarades du trinôme : Siham et Saliha,*

*à toutes mes amis, Imen, Aziza, Amel, Mounira, Fadhila, Ahlem, Khalida, Khadidja, Lobna, Narimane, Wahiba, Madjda, Fatima, Siham, Walid, Boni et Ahmed,*

*à ma famille et à tous qui me connaissent.*

*REGGAD Hayet*

## *Dédicaces*

*Á mes parents, Mohamed et Fatiha.*

*Á mes sœurs Halima, Meriem, Chaima, Basma, Ritadj.*

*Á mes frères Bilal et Mohamed.*

*Á mes amies Hayet, Loubna et Saliha.*

*SNOUCI Siham*

## *Dédicaces*

*À qui était motif ou barrière,*

*TIFOUR Saliha*

## ***Remerciements***

*Nous tenons à remercier notre directrice de recherche Mme Fatima Zahra ABDI pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements tout au long de ce travail.*

*Nous remercions également les membres du jury Mme BOUBAKER B. et Mme KHADEM H. d'avoir accepté d'évaluer ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent aussi au chef de spécialité et à l'ensemble des enseignants du département de sciences de la nature et de la vie.*

<b>Table des matières</b>	
Index des figures	<b>I</b>
Index des tableaux	<b>II</b>
Index des graphes	<b>III</b>
Index des abréviations	<b>IV</b>
Introduction générale	<b>01</b>
<b>Chapitre : L'eau thermale</b>	
I. Eau (x) thermale (s)	<b>02</b>
I.1. Essai de définition	<b>02</b>
I .2. L'origine des eaux thermales	<b>02</b>
II. Eaux thermales en Algérie	<b>03</b>
II.1. Recensement des sources thermo-minérales	<b>03</b>
II.2. Classification des eaux thermales	<b>03</b>
III. Hammam Sidi Slimane (Tissemsilt)	<b>04</b>
<b>Chapitre II : Matériel et Méthodes</b>	
I. Fiche technique de la zone d'étude	<b>05</b>
II. Protocole expérimental	<b>06</b>
II.1. Etapes de prélèvement et d'analyse	<b>06</b>
III. Objectif du travail	<b>07</b>
VI.1. Echantillonnage	<b>07</b>
VI.2. Transport et conservation au niveau du laboratoire pour analyses	<b>08</b>
I. Analyses physico-chimiques	<b>08</b>
I.1. Analyses physiques	<b>08</b>
I.1.1. Mesure de température	<b>08</b>
I.1.2 .Mesure du PH	<b>08</b>
I.1.3. La conductivité électrique (CE)	<b>09</b>
II. Analyses chimiques	<b>09</b>
II.1. Dureté	<b>09</b>
II.2. Détermination du taux d'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )	<b>09</b>
II.3. Détermination de l'alcalinité (détermination du TA et du TAC)	<b>10</b>
VII.3.1. Le TA	<b>10</b>
VII.3.2. Le TAC	<b>11</b>
II.4. Détermination de la dureté totale (TH)	<b>11</b>
II.5. Détermination de la matière organique (MO)	<b>11</b>
II.6. Détermination du taux de chlorures ( $\text{Cl}^-$ )	<b>12</b>
II.7. Détermination du taux de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )	<b>13</b>
II.8. Détermination du taux nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )	<b>14</b>
II.9. Détermination du taux de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )	<b>14</b>
II.10. Dosage du sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )	<b>15</b>
II.11.Détermination du taux de phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	<b>15</b>
III. Analyses microbiologiques	<b>16</b>
III.1. Les Coliformes fécaux et totaux	<b>18</b>
III.2. Recherche des streptocoques fécaux	<b>19</b>

III.3. Les germes totaux (les germes revivifiables)	<b>19</b>
III.4. Recherche des Champignons	<b>20</b>
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	
I. Les analyses physiques	<b>21</b>
I.1. Température	<b>21</b>
I.2. Le PH	<b>21</b>
I.3. La conductivité électrique (CE)	<b>22</b>
II. Les analyses chimiques	<b>23</b>
II.1. Le titre alcalimétrique complet TAC	<b>23</b>
II.2. Le titre hydrométrique (TH)	<b>23</b>
II.3. La matière organique	<b>23</b>
II.4. Le chlore (Cl <sup>-</sup> )	<b>24</b>
II.5. L'alcalinité (HCO <sup>-</sup> )	<b>25</b>
II. Les analyses microbiologiques	<b>25</b>
III.1. Les Coliformes totaux	<b>26</b>
III.2. Les Coliformes fécaux	<b>26</b>
III.3. Les germes totaux	<b>27</b>
III.4. Les Streptocoques fécaux	<b>27</b>
Conclusion générale	<b>28</b>
Références bibliographiques	<b>29</b>
Annexes	<b>31</b>

<b>Index des figures</b>	
<b>Figure 1</b> : Les eaux des sources hydrothermales	<b>02</b>
<b>Figure 2</b> : Schéma du protocole expérimental	<b>06</b>
<b>Figure 3</b> : La recherche de coliformes Totaux et Fécaux	<b>17</b>
<b>Figure 4</b> : La recherche de streptocoques fécaux	<b>18</b>
<b>Figure 5</b> : Protocole de démembrement des germes totaux	<b>19</b>
<b>Figure 6</b> : La recherche des Champignons	<b>20</b>

<b>Index des tableaux</b>	
<b>Tableau 1</b> : Classification des eaux et localisation géographique	<b>03</b>
<b>Tableau 2</b> : Caractéristiques géographiques de la zone d'étude	<b>05</b>
<b>Tableau 3</b> : Date et lieu de prélèvement	<b>07</b>
<b>Tableau 4</b> : Les résultats des analyses physiques	<b>21</b>
<b>Tableau 5</b> : Les résultats des analyses chimiques	<b>23</b>
<b>Tableau 6</b> : Les résultats des analyses microbiologiques	<b>25</b>

<b>Index des graphes</b>	
<b>Graphe 1</b> :Résultat de PH dans l'eau de Hammam Sidi Slimane.	<b>22</b>
<b>Graphe 2</b> : Résultat du conductivité électrique (CE) dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>22</b>
<b>Graphe 3</b> : Résultat du Matières organiques dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>24</b>
<b>Graphe 4</b> : Résultat du chlore dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>24</b>
<b>Graphe 5</b> : Résultat de L'alcalinité (HCO <sup>-</sup> ) dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>25</b>
<b>Graphe 6</b> :Résultat des Coliformes totaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>26</b>
<b>Graphe 7</b> :Résultat des Coliformes fécaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>26</b>
<b>Graphe 8</b> :Résultat des germes totaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>27</b>
<b>Graphe 9</b> :Résultat des Streptocoques fécaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.	<b>27</b>



## **Index des abréviations**

**NET** : Noir d'Eriochrom T

**TAC** : Titre alcalimétrique complet

**MO** : Matière organique

**N** : Normalité

**TH** : Titre hydrotimétrique

**CE** : Conductivité électrique

**BCPL** : Pourpre de bromocrésol Lactose

**UFC**: Unité formant une colonie

**TGEA** : Glucose tryptonée à l'extrait d'agar.

**UV** : Ultra violet.

**EDTA** : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

**μS** : micro siemens

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : L'azote ammoniacal

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

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

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfate

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

## Introduction générale

---

« *Nous les avons alors séparés et Nous avons produit à partir de l'eau toute chose vivante. Comment ne croient-ils pas ?* » (Surat Elanbia, verset : 30)

L'eau est un élément important pour la survie et la continuité de tous les êtres vivants. Elle se présente dans la nature de plusieurs types : souterraine, minérale, douce, dure, thermale, etc.

En effet, les eaux thermo-minérales naturelles ont une large distribution mondiale et une vaste utilisation à des fins thérapeutiques. Leurs utilisations varient selon les habitudes des populations (utilisée comme boisson, bains thérapeutiques...etc.) (HAKAM *et al.*, 2000)

L'Algérie est connue depuis longtemps par les eaux thermales ayant attiré les romains, les arabes, les turcs, les français, ... Il existe aujourd'hui sur le territoire algérien plus de deux cents sources thermales, leur température varie entre une température peu chaude et très haute température, lesquelles ont fait l'objet de création de plusieurs stations thermales à valeur thérapeutique tels Hammam Bouhnifia, Hammam Rabbi, Hammam Maskoutin, Hammam Sidi Slimane, etc (OUALI ,2008).

Par ailleurs, La station thermo-minérale de Sidi Slimane, appelée aussi Hammam Ouarsenis, se situe au périmètre du chef-lieu de la commune de Sidi Slimane dans la wilaya de Tissemsilt. Elle comprend des ressources thermales sulfatées séduisant des milliers de curistes et touristes (DDT ,2018).

La présente recherche tire ses origines de nombreux travaux effectués par plusieurs chercheurs tels : Vouk (1937), Rodier (1984), Forestier (2005), Jazé-Charvolin (2014) et s'inscrit dans le domaine de la microbiologie appliquée. Elle s'intéresse à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de Hammam Sidi Slimane afin de mesurer le degré de son hygiène.

Notre travail de recherche se subdivise en trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre sera consacré à l'aspect théorique : nous essaierons de déterminer le tissu définitoire de l'eau thermale et nous présenterons les différentes ressources thermo-minérales existant en Algérie ainsi que leur classification.
- ❖ Le deuxième chapitre portera sur l'ensemble des matériels et des méthodes utilisés pour mener à bien notre recherche. Nous avons opté pour plusieurs types d'analyses : analyses physiques, analyses chimiques et analyses microbiologiques.
- ❖ Le troisième chapitre s'intéressera à la présentation des résultats obtenus et à leur discussion.

Dans le présent chapitre, nous définirons l'eau thermale, ses origines et nous présenterons les différentes ressources thermo-minérales en Algérie, leur localisation, leur classification ainsi que l'objet de notre recherche « la station de Sidi Slimane ».

### I.Eau(x) thermale(s)

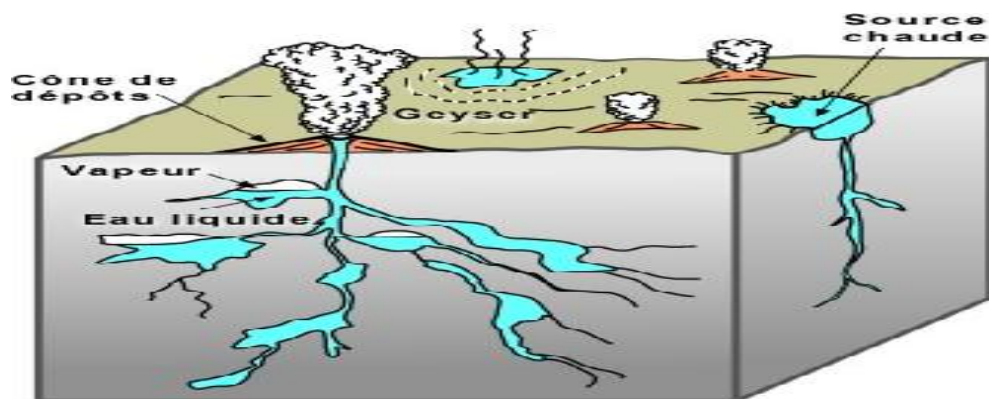
#### I.1 Essai de définition

Il s'agit d'une eau chaude dont la température est supérieure à la température moyenne des eaux de nappe de la région ; Au sens strict ; les eaux thermales sont des eaux captées à partir d'une émergence naturelle ou d'un forage. De par leurs particularités physiques et chimiques, elles peuvent avoir des propriétés thérapeutiques (JORA.2007).

#### I.2. L'origine des eaux thermales

Par définition, les eaux thermo-minérales sont chaudes, elles sont liées à des zones actives et plus ou moins profondes. Les recherches effectuées sur l'origine de la thermalité et de la minéralisation des eaux ont montré que :

- ❖ La thermalité des eaux est en relation étroite avec des failles et parfois avec des phénomènes volcaniques actuels ou récents ; elle est attribuée au gradient géothermique normal.
- ❖ La plupart des éléments en solution proviennent des roches encaissantes soit par simple dissolution, soit par hydrolyse (Alain Le Marechal, 1976).



*Figure 1 : Les eaux des sources hydrothermales*

Ces eaux venues de la profondeur pourraient théoriquement avoir deux origines : des eaux de pluie, infiltrées par des fractures, descendant assez profondément dans la croûte, se réchauffant et remontant "convectivement" par d'autres fractures. Cela pourrait aussi être des eaux venues directement du dégazage et de la déshydratation du manteau, des eaux dites parfois « juvéniles ». (THOMAS et BUSTI, 2008)

### II. Eaux thermales en Algérie

#### II.1. Recensement des sources thermo-minérales

L'Algérie est connue depuis longtemps par les eaux thermales ayant attiré plusieurs civilisation (romains, arabes et turcs). Ils ont laissé en effet des traces dans les stations thermo-minérales de Hammam Maskoutine, de Hmamm Righa, de Hmamm Bouhdjer, etc.

Pendant l'occupation française (entre 1850 et 1930), les médecins ont construit des hôpitaux thermaux pour traiter quelques maladies.

Il existe actuellement sur le territoire algérien plus de 200 sources thermales. Ce croit régulièrement quand on se déplace vers l'Est. Les températures mesurées à l'émergence varient de 19°C à Ben Haroune et à 98 °C à Hammam Meskoutine (OUALI, 2008)

#### II.2. Classification des eaux thermales

Toutes les eaux des stations thermales recensées n'ont pas les mêmes propriétés. Selon le journal officiel algérien n°13- le décret du 21février2007, le classement des stations thermo-minérales se fait « en fonction de leur situation géologique, de leur débit en eau et en gaz, de leur température,de leur résistivité électrique, de leur radioactivité, le cas échéant, de leur composition physicochimique et de leurs applications thérapeutiques. »

Les propriétés des eaux des stations thermales sont liées à leur localisation géographique. En effet, le classement de certaines sources peut varier donc selon l'importance que l'on attache à tel ou tel sel minéralisateur.

**Tableau 1** : Classification des eaux et localisation géographique (GUIGUE, 2003)

<b>Classification des eaux</b>	<b>Localisation géographique</b>
<b>Eaux sulfurées</b>	Hammam Berraghia, 44°C,débit de 60l/min. Hammam Salhin ,45°C
<b>Eaux ferrugineuse</b>	Source de Teniet –el-Had
<b>Eaux alcalines</b>	Bou Haroun, 16°C.
<b>Eaux chlorurées sodiques</b>	Bain de la Reine, 55°C, débit 60L/min Sidi M'CID , 33°C, débit 4L/min
<b>Eaux sulfatées</b>	Hammam R'hira ,42 à 50°C
<b>Eaux ferrugineuses carbonatées calcique</b>	Hammam Meskoutine, plus chaude 95°C

### **III.Hammam Sidi Slimane (Tissemsilt)**

La station thermo-minérale de Sidi Slimane, appelée aussi Hammam Ouarsenis, se situe à environ 65 km au nord de Tissemsilt. Elle est exploitée de 1910 à ce jour et attire de nombreux curistes et touristes.

En effet, l'analyse effectuée par l'Institut Nationale d'Etude touristique en 20 Novembre 1958 sur cette station a montré que l'eau thermale de la source Sidi Slimane coule à 42 C° de roches profondes et ses composantes physicochimiques lui ont donné le caractère des eaux chlorures qui ont des propriétés inégalées permettant de traiter des maladies de rhumatisme chronique, dégénératif, gastriques et intestinale.

## Chapitre II : Matériels et méthodes

Nous présenterons dans ce chapitre l'aspect méthodologique de notre recherche. Nous décrirons la zone d'étude, les ressources de données, les modalités de leur exploitation et les résultats obtenus.

### I. Fiche technique de la zone d'étude

Tissemsilt est un état des Haut Plateau, elle a été appelée dans la période coloniale *Franciade* comme Vialar, elle occupe une superficie estimée à 3151.37 Km<sup>2</sup>, située au nord : Ain Defla et Chlef, au sud : Tiaret et Djelfa, de l'Est : Média et de l'ouest Relizane.

La région de Tissemsilt fait partie de l'étage bioclimatique du semi-aride. Elle se caractérise par les particularités du climat méditerranéen : un hiver froid humide et un été chaud sec. La température hivernale est estimée entre 0° et 6°C et entre 32°C et 40°C dans la période estivale. Elle se compose de plusieurs zones touristiques tel le parc national de Cèdre, la forêt d'Ain Antar, la station thermo-minérale de Sidi Slimane, etc. (DTT, 2018)

**Tableau 2** : Caractéristiques géographiques de la zone d'étude.

<b>Pays</b>	Algérie
<b>Wilaya</b>	Tissemsilt ; Bordj Bou-Naâma
<b>Nombre d'habitants Sidi Slimane</b>	8 461habitants
<b>Densité de population Sidi Slimane</b>	13,3 /km <sup>2</sup>
<b>Coordonnées géographiques Sidi Slimane</b>	Latitude : 35.86, Longitude : 1.68115 35° 51 36 Nord, 1° 40 52 Est
<b>Superficie de Sidi Slimane</b>	63 500 hectares 635,00 km <sup>2</sup> (245,17 sq mi)
<b>Altitude de Sidi Slimane</b>	769 m
<b>Climat de Sidi Slimane</b>	Climat méditerranéen avec un été chaud.

II. Protocole expérimental

II.1. Etapes de prélèvement et d'analyse

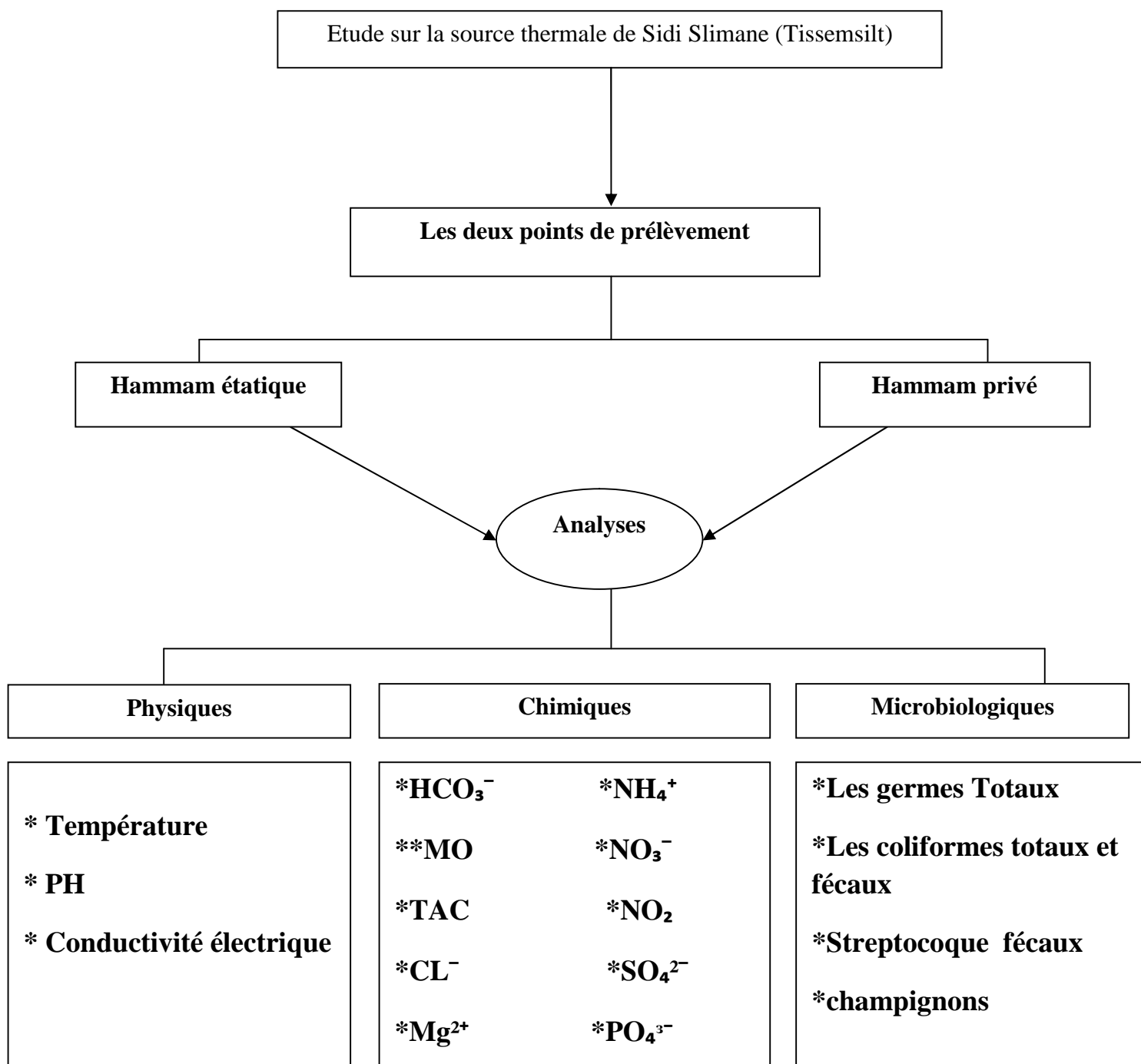


Figure 02 : Schéma du protocole expérimental

### III. Objectif du travail

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité hygiénique de l'eau de source thermale du Hammam Sidi Slimane , à partir des analyses physico-chimiques et microbiologiques, ainsi que ses caractéristiques dans deux hammams différents (étatique et privé) et de les comparer aux normes du eaux potables JORA.

### IV. Date et lieu de prélèvement

**Tableau 3** : Date et lieu de prélèvement.

Point de prélèvement	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement	Heure de prélèvement
La région de Sidi Slimane	Hammam étatique	06 /03/2018	11 :45
La région de Sidi Slimane	Hammam privé	06/03/2018	12 :15

### V. Mode de prélèvement

#### V.1. Echantillonnage

Le premier objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire à analyser. Selon leur destination, les échantillons sont pris dans des flacons en verre. (RODIE, 2005)

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière :

- ❖ Les flacons en verres stériles de 1000ml pour les analyses bactériologiques.
- ❖ En bouteille en plastiques de 1500ml bien nettoyées pour les analyses physico-chimiques.
  
- ❖ L'étiquetage du prélèvement est obligatoire et doit compter :
  - ✓ Le nom du demandeur d'analyse,
  - ✓ L'identité du prélèvement (l'origine de l'eau et sa localisation),
  - ✓ La date et l'heure de prélèvement,



- ✓ La température de l'eau à l'émergence et celle de l'atmosphère
- ✓ Le motif de la demande (contrôle physico-chimique ou bactériologique)

(DEGREMENT, 1989)

Nos échantillons sont pris dans des flacons en verres stériles de 1000 ml pour les analyses physicochimiques. Le prélèvement a eu lieu le 06/03/2018 à 12h 45 min, la température était entre 38 et 39°C.

Les analyses physico-chimiques des échantillons ont été effectuées au sein du laboratoire de la Biochimie et de la Physiologie Végétale et les analyses microbiologiques ont été réalisées au sein du laboratoire de la Microbiologie de l'université d'Ibn- Khaldoun.

### V.2. Transport et conservation au niveau du laboratoire pour analyses

Les échantillons ont été stockés dans des flacons en verres de 1000ml pour ne pas modifier la microflore naturelle de l'eau et doivent être transportés dans une glacière portative (+4°C).

## I. Analyses physico-chimiques

### I.1. Analyses physiques

#### I.1.1. Mesure de température

Il importe de connaître avec précision la température de l'eau, car elle est importante pour les réactions physico-chimiques et biologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et des gaz. (RODIER et al., 2005)

#### Mode opératoire

La température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre simple :

- Faire plonger le thermomètre dans l'eau à l'endroit du prélèvement.
- Effectuer la lecture de sorte que l'extrémité inférieure de thermomètre reste immergée dans l'eau.
- Le résultat est directement donné en °C.

#### I.1.2. Mesure du pH

C'est la mesure de la concentration des ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) à l'aide d'un PH mètre.

### Mode opératoire

Après l'étalonnage de l'appareil, prendre environ 1000ml d'eau à analyser, tremper l'électrode dans le bécher puis noter le pH.

#### I.1.3. La conductivité électrique (CE)

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.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (RODIER, 2005).

## II. Analyses chimiques

### II.1. Dureté

#### Mode opératoire

Prendre 100 ml de l'eau à analyser, chauffer la prise d'essai à une température de 60°C puis ajouter 5 ml de la solution tampon ammoniacale et une pincée de produit net puis titrer avec la solution E.D.T.A à 0.02N jusqu'à la zone du virage de la couleur violet au bleu.

#### Expression des résultats

La dureté est obtenue suivant la formule :

$TH (F^\circ) = V$  telle que  $V$  : c'est un volume de E.D.T.A versé

### II.2. Détermination du taux d'alcalinité ( $HCO_3^-$ )

#### Principe

La détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée est nécessaire pour neutraliser, au niveau de pH =8.3 et 4.3, le volume de l'eau à analyser. La première sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC). (RODIER, 1996)

#### Mode opératoire

## Chapitre II : Matériels et méthodes

---

Prendre 100 ml de l'eau à analyser, ajouter 2 à 3 gouttes de Méthylorange puis effectuer le titrage avec HCl (0.1N) jusqu'au virage de la couleur.

### Expression des résultats

$$\text{HCO}_3^- = \frac{\text{VHCl} \times \text{NHCl} \times \text{MHCO}_3^- \times 1000}{\text{PE}}$$

VHCl : Volume d'acide versé.

NHCl : Normalité d'acide versé.

MHCO<sup>-</sup> : Masse de bicarbonate (HCO<sup>-</sup>).

PE : Prise d'essai.

### II.3. Détermination de l'alcalinité (détermination du TA et du TAC)

**TA** : Titre alcalimétrique qui représente la teneur en bases fortes contenues dans l'eau (OH<sup>-</sup>, CO<sup>2-</sup>).

**TAC** : Titre alcalimétrique complet qui représente la teneur en bases fortes et en bases faibles (OH<sup>-</sup>, CO<sup>2-</sup>, HCO<sup>-</sup>). (**RODIER, 1984**)

Ces deux paramètres sont déterminés sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral, en présence d'un indicateur coloré. (**RODIER et al., 2005**)

#### II.3.1. Le TA

##### Mode opératoire

Prélever 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher puis y ajouter 2 gouttes de la solution de la phénophtaléine.

Une coloration **rose** doit alors développer.

- ❖ Dans le cas contraire le TA est **nul**.
- ❖ Si le TA est **positif** on verse ensuite doucement l'acide HCl à 0.1N à l'aide d'une burette en agitant constamment jusqu'à décoloration complète de la solution.

### Expression des résultats

$$\text{TA (F}^\circ) = \text{V} \times 5$$

V : c'est le volume en ml d'acide versés pour obtenir le virage.

### II.3.2. Le TAC

#### Mode opératoire

Prendre le même bécher (l'échantillon précédent pour lequel le TA=0), ajouter 2 gouttes de la solution du méthylorange puis titrer avec l'HCl jusqu'au virage du jaune orange.

#### Expression des résultats

$TAC = V - 0.5 \times 5$ , soit V le volume en ml de HCl versé.

### II.4. Détermination de la dureté totale (TH)

Il s'agit d'un dosage complexa-métrique par l'E.D.T.A.

#### Mode opératoire

Prendre 100 ml de l'eau à analyser, la chauffer à une température de 60°C, ajouter 5ml de la solution ammoniacale puis titrer avec la solution E.D.T.A jusqu'au virage de la couleur violet en bleue.

#### . Expression des résultats

$TH (F^\circ) = V,$

V: volume d'E.D.T. A. versé

### II.5. Détermination de la matière organique (MO)

La matière organique dissoute colorée est omniprésente dans le milieu marin et joue un rôle important dans les processus biochimiques en général et dans le cycle du carbone en particulier (BLOUGHI et DELVECCHIO, 2002)

#### Mode opératoire

Prendre 100ml de l'eau à analyser, ajouter 10ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et 10ml de la solution de KMnO<sub>4</sub> à 0.01N puis chauffer le mélange pendant 10min. Après refroidissement, ajouter de

## Chapitre II : Matériels et méthodes

---

10 ml d'acide oxalique à 0.01N pour décolorer la solution, titrer le mélange avec la solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01N jusqu'à la coloration **rose** clair.

### Expression des résultats

**MO (mg/l) =  $V \times 0.1 \times 1$**  : soit V le volume de la solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01N utilisé pour le titrage.

### II.6. Détermination du taux de chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Presque tous les types d'eaux naturelles, de même que les eaux de pluie et la plupart des eaux résiduaires contiennent des ions chlorure. Les concentrations vont de quelques milligrammes par litre dans des eaux naturelles pour atteindre des concentrations élevées dans des eaux résiduaires, des eaux marines et des eaux souterraines salines (**ISO, 1989**)

#### Principe

- Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble et précipité.
- Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur.

#### Mode opératoire

Prendre 5 ml d'eau à analyser ; ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre) puis titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à 0.01N jusqu'à coloration brunâtre.

#### Expression des résultats

$$\text{Cl}^- = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times f}{\text{PE}}$$

$V_{\text{AgNO}_3}$  : Volume nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{\text{AgNO}_3}$  : Normalité d' $\text{AgNO}_3$ .

$M_{\text{Cl}^-}$  : Masse de chlorure.

F : Facteur de correction du titre d' $\text{AgNO}_3$ .

PE : Prise d'essai.

## Chapitre II : Matériels et méthodes

---

- ❖ Pour le **F** : prendre 5ml de solution mère à 71mg/l, ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré puis doser par  $\text{AgNO}_3$  à 0.01N jusqu'au virage de la couleur brun rougeâtre.

### II.7. Détermination du taux de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

#### Mode opératoire

(V1)  $\text{Ca}^{2+}$

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ; ajouter 2ml de NaOH à 2N, ajouter du Murexide puis titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage de la couleur violet.

(V2)  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{+2}$

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ; ajouter Noire érichrome puis titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage bleu

#### Expression des résultats

$$\text{Ca}^{+2} = \frac{V \times 0.4 \times 1000 \times F}{PE}$$

PE

tels que :

V (E. D.T.A) : Volume de l'E.D.T.A.

PE: Prise d'essai.

F : Facteur de E.D.T. A=1.04

**La détermination du taux de Magnésium est donnée par la formule suivante :**

$$\text{Mg}^{++} = \frac{(V1 - V2) \times 0.4 \times 1000 \times F}{PE}$$

PE

V2 : Volume totale de l'E.D.T. A

V1 : Volumenécessaire pour une concentration donnée

P. E : Prise d'essai

F : Facteur d'E.D.T. A

0.4 : Les ions de ça dans l'E. D.T.A

### II.8. Détermination du taux de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

#### Principe

En présence de salicylate du sodium, les nitrates donnent du paranitrosionate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrie (**RODIER et al., 2005**).

#### Mode opératoire

- Prendre 10ml de l'eau à analyser, jouter (2à3gouttes se NaOH à 3% ; 1ml de salicylate de sodium) puis évaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-80°C.
- Reprendre le résidu avec 2ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  puis laisser reposer 10min ;ajouter 15ml de l'eau distillée et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium, et effectuer la lecture à 415nm.

#### Expression des résultats

Le résultat est directement donné en mg/l à une longueur d'onde de 415nm.

### II.9. Détermination du taux de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

#### . Principe

L'Acide sulfamilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol forme avec les ions un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites (**HAKMI, 2006**).

#### . Mode opératoire

Prendre 50 ml de l'eau à analyser, ajouter 1ml du réactif mixte, attendre 10min pour le changement de la couleur en rose qui indique la présence des  $\text{NO}_2^-$  puis effectuer la lecture à 543 nm.

### II.10. Dosage du sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

#### Principe

Les ions sulfates se dosent par la méthode néphélométrique, son principe consiste à faire précipiter ces ions en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de (TWEEN20). Les suspensions homogènes sont mesurées au spectrophotomètre (SEBTI, 2012).

#### Mode opératoire

Prendre 20ml de l'eau à analyser et compléter à 100ml d'eau distillée, ajouter (5ml de la solution stabilisante et 2ml de chlorure de baryum) puis agiter énergiquement pendant 1min. Passer au spectrophotomètre  $\lambda = 420 \text{ nm}$ .

#### .Expression des résultats

$$\text{SO}_4^{2-} \text{ mg/l} = \text{DO} \times \text{Facteur de dilution.}$$

### II.11. Détermination du taux de phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

#### Principe

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium les orthrophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui réduit par l'acide ascorbique développe une coloration bleue (HAKMI, 2006).

#### Mode opératoire

Prendre 40ml de l'eau à analyser, ajouter (1ml d'acide ascorbique et 2ml du réactif, attendre 10 min le développement de la couleur bleu puis effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880nm.

#### Expression des résultats

Le résultat est directement donné en mg/l



### III .Analyses microbiologiques

#### III.1.Les Coliformes fécaux et totaux

Au sens de cette méthode, on entend par coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, ont sporulés ne possédant pas se multiplier en présence de sels biliaries et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température compris entre 37°C (**RODIER et al., 2005**).

#### Mode opératoire

- ✓ Ensemencer une série de 9 tubes (avec cloche de Durham) de BCPL dont 3 tubes en double concentration avec 10 ml d'échantillon, 3 tubes en simple concentration avec 1 ml, et 3 tubes en simple concentration avec 0.1 ml.
- ✓ Incuber à 37°C pendant 48 h.
- ✓ A partir d'un tube positif de BCPL, ensemencer par 1ml un tube de 10ml contenant l'eau peptone exempt d'indole + cloche de Durham.
- ✓ Incuber à 44°C pendant 24 h.
- ✓ Après incubation, ajouter au tube quelques gouttes de réactif de KOVACS,

#### Expression des résultats

**Milieu BCPL :** Virage de la couleur au jaune avec le trouble et production de gaz dans la série de 9 tubes.

**Eau peptonée exempt d'indole :** Après l'incubation, on observe un trouble et changement de couleur dans le tube contenant l'eau peptone exempt d'indole et production de gaz dans la cloche de Durham, et après l'addition de réactif de KOVACS, on observe qu'il y a une formation d'un anneau rouge à la surface de tube. Le nombre des coliformes est déterminé avec la table de Mac Grady(**BOURDJAH, 2012**).

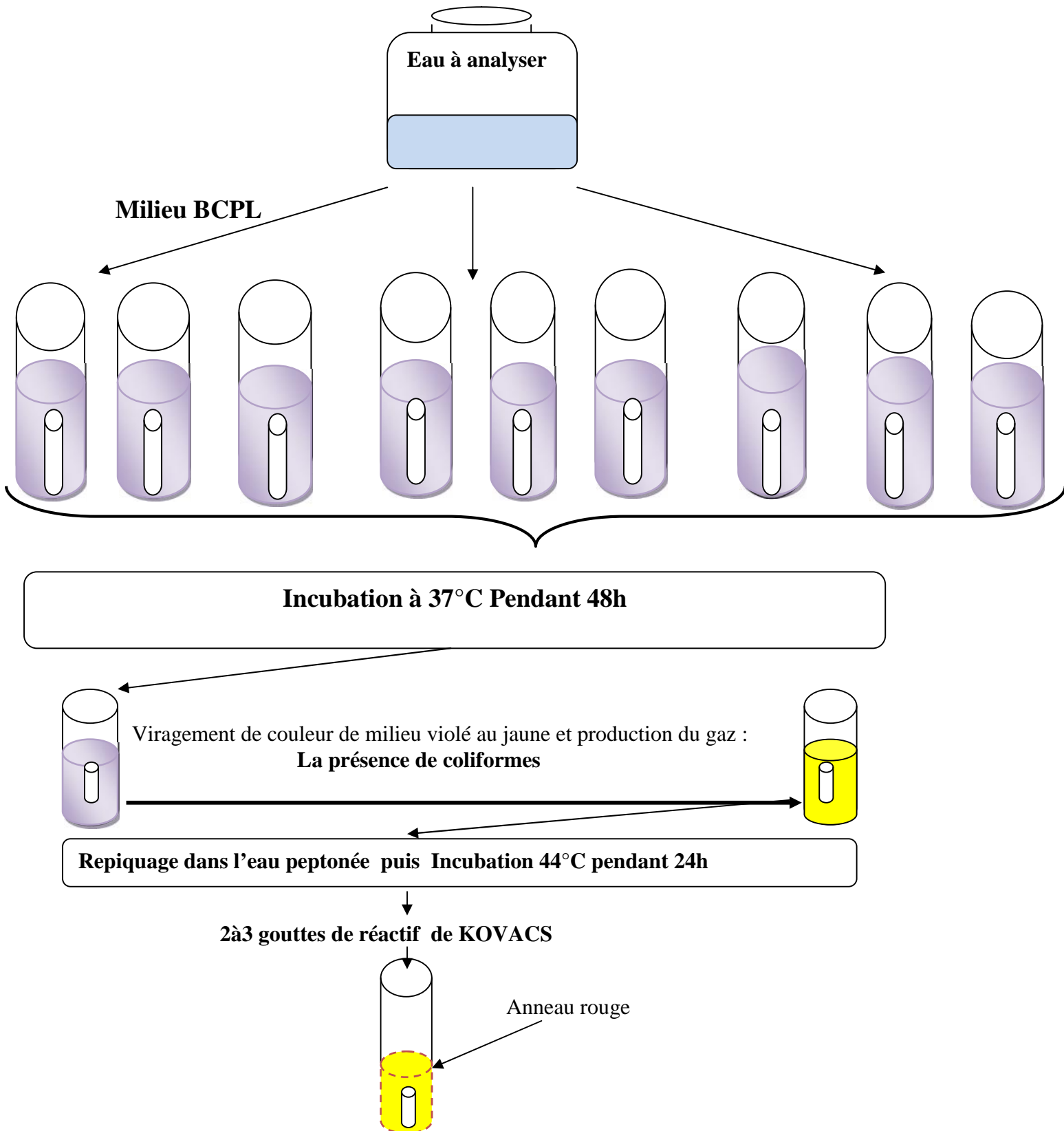


Figure 03 : La recherche des coliformes Totaux et Fécaux

### III.2. Recherche des streptocoques fécaux

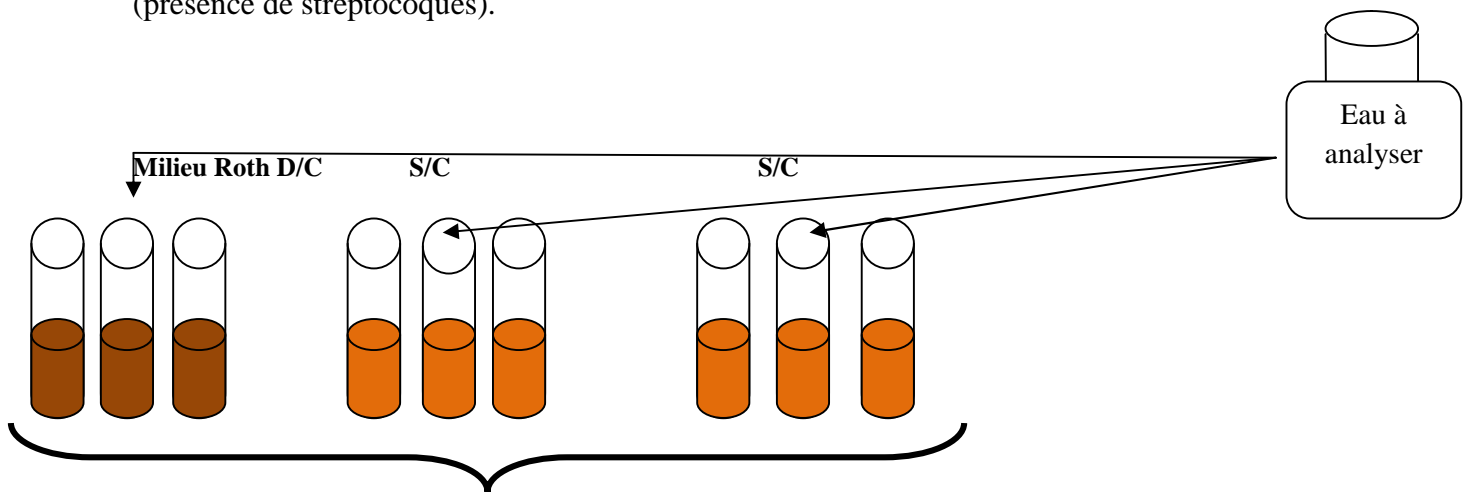
Les streptococcaceae sont des coques gram positif, asporulées généralement groupées en paires ou surtout en chaîne de longueur variable, généralement immobiles. Ils sont catalase négative, certains pédiocoques possèdent un pseudo catalase et peuvent apparaître catalase positives. (GUIRAUDU et al., 1980)

#### Mode opératoire

- Leur recherche utilise un milieu de présomption de Roth et un autre de confirmation de l'Eva Litsky en cas d'obtention d'un résultat positif dans le premier test.
- Ensemencement d'une série de tubes contenant le milieu de Rothe, mettre dans les tubes 1ml d'eau à analyser puis Incubation 37°C/48h.
- La confirmation à partir des tubes positifs. (Virage, trouble du milieu). Repiquage sur EVA Litsky à 37°C/24h.

#### · Expression des résultats

Les tubes de Rothe présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs (présence de streptocoques).



#### Incubation à 37°C pendant 48h

Repiquage sur un milieu Eva Litsky

Incubation à 37°C pendant 24

Pastille violette au fond de tube

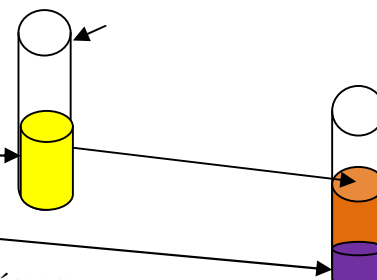


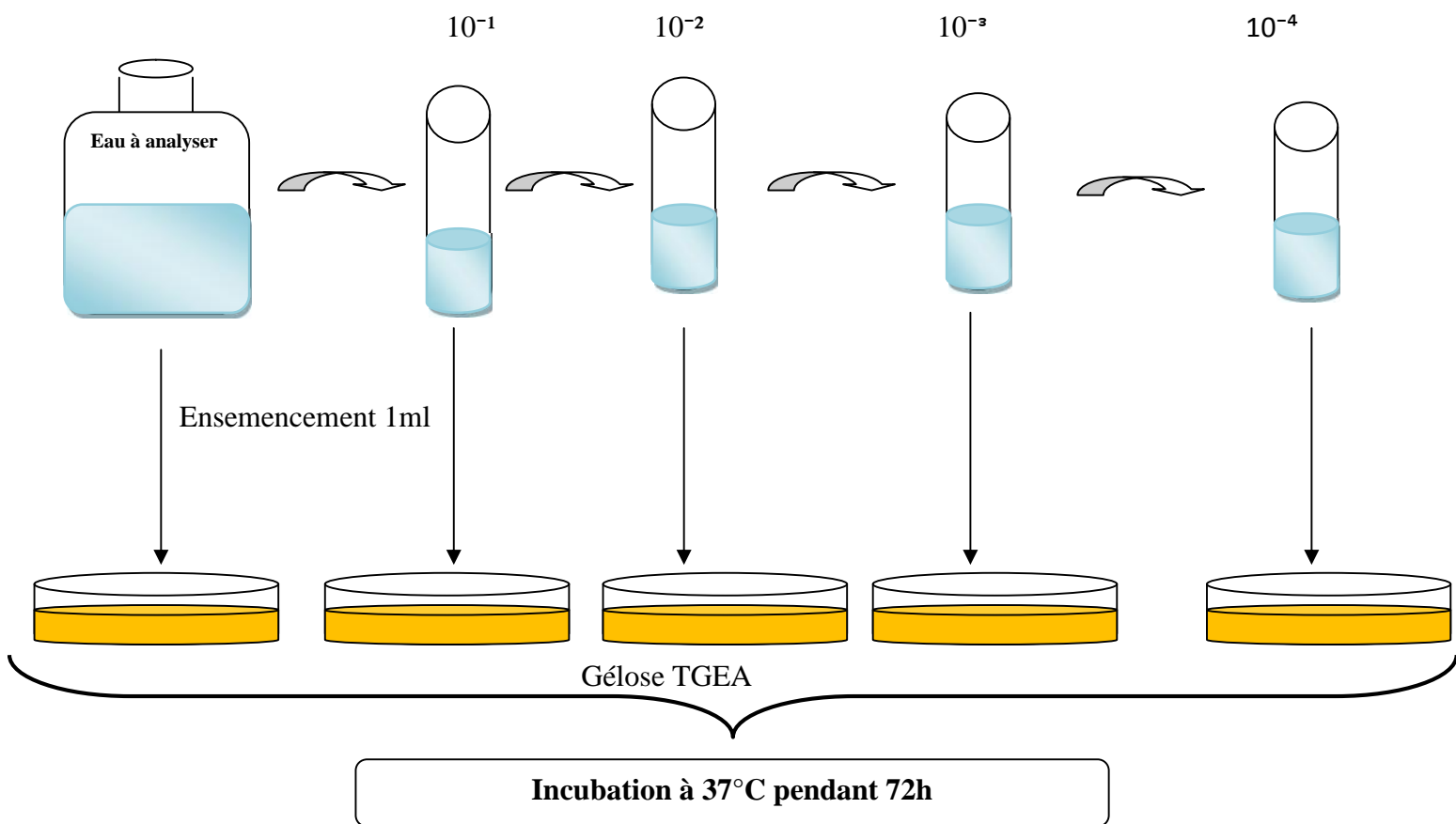
Figure04 : La recherche des streptocoques fécaux

### III.3. Les germes totaux (les germes revivifiables)

Ce sont des germes aérobies et aero-anaérobie facultatifs qui peuvent se développer dans un milieu nutritif non sélectif. Incubés à 30°C pendant 72h, ils apparaissent sous forme de colonies de taille et de formes différentes.

#### Mode opératoire

Après avoir fait des séries des délutions pour diminuer la charge bactérienne dans des boites pétries stériles, ensemercer 1 ml de l'eau à analyser dans un milieu gélose TGEA. Après agitation, faire l'incuber à 30°C pendant 72h.



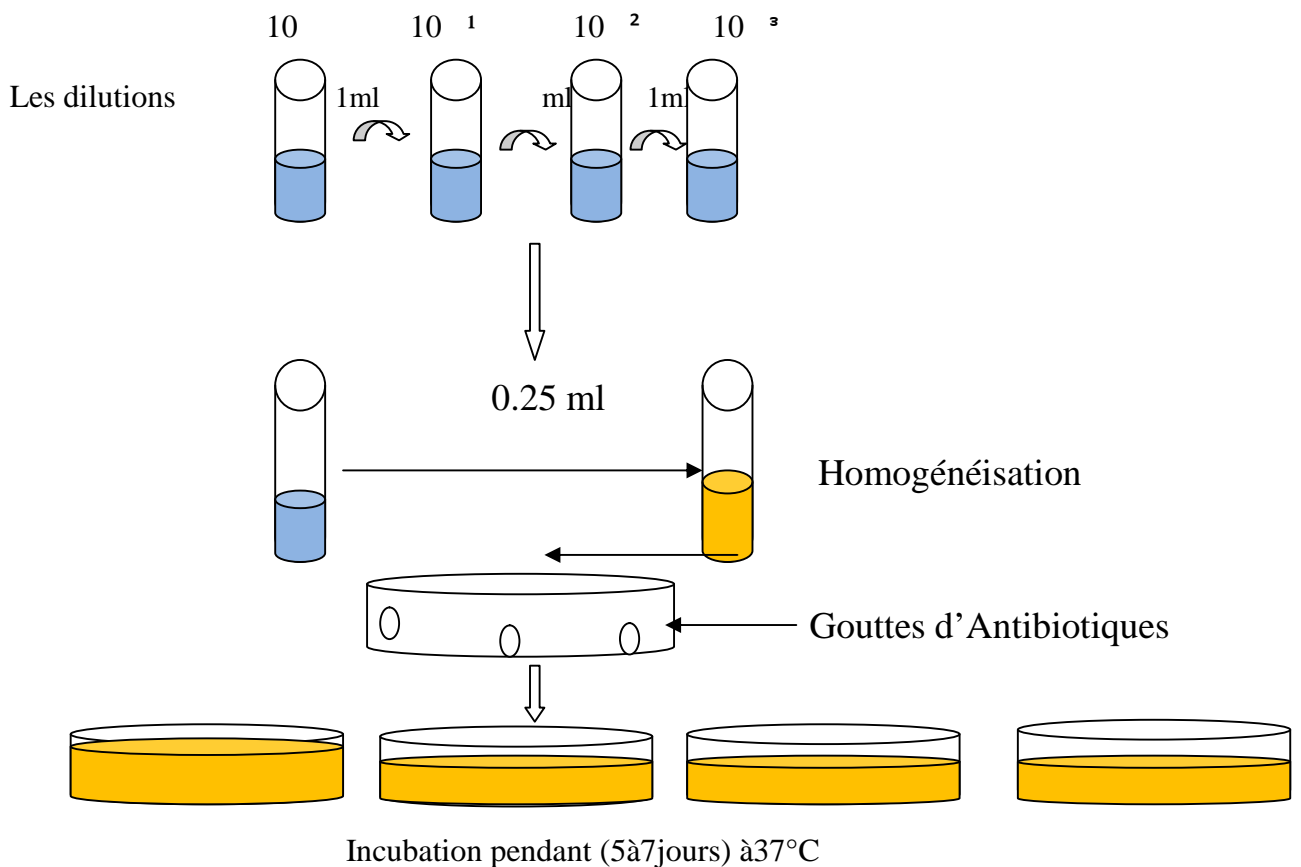
*Figure05 : Protocole de dénombrement des germes totaux*

### III.4. Recherche des Champignons

La présence possible dans l'eau des champignons microscopiques, sous forme de levures et de champignons filamenteux, est connue. Cette contamination hydrique fongique a longtemps été considérée comme n'étant pas un problème majeur de santé, néanmoins, de rares épidémies identifiées dont l'agent causale est un champignons (KAUFFMANN *et al.*, 2014)

#### .Mode opératoire

- ❖ Faire des prélèvements successifs de 1 ml dans les tubes à essai pour constituer les dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  et  $10^{-5}$ .
- ❖ D'autre côté, mettez quelques gouttes d'antibiotique dans les boîtes de Pétri, pour inhiber la croissance bactérienne
- ❖ Mettez le mélange (gélose + l'eau) dans les boîtes de Pétri
- ❖ Incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 5 à 7 jours



**Figure 6 :** protocole de la recherche des Champignons

## Chapitre III : Résultats et discussion

---

Les analyses permettent de déterminer la concentration de certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation. La composition minérale des eaux dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques ainsi que la charge physico-chimique et biologique des eaux (SARI, 2014).

Après avoir effectué les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau thermale de la région de Sidi Slimane, nous pouvons répartir les résultats obtenus comme suit :

### I. Les analyses physiques

Tableau 4 : Les résultats des analyses physiques.

Les analyses	T°	PH	CE
Hamмам étatique	39°C	6.8	4.5µm /S
Hamмам privé	38°C	6.5	4.7µm/S

#### I.1.Température

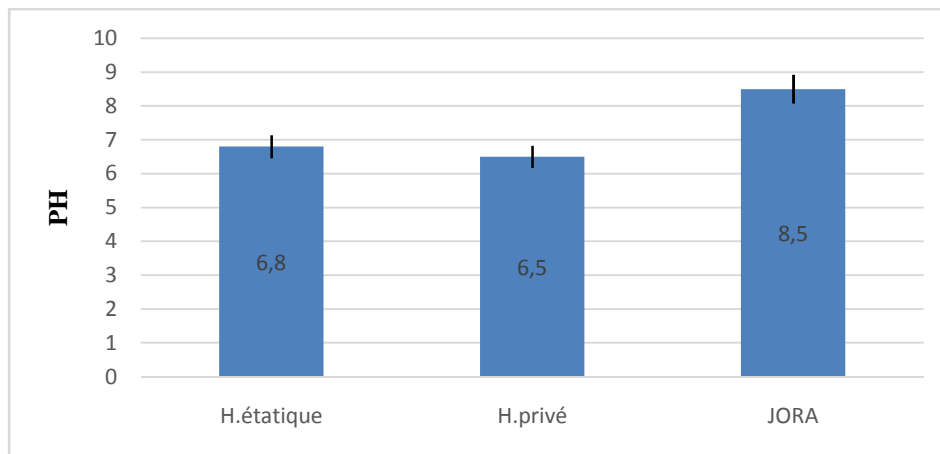
Les résultats obtenus montrent que les valeurs des températures varient entre 38°C et 39°C, ces valeurs sont supérieures à la norme du journal officiel algérien qui est fixé à 25°C, ce qui confirme l'origine profonde de ces eaux.

#### I.2.Le PH

Les valeurs du pH varient entre 6.5 et 6.8, ce qui montre que c'est une eau peu alcaline.

Nous remarquons que les valeurs de nos échantillons ne dépassent pas celles fixées par le journal officiel algérien (8,5) pour les eaux minérales.

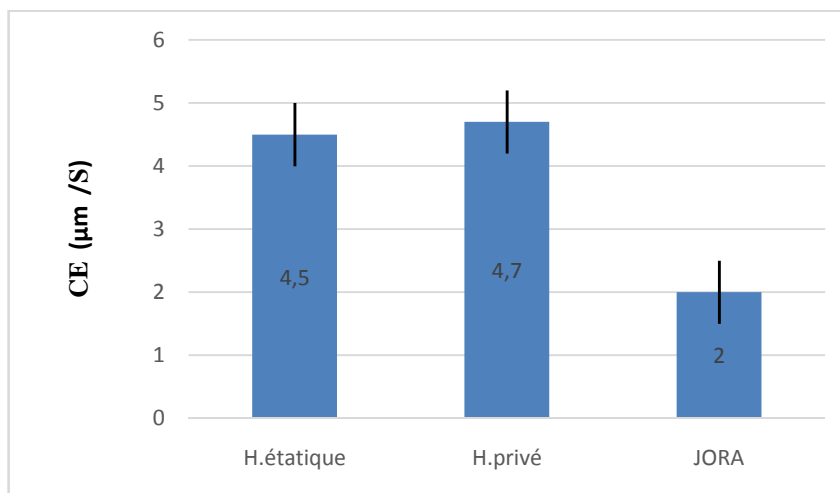
**Graphe 1:** Le pH de l'eau thermale de Hammam Sidi Slimane.



### I.3.La conductivité électrique (CE)

Les valeurs de la conductivité de notre eau thermale varient entre 4.5  $\mu\text{m}/\text{S}$  et 4.7  $\mu\text{m}/\text{S}$ . D'après l'histogramme nous remarquons que les composantes de nos échantillons dépassent les normes algériennes pour les eaux potables, ce qui nous permettons de dire que l'eau thermale de Sidi Slimane sont riche en sels dissous.

**Graphe 2 :** La conductivité électrique (CE) de l'eau thermale de Sidi Slimane.



### II. Les analyses chimiques

**Tableau 5** : Les résultats des analyses chimiques.

Les analyses	TA	TAC	TH	MO	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Hamмам étatique	0mg /l	32.7mg/l	57.68mg/l	0.59mg/l	312mg/l	244.66mg/l
Hamмам privé	0mg/l	24.43mg/l	58.50mg/l	0.58mg/l	300mg/l	271.22mg/l

#### II.1.Le titre alcalimétrique complet TAC

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que les valeurs du titre alcalimétrie complet de l'eau thermale varient entre 24.43mg/L pour le Hamмам privé et une valeur très importante (32.7mg/L) pour le Hamмам étatique, cela s'explique par une teneur élevée en ions d'hydrogénocarbonates et carbonates dans l'eau. Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, car quelles que soient les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

#### II.2Le titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrométrique est un indicateur de la minéralisation de l'eau qui correspond aux concentrations de calcium, de magnésium. Comme il n'existe aucune norme dans le JORA fixant les valeurs du TH, la présence de ces ions dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux.

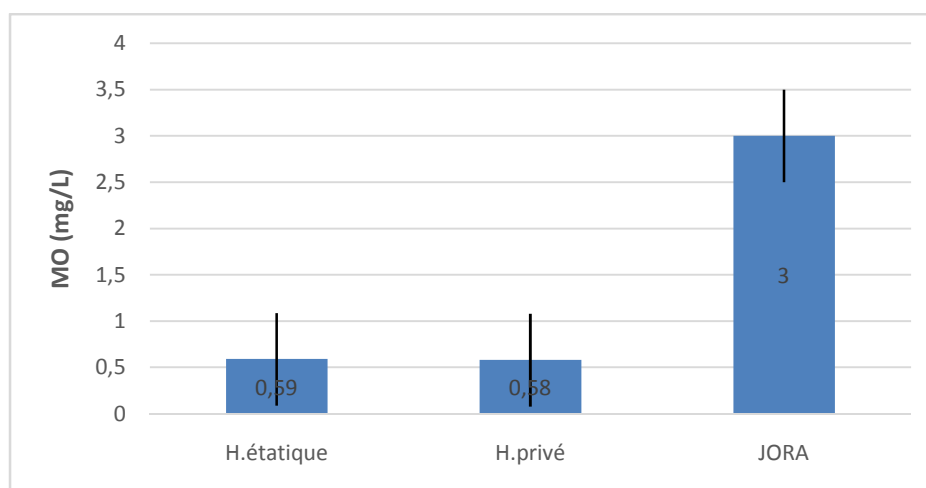
#### II.3.La matière organique

Les matières organiques sont les principaux polluants des milieux aquatiques. Leur présence dans l'eau cause le mauvais goût.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de la matière organique varient entre 0.58mg/L et 0.59 mg/L, comme les décrit l'histogramme ci-dessous :



**Graph 3 :** Matières organiques de l'eau thermale de Sidi Slimane.



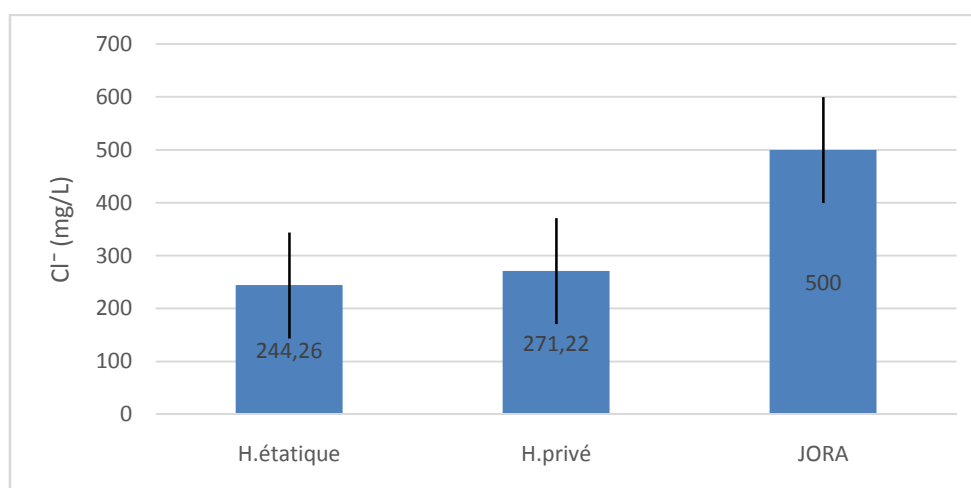
Nous remarquons que la matière organique de nos échantillons est inférieure à la norme d'écrite en J.O.R.A, (2006).

### II.4.Le chlore ( $\text{Cl}^-$ )

Les résultats obtenus montrent que la teneur en Cl de nos échantillons varie entre 244.66mg/L et 271.22 mg /L.

Il est important de noter que l'un des inconvénients des chlorures est la saveur désagréable qu'ils révèlent à l'eau à partir de 250 mg/1.

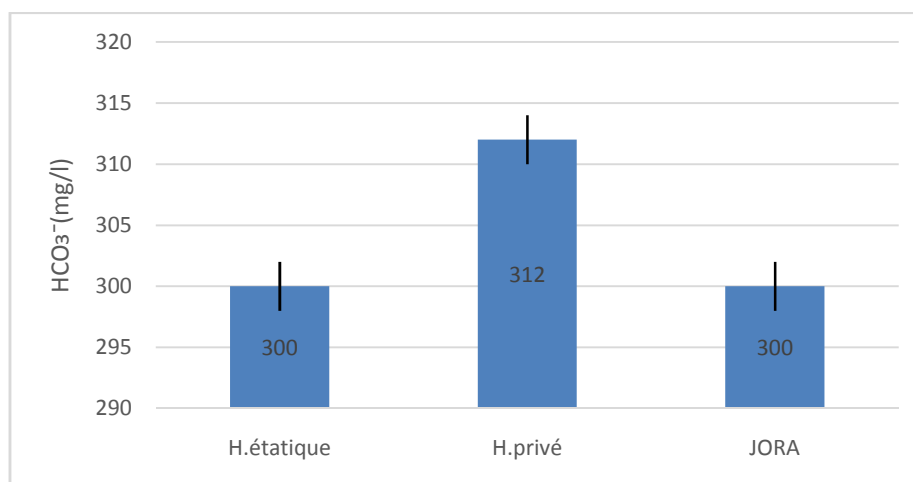
**Graph 4 :** Le chlore de l'eau thermale de Sidi Slimane.



La teneur des chlorures varie entre 244.66 et 271.22mg/1. Elle est conforme aux normes du JORA fixant la concentration maximale admissible à 500 mg/1.

### II.5.L'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

Graph 5 : L'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ ) de l'eau thermale de Sidi Slimane.



D'après les résultats décrits ci-dessus, nous remarquons que la valeur de l'alcalinité du Hammam privé dépasse la valeur maximale et celle du Hammam étatique égale à la valeur fixée par le JORA. En effet, cette eau thermale contient des bicarbonates.

### III. Les analyses microbiologiques

Tableau 6: Les résultats des analyses microbiologiques.

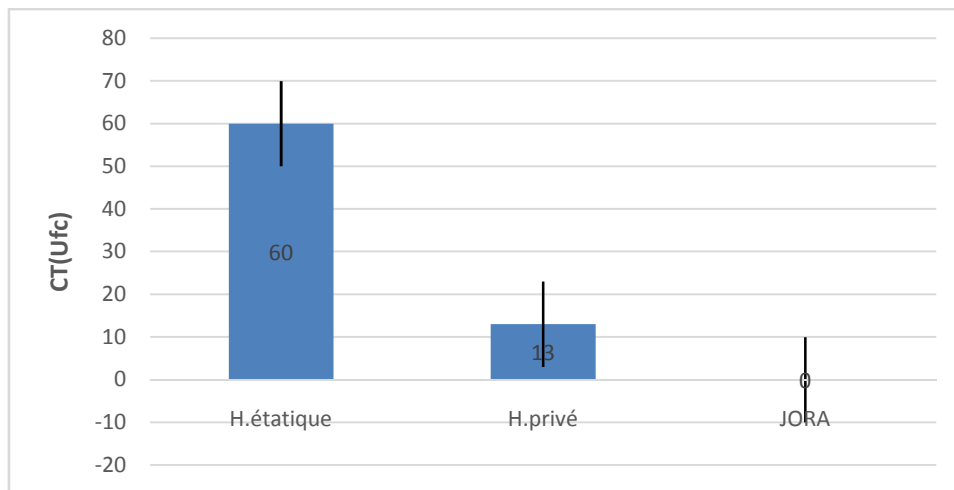
Microorganismes	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Germes totaux	Streptocoques fécaux	Champignons
Hammam étatique	60Ufc	09Ufc	$167 \times 10^4$ Ufc	30Ufc	La présence
Hammam privé	13Ufc	09 Ufc	$61 \times 10^3$ Ufc	30 Ufc	La présence

Après une identification bactérienne des germes totaux basée sur la coloration de Gram et la sélectivité des milieux de cultures, nous avons trouvé les germes suivants :

- ❖ Les *Staphylococcus aureus*
- ❖ Les *Bacillus* gram positives et négatives
- ❖ Les *Pseudomonas*
- ❖ Les *Acinitobacter*

### III.1. Les Coliformes totaux

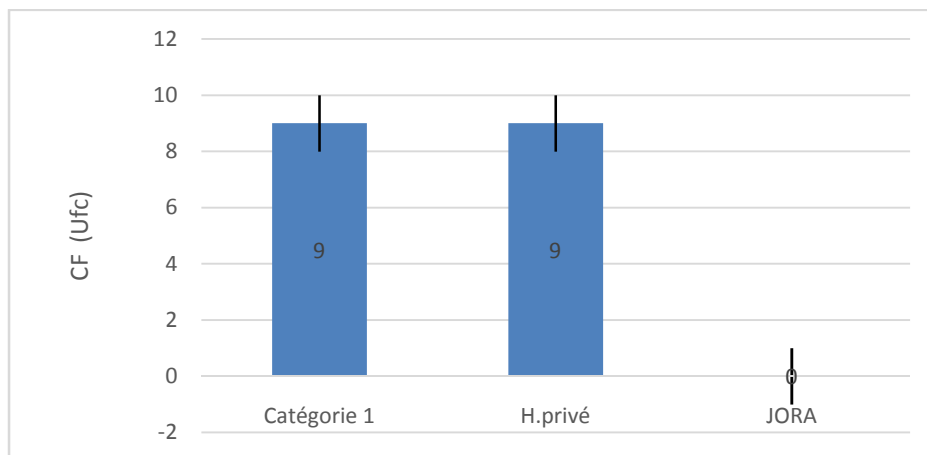
**Graphe 6 :** Les Coliformes totaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.



Les résultats obtenus montrent que les valeurs des Coliformes totaux trouvés dans nos échantillons dépassent les normes fixées par le JORA, ce qui indique l'existence de polluants microbiens provoquant plusieurs maladies.

### III.2. Les Coliformes fécaux

**Graphe 7 :** Les Coliformes fécaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.

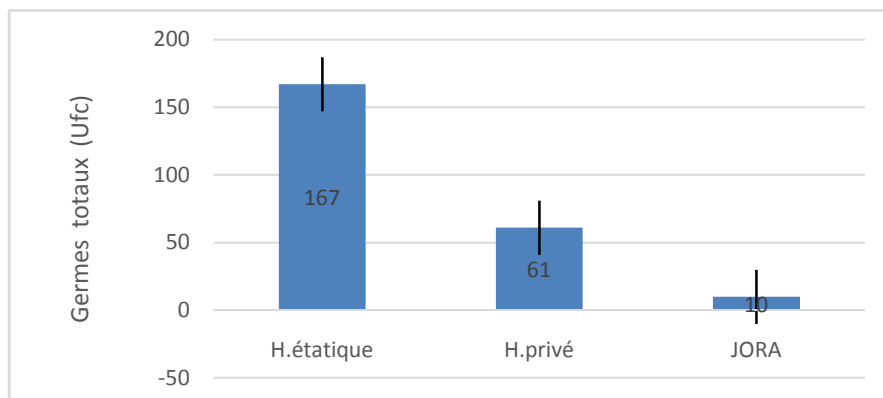


D'après les résultats décrit ci-dessus, nous pouvons dire que les valeurs des Coliformes fécaux de nos échantillons dépassent la norme du JORA qui exige l'absence totale de ce genre de coliformes. Leur présence témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale et indique le mauvais respect des conditions d'hygiène.

### III.3. Les germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme indicateurs beaucoup plus généraux vis-à-vis de toute pollution microbiologique. Celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne, car les valeurs obtenues dépassent les normes algériennes qui fixent la teneur maximale 10 germes par ml.

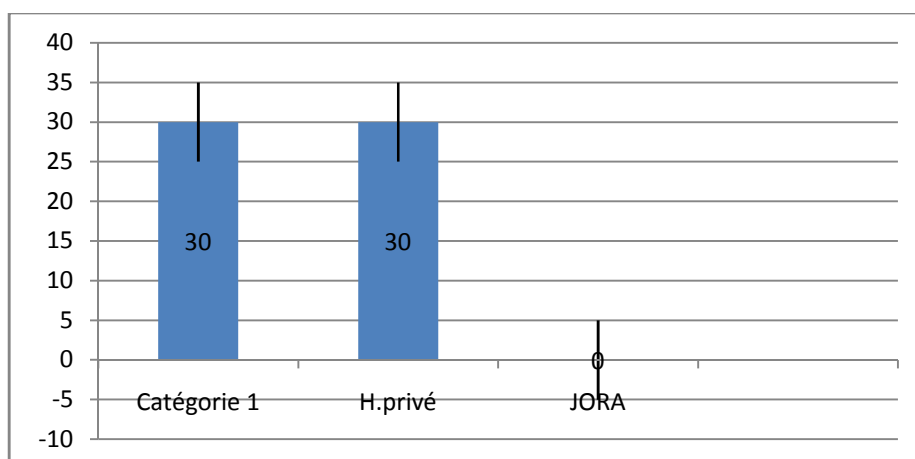
**Graph 8 :** Les germes totaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane



### III.4. Les Streptocoques fécaux

L'histogramme ci-dessous montre qu'il existe trente Ufc des Streptocoques fécaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.

**Graph 9:** Les Streptocoques fécaux dans l'eau thermale de Sidi Slimane.



D'après la comparaison de nos résultats à la norme algérienne qui exige l'absence totale des streptocoques fécaux.

### **A retenir**

Les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit :

Le Hammam étatique ainsi que le Hammam privé se ressemblent qualitativement (qualités physico-chimiques et microbiologiques). Leur eau n'est pas potable, car leurs valeurs de potabilité dépassent la norme fixée par le JORA. Néanmoins, les eaux analysées partagent les mêmes microorganismes pathogènes qui entravent à leur usage.

## Conclusion générale

---

L'eau, c'est la vie : une citation prouvée scientifiquement par la nécessité des êtres de cet objet, source de vitalité et d'existence.

En effet, la recherche effectuée par l'analyse physico-chimique et microbiologique évaluant la qualité hygiénique de l'eau thermale de la station Sidi Slimane à Tissemsilt montre que cette eau est thermo-minérale (la valeur de conductivité électrique que nous avons trouvée égale à  $4.6\mu\text{m/S}$  et la dissolution de beaucoup de sels dans l'eau analysée) et non-potable (la quantité des ions trouvés est supérieure à la norme fixée par le JORA).

Cependant, l'analyse microbiologique de nos échantillons indique l'existence des germes très pathogènes telle la présence de *Staphylococcus aureus*, les *Streptocoques fécaux*, les Coliformes totaux et fécaux et les Champignons. En effet, cette présence pathogénique a un effet sur la potabilité de l'eau et affecte la santé humaine.

Pour conclure, bien que la valeur thérapeutique de l'eau analysée soit remise en question par les résultats obtenus, il est important de traiter cette source thermo-minérale par les différents moyens de dépollution (la désinfection, la décantation, la filtration, ...) ou bien chercher les causes de cette contamination.

## Annexe n°1 : Les matériels et produits utilisés

Verreries	Appareils opératoires	Produits d'analyse	Milieux de culture
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pipettes</li> <li>❖ Fioles</li> <li>❖ Bêchers</li> <li>❖ Eprouvettes</li> <li>❖ Spatule</li> <li>❖ Papier filtre</li> <li>❖ Burettes de 50ml et 100ml</li> <li>❖ Tubes à essais</li> <li>❖ Pipettes de pasteur</li> <li>❖ Les flacons en verres stériles</li> <li>❖ Les flacons de 50 ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Plaque chauffante</li> <li>❖ Agitateur magnétique chauffant et barreau magnétique</li> <li>❖ Dessiccateur</li> <li>❖ Bain marie</li> <li>❖ Etuve</li> <li>❖ Thermomètre</li> <li>❖ PH mètre à affichage digitale (LF95A)</li> <li>❖ Conductive mètre à affichage (LF96B)</li> <li>❖ Balance analytique</li> <li>❖ Balance (METTLER BB)</li> <li>❖ Balance de précision (AE 200)</li> <li>❖ Chronomètre</li> <li>❖ Spectrophotomètre (UV)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Eau à analyser</li> <li>❖ Eau distillée</li> <li>❖ Ethylène diamine tétra acétique (E.D.T.A) à 0.02N</li> <li>❖ Solution tampon ammoniacale à 0.25%</li> <li>❖ Solution tampon de méthylorange à 0.05%</li> <li>❖ Acide chlorhydrique à 0.1N</li> <li>❖ Carbonate de calcium</li> <li>❖ Acide nitrique pur</li> <li>❖ Solution chromate de potassium à 10%</li> <li>❖ Solution de Nitrate d'argent 0.1N</li> <li>❖ Acide sulfurique à 50%</li> <li>❖ Solution de permanganate de potassium à 0.01N</li> <li>❖ Acide osidique à 0.01N</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Gélose à l'amidon</li> <li>❖ Shuber</li> <li>❖ Sabouraud</li> <li>❖ Soja</li> <li>❖ Colombia</li> <li>❖ Eau peptone</li> <li>❖ TGEA</li> <li>❖ BCPL</li> </ul>

## Annexe n° 2 : Les réactifs utilisés

### I. Détermination du taux d'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

#### Réactifs

- Méthyle orange 10%
- Solution d'HCl à 0.1N

### II. Détermination du taux de chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

#### Réactifs

- Solution de nitrate d'argent à 0.01N
- Solution de chlorures à 71mg/l
- Indicateur coloré  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  à 10%

### III. Détermination du taux de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

#### Réactifs

Solution d'E.D.T.A N/50 ( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\text{H}_2\text{O}$ )

- E.D.T.A.....3.725g
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée.....q.s. P1000ml

Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2N :

- NaOH.....80g
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée.....q.s.p1000ml

Solution d'hydroxyde d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )

- Chlorure d'ammonium.....67.5g
- $\text{NH}_4\text{OH}$ (25%).....570ml
- HCl concentré.....pH=10.1
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée.....q.s.p 1000ml
- Noir érichrome



#### IV. Détermination du taux nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

##### Réactifs

- Solution salicylate de sodium à 0.5% (renouveler toutes les 24h) (0.5g de salicylate de sodium dans un 100 ml d'eau distillée)
- Solution d'hydroxyde de sodium 30% (30g de NaOH dans un 100ml d'eau distillée)
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré
- Tartrate double de sodium et de potassium
- Hydroxyde de sodium NaOH.....400g
- Tartrate de sodium et de potassium.....60g
- Eau distillée .....q .s .p 1000ml
- Solution mère d'azote d'origine nitrique à 5mg /l
  - ✓ Nitrate de potassium anhydre .....0.722g
  - ✓ Eau distillée .....1000ml
  - ✓ Chloroforme .....1ml
- Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5mg /

#### V. Détermination du taux de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

##### Réactifs

- Sulfanilamide .....40g
- Acide phosphorique.....100ml
- N-1-Naphtyle éthylène diamine.....2g
- $\text{H}_2\text{O}$  distillée.....q.s. P1000ml

#### VI. Dosage du sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

##### Réactifs

- **Solution mère de sulfates à 1g/l à partir de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$** 
  - 1.479g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  .....1000ml
  - d'eau distillée
- **Solution stabilisante :**
  - Acide chlorhydrique (C) .....60ml

Ethanol.....200ml  
 Chlorure de sodium .....150g  
 Glycérol.....100ml  
 Eau distillée .....q.s.1000ml

➤ **Solution de chlorure de baryum :**

Chlorure de baryum.....150g  
 Acide chlorhydrique.....5ml  
 Eau distillée .....q.s.p.1000ml

**VII.Détermination du taux de phosphates (PO<sup>3-</sup>)**

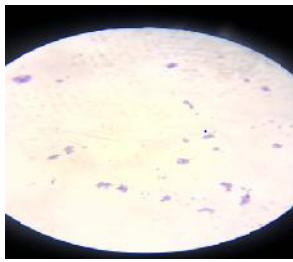
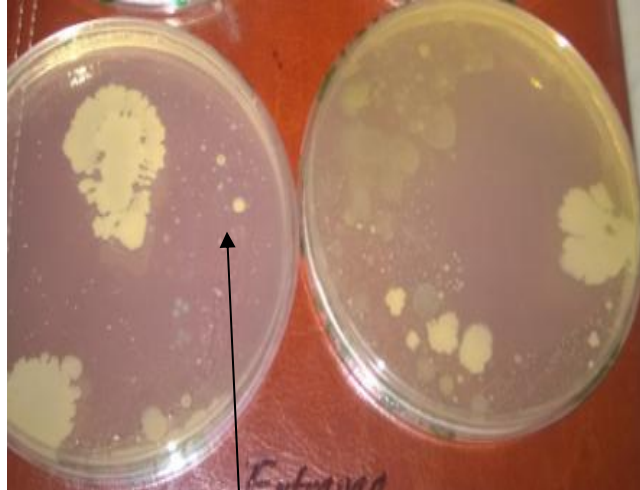
**Réactifs**

**Réactifs Mixtes**

- Heptamolybdate d'ammonium.....13g (A)
- Eau distillée .....100ml
- Tartrate d'antimoine.....0.35g (B)
- Eau distillée .....100ml
- Acide sulfurique pur.....150ml (C)
- Eau distillée .....150ml
- (A) + (B) + (C).....500ml d'eau distillée
- **Acide ascorbique à 10%**  
 Acide ascorbique.....10g  
 Eau distillée.....100ml
- **Solution mère à 50 mg / l PO<sup>3-</sup><sub>4</sub>**

### Annexe n°3 : Identification des *Staphylococcus aureus*

Les germes Totaux



Coloration de gram puis observation microscopique

puis repiquage les colonies jaunes foncé sur un milieu de Chapman (milieu sélectif pour les *Staphylococcus aureus*)

Incubation à 37°C pendant 24H ou bien 48h

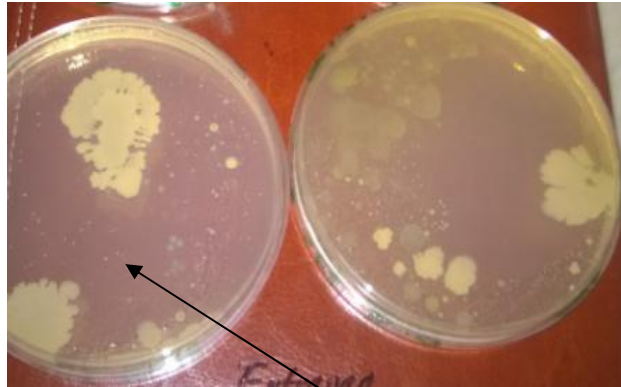


La présence  
des *Staphylococcus aureus* dans

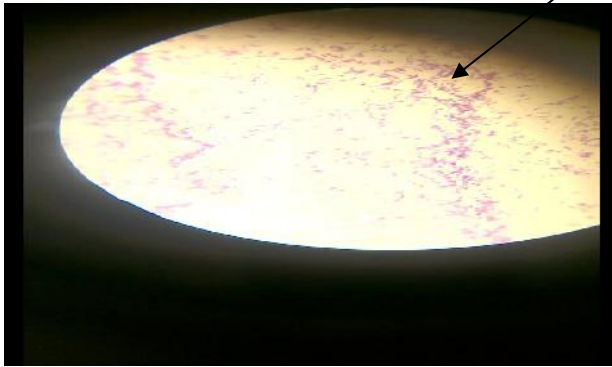
l'eau thermale de Sidi Slimane

## Annexe n° 4: Identification des *Bacillus*

Les germes Totaux



Coloration de gram et observation  
microscopique



Repiquage dans un milieu à amidon et incubation pendant 37°C à 48h



Les colonies de *Bacillus*

## Ouvrages

- BLOUGH, N.-V., DEL VECCHIO, R., 2002, « *Chromophoric DOM in the coastal environment* », In Hansel, D.A. et al. (Ed.) *Biogeochemistry of marine dissolved organic matter*, pp. 509-546.
- DEGREMENT, 1989, « *Mémento technique de l'eau* », éd., Technique et Documentation Lavoisier, Paris, p. 592.
- GUIRAUD, J. et GALZY, P., 1980, « *Les analyses microbiologiques dans les industries alimentaires* », éd., Technique et Documentation Lavoisier, Paris, pp. 113-119.
- LE CORAN, Surat Elanbia, Verset 30.
- RODIER, J., 2005, « *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats* », éd., Dunod, Paris, p. 319.
- RODIER, J., 1984, « *L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer* », éd., Dunod, Paris, pp. 46-56.

## Reuves

- \_Hakam et al 2000. Hakam O.K., Choukri A.,ReysL.L.,Lefred,M.,Revu. Des sciences de l'eau 2000, p 185.
- KAUFFMANN-LACROIX, C. et al., Février 2014, « *Les champignons de l'eau maîtrise du risque d'infection fongique lié à l'eau* », In Revue Francophone des Laboratoires, n° 459, p. 69.
  - LE MARECHAL, A., 1976, « *Géologie et géochimie des sources thermo-minérales du Cameroun* », In Travaux et documents de l'ORSTOM, n°59, p. 08.
  - OUALI, S., Juin 2008, « *Les sources thermales en Algérie* », In Recherche et Développement, n°13, pp. 16-18.

## Mémoires

- BOURDJAH, A., 2011, « *Analyses physicochimiques et microbiologiques du lait UHT demi-écrémé* », Mémoire pour l'obtention de diplôme de Brevet de Technicien Supérieur en Contrôle de qualité dans les industries agro-alimentaire, Université Haddadi Cherif El-Hidhab-Sétif, p.60.

- HAKMI, A., 2006, « *Traitement de l'eau de source Bousfer-Oran* », Mémoire de licence, Université des sciences technologiques d'Oran, pp. 34-50.
- SARI, H., 2014, « *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » Tlemcen* », Mémoire de master en sciences des aliments, Université Abou-Baker Belkaid-Tlemcen, p. 42.

### **Documents prescrits**

- DDT, 2018, « *Situation de Hammam Sidi Slimane* », Direction du Tourisme de Tissemsilt.
- JORA, 21 février 2007, n°13, Art 2.
- ISO 9297, 1989, « *Qualité de l'eau dosage des chlorure titrage de Nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr)* ».

### **Sitographie**

- GUIGUE, S., « *Eaux thermales en Algérie* », In Cahiers du Centenaire de l'Algérie, n°5, [http://algerroi.fr/Alger/cahiers\\_centenaire/algérie\\_touristique/textes/chapitre3.htm](http://algerroi.fr/Alger/cahiers_centenaire/algérie_touristique/textes/chapitre3.htm), Consulté le 29/12/2017 à 17h 35.
- THOMAS, P. et BUSTI, D., Mars 2008, « *Les sources thermo-minérales d'Auvergne : chimiolithotrophie et photosynthèse* », In Revue du Laboratoire de Sciences de la Terre, <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/chimiolithotrophie.xml>, Consulté le 29/12/2017 à 11h 20.

## Résumé

L'eau est un élément précieux pour la survie et la continuité de tous les êtres vivants. Notre recherche s'intéresse à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de Hammam et du degré de son hygiène.

En effet, les résultats obtenus montrent que le Hammam étatique ainsi que le Hammam privé se ressemblent qualitativement (qualités physico-chimiques et microbiologiques). Leur eau n'est pas potable, car les valeurs de leur potabilité dépassent la norme fixée par le JORA. Néanmoins, les eaux analysées partagent les mêmes microorganismes pathogènes qui entravent à leur usage thérapeutique.

**Mots-clés :** Eau thermale, hygiène, qualité physique, qualité chimique, qualité microbiologique.

الماء عنصر مهم لبقاء واستمرارية كل الكائنات الحية. هذا على تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية لمياه حمام سيدي سليمان من أجل قياس درجة النظافة. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن حالة الحمام الشعبي والحمام الخاص متماثلين من حيث النوع (الخصائص الفيزيائية والمكروبيولوجية). كما أن مياههم ليست صالحة للشرب لأن قيم قابليتها تتجاوز المعايير التي وضعتها الجريدة الرسمية الجزائرية. ومع ذلك، فإن المياه التي تم تحليلها تتشارك في نفس الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض التي تعيق استخدامها العلاجية. **كلمات مفتاحية :** المياه الحرارية، نظافة، النوعية الفيزيائية، النوعية الكيميائية، نوعية لمكروبيولوجية.