

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 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 : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences biologiques**

**Spécialité/Option : Santé, Eau et Environnement / Microbiologie de l'environnement**

**Département d'Ecologie et Génie de l'Environnement**

---

### Thème : Contribution à l'étude de la qualité physico- chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debagh –Guelma-

---

**Présenté par :**

- Boucherit Assia
- Hakimi Hana

**Devant le jury composé de :**

<b>Président :</b>	Mlle. Boumaaza A	M.A.A	Université de Guelma
<b>Examineur :</b>	Mr. Rouabhia K	M.A.A	Université de Guelma
<b>Encadreur :</b>	Dr. Merzoug A	M.C.B	Université de Guelma

**Juin 2016**



*Au terme de ce travail nos sincères remerciements vont en premier lieu à Allah, le tout puissant de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour concrétiser ce modeste travail.*

*Nos reconnaissances, nos vives gratitudee et nos sincères remerciements vont à Mlle. **BOUMAAZA Awatif** Maitre assistante au Département de Biologie de l'Université de Guelma, d'avoir bien accepté de présider ce jury.*

*Nous tenons à remercier Monsieur **ROUABHIA Kamel**, Maitre assistant au niveau du Département de Biologie de l'Université de Guelma pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à Monsieur **MERZOUG Abdelghani**, Maitre de conférences au Département de Biologie de l'Université de Guelma, qui nous a fait l'honneur de nous diriger et nous guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail. Ses encouragements, sa disponibilité constante et surtout ses conseils nous ont été d'une précieuse aide.*

*On remercie également tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers qui ont contribué à notre formation.*

*Sans oublier ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.*

*Enfin, nous exprimons tous le bonheur du monde à toute la promotion sortante 2016 du Master Santé, Eau et Environnement de l'Université de Guelma*

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

<b>Introduction</b>	<b>1</b>	
<b>Chapitre I : Généralité sur l'eau</b>	<b>3</b>	
1	Cycle de l'eau	3
2	Sources de l'eau	3
2.1.	Eaux de pluies	3
2.2.	Eaux souterraines	4
2.3.	Eaux de surface	4
2.3.1.	Eaux courantes	4
2.3.2.	Eaux stagnantes	4
3	Importance de l'eau	5
4	La pollution	6
4.1.	Pollution de l'eau	6
4.2.	Origines de la pollution	6
4.2.1.	Pollution domestique	6
4.2.2.	Pollution agricole	6
4.2.3.	Pollution industrielle	7
4.2.4.	Pollution urbaine	7
4.3.	Les principaux polluants	7
4.3.1.	Polluants physiques	7
4.3.2.	Polluants chimiques	8
4.3.3.	Polluants microbiologiques	8
5	Maladies à transmission hydrique	8
5.1.	Maladies d'origine bactérienne	9
5.1.1.	Le choléra	9
5.1.2.	Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	10
5.1.3.	La dysenterie bacillaire	10
5.2.	Maladies d'origine virale	10
5.2.1.	Les hépatites infectieuses	10
5.2.2.	La poliomyélite	10
5.3.	Maladies parasitaires	11

5.3.1.	Les amibiases	11
5.3.2.	Les giardases	11
5.3.3.	Les helminthes	11

## **Chapitre II : Description du site d'étude** 12

1	Situation géographique du barrage de Hammam Debagh	12
1.1.	Caractéristiques du barrage de Bouhamdane	13
1.2.	Aperçu géologique	15
1.3	Réseau hydrographique	15
1.4.	Climatologie	15
1.4.1.	Température	15
1.4.2	Précipitation	16
1.4.3.	Évaporation	17
1.4.4.	Synthèse climatique	18
1.4.4.1.	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls	18
1.5.	Valeurs hydrologiques	19
1.6.	Cadre biotique	20
1.6.1.	La faune	20
1.6.2.	La flore	20

## **Chapitre III : Matériel et Méthodes** 21

1	Choix des points de prélèvement	21
2	Echantillonnage	23
2.1.	Matériel d'échantillonnage	23
2.2	Enregistrement et étiquetage des échantillons	23
2.3.	Méthode de prélèvement	23
2.4.	Transport et conservation des échantillons	24
3	Analyses physico-chimiques	24
3.1.	Les mesures <i>in situ</i>	24
3.1.1	Température	25
3.1.2.	pH	25
3.1.3.	Conductivité électrique	26
3.1.4.	Taux des sels dissous (TDS)	26
3.1.5.	Salinité	26
3.2.	Les mesures effectuées au laboratoire	26
3.2.1.	Méthodes spectrométriques	26
3.2.1.1.	Turbidité	26
3.2.1.2.	Phosphate	27
3.2.1.3.	Fer	27
3.2.1.4.	Sulfate	27
3.2.1.5.	Ammonium	27

3.2.1.6.	Nitrate	28
3.2.1.7	Nitrite	28
3.2.2.	Méthodes volumétriques	28
3.2.2.1.	Matières en suspension (MES)	28
3.2.2.2.	Titre alcalimétrique	29
3.2.2.3.	Dureté totale	29
3.2.2.4.	Calcium	30
3.2.2.5.	Magnésium	30
3.2.2.6.	Matières organiques	30
3.2.2.7	Chlorures	31
3.2.2.8.	Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> )	31
3.2.2.9.	Résidu sec	31
4	Analyses bactériologiques	31
4.1.	Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables	31
4.2.	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, fécaux et identification d' <i>E. coli</i>	34
4.3.	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	37
4.4.	Recherche et dénombrement des spores de bactéries Sulfito-réductrices et Clostridium sulfito-réducteurs	40
4.5.	Recherche des germes pathogènes	42
4.5.1.	Recherche des Staphylocoques	42
4.5.2.	Recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	44
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b>		<b>46</b>
1	Analyses physicochimiques	46
1.1.	Température	46
1.2.	Potentiel d'hydrogène (pH)	46
1.3.	Conductivité électrique	47
1.4.	Taux des sels dissous ( TDS)	48
1.5.	Salinité	49
1.6.	Turbidité	49
1.7.	Phosphate	50
1.8.	Fer	51
1.9.	Sulfate	51
1.10.	Ammonium	52
1.11.	Nitrate	52
1.12.	Nitrite	53
1.13.	Matière en suspension	54
1.14.	Titre alcalimétrique complet	55
1.15.	Titre alcalimétrique simple	55
1.16	Dureté totale	55
1.17	Calcium	56

<b>1.18</b>	Magnésium	<b>57</b>
<b>1.19.</b>	Matières organiques	<b>58</b>
<b>1.20.</b>	Chlorures	<b>58</b>
<b>1.21.</b>	Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> )	<b>59</b>
<b>1.22.</b>	Résidu sec	<b>60</b>
<b>2.</b>	Analyses bactériologiques	<b>60</b>
<b>2.1.</b>	Dénombrements des microorganismes revivifiabiles	<b>60</b>
<b>2.2.</b>	Dénombrements des Coliformes totaux	<b>62</b>
<b>2.3.</b>	Dénombrements des Coliformes fécaux	<b>63</b>
<b>2.4.</b>	Dénombrement des Streptocoques fécaux	<b>64</b>
<b>2.5.</b>	Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	<b>65</b>
<b>2.6.</b>	Résultats de la recherche des germes pathogènes	<b>65</b>
<b>2.6.1.</b>	Recherche de la recherche des Staphylocoques	<b>66</b>
<b>2.6.2.</b>	Recherche de la recherche de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<b>66</b>

<b>Conclusion</b>	<b>67</b>
-------------------	-----------

## **Références bibliographiques**

## **Résumés**

## **Annexes**

## Liste des abréviations

**ASR** : Anaérobies sulfitoréducteurs.

**BCPL** : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

**CF** : Coliformes fécaux.

**CT** : Coliformes totaux.

**D/C** : Double concentration.

**EDTA** : Ethyle Diamine Tétra Acétique.

**°F** : Degré français.

**Fe +2** : Fer ferreux.

**FeS** : Sulfate de fer.

**GT** : Germes totaux.

**HCO<sup>3-</sup>** : Bicarbonates.

**Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>** : Sulfite de sodium .

**NPP** : Nombre le plus probable.

**NTU** : Nephelometric Turbidity Unit.

**OMS** : Organisation Mondial de Santé.

**pH** : Potentielle Hydrogène.

**SF** : Streptocoque fécaux.

**S/C** : Simple concentration.

**TDS** : Taux des sels dissous.

**TGEA** : Tryptone-Glucose-Extrait de levure-Agar.

**UFC** : Unité formant colonie.

**VF** : Viande Foie.



## Liste des figures

Figure	Titre	Page
<b>1</b>	Cycle de l'eau dans la nature	<b>3</b>
<b>2</b>	Localisation satellite du barrage Hammam Debagh (Guelma)	<b>12</b>
<b>3</b>	Localisation géographique de la commune de Hammam Debagh	<b>13</b>
<b>4</b>	Courbe d'évolution des températures de la région d'étude (Années 1990-2015)	<b>16</b>
<b>5</b>	Variations des précipitations mensuelles (1990-2015)	<b>17</b>
<b>6</b>	Variations d'évaporation mensuelles (1990-2015).	<b>18</b>
<b>7</b>	Diagramme pluviothermique de la région d'étude (1990-2015)	<b>19</b>
<b>8</b>	Localisation des stations de prélèvement	<b>22</b>
<b>9</b>	Photos du site 1 durant la période d'étude	<b>22</b>
<b>10</b>	Photos du site 2 durant la période d'étude	<b>22</b>
<b>11</b>	Multi-paramètre WTW Multi 1970i	<b>25</b>
<b>12</b>	Spectrophotomètre ODYSSEY	<b>28</b>
<b>13</b>	Recherche et dénombrement des Germes totaux dans l'eau.	<b>33</b>
<b>14</b>	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux .	<b>36</b>
<b>15</b>	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	<b>39</b>
<b>16</b>	Recherche et de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR).	<b>41</b>
<b>17</b>	Recherche et identification des Staphylocoques pathogènes ( <i>S. aureus</i> ).	<b>43</b>
<b>18</b>	Recherche et identification des <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	<b>45</b>
<b>19</b>	Variation spatio-temporelle de la température dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>46</b>
<b>20</b>	Variation spatio-temporelle de la pH dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>47</b>
<b>21</b>	Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>48</b>
<b>22</b>	Variation spatio-temporelle de la TDS dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>48</b>
<b>23</b>	Variation spatio-temporelle de la salinité dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>49</b>
<b>24</b>	Variation spatio-temporelle de la Turbidité dans les eaux de barrage du Hammam Debagh.	<b>50</b>
<b>25</b>	Variation spatio-temporelle du phosphate dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>50</b>
<b>26</b>	Variation spatio-temporelle du Fer dans les eaux du	<b>51</b>

	barrage de Hammam Debagh.	
<b>27</b>	Variation spatio-temporelle de sulfate dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>52</b>
<b>28</b>	Variation spatio-temporelle des nitrates dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>53</b>
<b>29</b>	Variation spatio-temporelle des nitrites dans les eaux du barrage de Hammam Debagh.	<b>54</b>
<b>30</b>	Variation spatio-temporelle des matières en suspension dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>54</b>
<b>31</b>	Variation spatio-temporelle des TAC dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>55</b>
<b>32</b>	Variation spatio-temporelle de la dureté totale dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>56</b>
<b>33</b>	Variation spatio-temporelle du calcium dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>57</b>
<b>34</b>	Variation spatio-temporelle du magnésium dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>57</b>
<b>35</b>	Variation spatio-temporelle des matières organiques dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>58</b>
<b>36</b>	Variation spatio-temporelle des chlorures dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>59</b>
<b>37</b>	Variation spatio-temporelle de bicarbonate dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>59</b>
<b>38</b>	Variation spatio-temporelle du résidu sec dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>60</b>
<b>39</b>	Variation spatio-temporelle des germes totaux dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>61</b>
<b>40</b>	Photos présentant le résultat de la recherche des germes révivifiables à 22°C et à 37°C.	<b>61</b>
<b>41</b>	Photo présent le résultat de la recherche des coliformes totaux.	<b>62</b>
<b>42</b>	Variation spatio-temporelle des coliformes totaux dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.	<b>62</b>
<b>43</b>	Photo présent le résultat de la recherche des coliformes fécaux	<b>63</b>
<b>44</b>	Variation spatio-temporelle des coliormes fécaux dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>63</b>
<b>45</b>	Photo présent le résultat de la recherche des streptocoques fécaux.	<b>64</b>
<b>46</b>	Variation spatio-temporelle des streptocoques fécaux dans les eaux du barrage de Hammam Debagh	<b>64</b>
<b>47</b>	Photos présentant le résultat de la recherche des ASR.	<b>65</b>
<b>48</b>	Photos présentant le résultat de la recherche des Staphylocoques pathogènes ( <i>S. aureus</i> ).	<b>66</b>
<b>49</b>	Photos présentant le résultat de la recherche des <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	<b>66</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°</b>	<b>Titre de Tableau</b>	<b>Page N°</b>
<b>1</b>	Principales maladies d'origine hydrique et leurs agents responsables	<b>9</b>
<b>2</b>	Principales caractéristiques du barrage de Hammam Debagh.	<b>14</b>
<b>3</b>	Les dates de prélèvement de l'eau du barrage de Hammam Debagh.	<b>21</b>
<b>4</b>	Résultat de la recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs (spores/20ml).	<b>65</b>

# Introduction

## INTRODUCTION

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H<sub>2</sub>O. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0 C°, il peut devenir vapeur à 100C° qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût. **(GERARD, 1999).**

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restant constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les lacs et les étangs. A cause de leurs utilisations multiples, ces eaux continentales sont d'une très grande importance pour les activités humaines : pour les activités domestiques comme la consommation et les loisirs, pour les activités agricoles et halieutiques et pour les activités industrielles **(GLEICK, 1993).**

Cette eau est une épée à double tranche, elle donne la vie mais elle donne la mort car la plupart des rejets issue des activités humaines sont évacués dans les proches cours d'eaux qui avec un manque de station d'épuration abouti à une pollution qui prend des dimensions de plus en plus importantes.

En Algérie, le risque de contamination des eaux de surface représente un problème environnemental majeur qui remonte très lois dans le temps, où la qualité de ces eaux est également soumise à une forte pression exercée par l'accroissement de la population et par l'activité industrielle **(REMNI, 2005).**

A cet effet, notre recherche est basée sur l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du barrage « Hammam Debagh » qui se situe dans la région de Guelma et ceci dans le but d'apprécier l'évolution de sa qualité, et si cet écosystème capable utilisé comme une eau de distribution.

Afin de réaliser cette étude et atteindre nos objectifs nous sommes intéressés à :

- Déterminer certains paramètres physico-chimiques à savoir : la température, pH, sulfate, nitrate, etc....
- Rechercher et dénombrer des germes indicateurs de contamination fécale qui regroupent : les coliformes totaux, les coliformes, les streptocoques fécaux et les anaérobies Sulfito-Réducteurs.

## INTRODUCTION

➤ Rechercher des bactéries pathogènes telles que les staphylocoques et les *Pseudomonas* pathogènes.

Généralement notre démarche se déroule en quatre chapitres :

- ✓ Le premier et le second purement théoriques, rassemblement d'une part des généralités sur l'eau et d'autre part une description de notre site d'étude.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré aux méthodes et aux techniques (bactériologique et physicochimique) employées pour la réalisation de ce travail.
- ✓ Le dernier chapitre, illustre tous résultats obtenus au cours de notre étude sous forme de tableaux et des graphes, avec une discussion et une conclusion finale.

# **Chapitre I**

## **Généralité sur l'eau**

## 1. Cycle de l'eau

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre : c'est le cycle de l'eau.

L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement  $\frac{1}{4}$  pénètre,  $\frac{1}{4}$  ruisselle, quant au  $\frac{1}{4}$  restants, il s'évapore à son tour (VILAGINES, 2003).

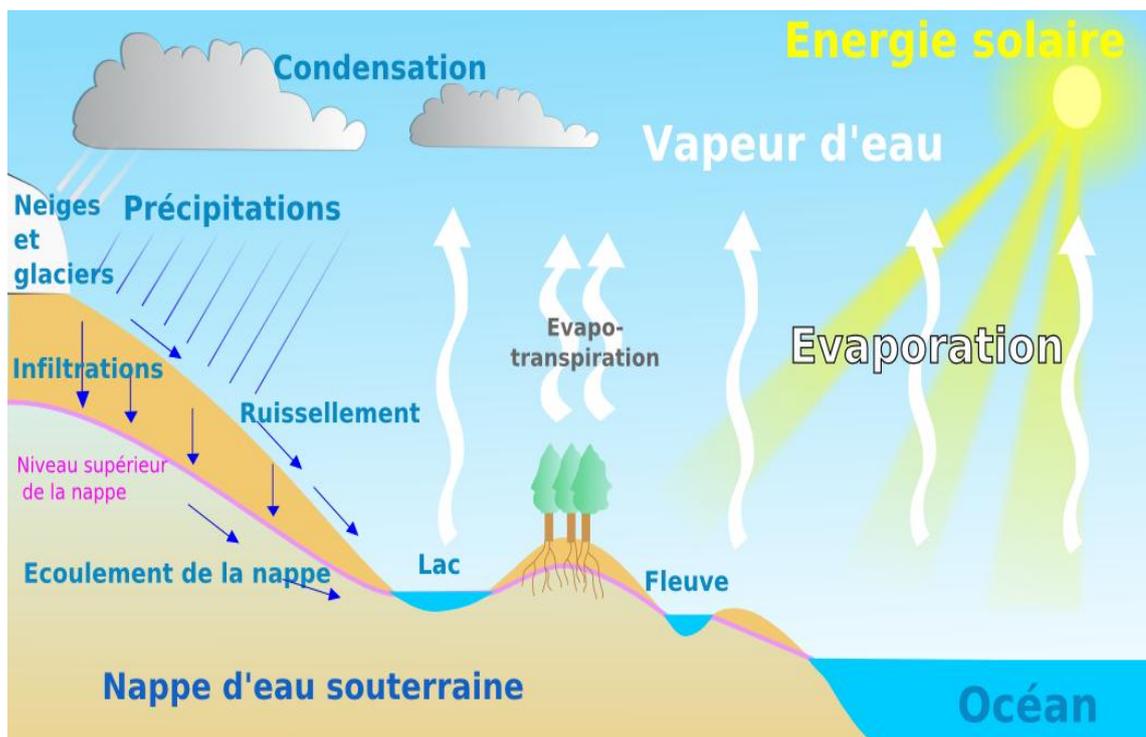


Figure 01 : Cycle de l'eau dans la nature (VILAGINES, 2003).

## 2. Sources de l'eau

### 2.1. Eaux de pluie

Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments

indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer et l'iode (COULIBALY, 2005).

## 2.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eau soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>, leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes ; il existe plusieurs types : nappes profondes, nappes phréatiques et nappes alluvionnaires (HAMED, 2012).

## 2.3. Eaux de surface

Les eaux de surface, également appelées eaux superficielles, sont constituées, par opposition aux eaux souterraines, de l'ensemble des masses d'eau courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées qui sont en contact direct avec l'atmosphère.

Par conséquent, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des mers, des lacs et des eaux de ruissellement [1].

### 2.3.1. Eaux courantes

Les eaux courantes sont les eaux qui subissent constamment un écoulement, de l'amont vers l'aval cours d'eau dévale des pentes jusqu'à terminer sa course dans les mers et océans.

### 2.3.2. Eaux stagnantes

Les eaux stagnantes apparaissent quand il y a une entrave à l'écoulement avec un obstacle naturel ou artificiel, plusieurs types stagnants se distinguent :

- Les lacs sont des étendues d'eau naturelle.
- Les plans d'eau artificiels sont dus à l'homme. Leur profondeur est beaucoup plus faible que pour un lac et peut s'élever au maximum à plusieurs dizaines de mètres.

Ces plans d'eau artificiels comprennent deux milieux :

➤ Les étangs sont des étendues plus petites que les lacs. Ils sont souvent créés dans le but de faire de l'élevage de poisson (pisciculture).

➤ Les retenues d'eau consistent à collecter de l'eau en montagne ou dans les vallées. Ces retenues ont plusieurs vocations. Elles peuvent servir à la production d'électricité (barrage hydroélectrique), à l'augmentation du débit des cours d'eau lorsqu'il devient faible (soutien d'étiage) à la rétention des crues ou des eaux pluviales, à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau potable ou encore aux loisirs.

Les marais correspondant à un affleurement d'une nappe d'eau peu profonde sur un terrain fortement végétalisé. Une forte quantité de sédiments, c'est-à-dire de dépôts laissés par l'eau, s'est accumulée au fond (**REDJIMI, 2011**).

### 3. Importance de l'eau

L'eau est essentielle à la vie: il s'agit d'une ressource vitale pour l'humanité et le reste du monde vivant. Tout le monde en a besoin, et pas uniquement pour boire. Nos rivières, lacs, eaux côtières et marines, ainsi que nos eaux souterraines, sont de précieuses ressources que nous devons protéger.

L'eau est au cœur des écosystèmes naturels et de la régulation climatique. Le cycle hydrologique est le nom donné au mouvement continu de l'eau en dessous, au-dessus et à la surface de la Terre, qui, sans début ni fin, traverse les états liquide, gazeux et solide.

Bien que la quantité d'eau sur Terre reste tout à fait constante au fil du temps, la structure de l'offre et de la demande est particulièrement vulnérable aux changements climatiques.

La pollution et la rareté de l'eau menacent la santé et la qualité de vie de l'homme. Or, des préoccupations écologiques plus larges entrent également en ligne de compte. Le libre écoulement des eaux, inaltéré par la pollution, est important pour soutenir les écosystèmes dépendant de l'eau. Une pénurie d'eau de qualité nuit aux environnements aquatiques, terrestres et à ceux des zones humides en exerçant une pression supplémentaire sur la faune et la flore, qui subissent déjà les conséquences de l'urbanisation et du changement climatique (**GHEADABIA, 2012**).

## 4. La pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement [2].

### 4.1. Pollution de l'eau

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré [2].

### 4.2. Origines de la pollution

#### 4.2.1. Pollution domestique

Elle provient des habitations, elle est en générale véhiculée par le réseau d'assainissement. Elle se caractérise par :

- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux, dont l'azote et le phosphore ;
- Des détergents ;
- Des germes fécaux. (GENIN *et al.*, 2003).

#### 4.2.2. Pollution agricole

La pollution liée à l'agriculture est causée par l'utilisation anarchique d'engrais, de pesticides et d'herbicides ou de fongicides. Les méthodes modernes exigent parfois des labourages profonds et violents, ce qui favorise l'infiltration directe des polluants (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> et Cl) vers la nappe phréatique (CHAOUI, 2013).

## 4.2.3. Pollution industrielle

Si la pollution domestique des ressources en eau est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité. Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- Matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...);
- Hydrocarbures (industrie pétrolières, transports);
- Métaux (traitements de surface, métallurgie);
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...);
- Eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques);
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) **(GERARD, 1998)**;

## 4.2.4. Pollution urbaine

En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiable, ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique, ainsi que les résidus de traitement des ordures managers. Elle est caractérisée par :

- Une teneur importante de matières minérales en suspension (sables, gravier, poussières);
- La présence de nombreux détritits solide;
- Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentielles de lessivage des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques **(BENCHABANE, 2015)**.

## 4.3. Principaux polluants

### 4.3.1. Polluants physiques

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par L'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension : Les éléments grossiers, les sables, la matière en suspension (MES).

### 4.3.2. Polluants chimiques

La pollution chimique d'une eau est plus complexe et peut avoir plusieurs source. On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les éléments chimiques organiques.

### 4.3.3. Polluants microbiologiques

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de L'eau (LOUNAS, 2008).

## 5. Maladies à transmission hydrique

Les maladies d'origine hydrique sont des infections, causées par la consommation d'eau contaminée par des matières fécales animales ou humaines qui contiennent des micro-organismes pathogène (bactéries, virus, ou protozoaires) (Tab. 01).

Ces infections se propagent rapidement dans les pays ne disposant pas de bonnes conditions d'hygiène et de système de traitement des eaux (BAZINE, 2011).

Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants: diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissements. Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels) (SARI, 2014).

## CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'EAU

**Tableau 01:** Principales maladies d'origine hydrique et leurs agents responsables  
(BAZINE, 2011).

<b>Maladies</b>	<b>Agents</b>
<b>Origine bactérienne</b>	
La typhoïde et la paratyphoïde	<i>Salmonella typhique</i> <i>Salmonella paratyphique A et B</i>
La dysenterie bacillaire	<i>Shigella sp</i>
le choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
la Gastro-entérite aiguë et la diarrhée	<i>Escherichia coli Entérotoxique</i> <i>Amylobacter</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp .</i> <i>Shigella sp.</i>
<b>Origine virale</b>	
L'hépatite A et E	Virus de l'hépatite A et E
La poliomyélite	Virus de la poliomyélite
La Gastro-entérite aiguë et Chronique	Virus de Norwalk  Rota virus Entérovirus Adénovirus
<b>Origine parasitaire</b>	
dysenterie amibienne	<i>Endameba histolytic</i>
parasite gastro-entérite	<i>Guardia labia</i> <i>Cryptosporidium</i>

### 5.1. Maladies d'origine bactérienne

#### 5.1.1. Le choléra

C'est une maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soit intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (SARI, 2014).

## 5.1.2. Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

*Salmonella typhi*, *S. paratyphi A* et *S. paratyphi B*. peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie avec fièvre élevée.

Chez l'homme la plupart des autres sérotypes de salmonella provoquent des gastroentérites aiguës avec diarrhée. (CHERIF IBRAHIMA, 2006)

## 5.1.3. La dysenterie bacillaire

L'infection est caractérisée par une diarrhée sanglante extrêmement abondante résultant de l'invasion de la muqueuse intestinale par *Shigella dysenteriae* et *S. flexneri*. (CHERIF IBRAHIMA, 2006)

## 5.2. Maladies d'origine virale

### 5.2.1. Les hépatites infectieuses

Il existe plusieurs types d'hépatites mais seules les types A et E sont à transmission hydrique et peuvent atteindre des proportions endémiques. Elles se manifestent par une infection du foie s'accompagnant de vomissements, de céphalées et de fièvres pouvant entraîner la mort par insuffisance hépatique. (CHERIF IBRAHIMA, 2006).

### 5.2.2. La poliomyélite

C'est une maladie strictement humaine considéré comme un paralysé infantile, causé par un virus appelé poliovirus qui infecte la substance grise de la moelle épinière (polio=couleur grise et myélite= moelle).Elle se transmet par voie or-fécale(voie digestive),ou par voie or-orale (la salive et la sécrétion respiratoire).

Ainsi, la maladie se caractérise par deux formes :

- **Poliomyélite non paralytique** : qui dure 10 à 14 jours avec des signes respiratoires (toux; fièvre, cas de vomissements) et digestives (douleurs abdominales, nausée, vomissement, constipation et rarement des diarrhées) cette forme se disparaisse en quelques jours.

- ***Poliomyélite paralytique*** : Où le virus détruit les nerfs qui contrôlent les muscles et donc paralysé. Pas de traitement à cette maladie mais il existe 2 types de vaccins orale et injectable (**BOURAS, 2013**).

### 5.3. Maladies parasitaires

#### 5.3.1. Les amibiases

L'amibiase (la dysenterie amibienne) est une infection parasitaire qui provoque une maladie intestinale. L'amibiase est provoquée par le parasite protozoaire *Entamoeba histolytica*. Le parasite existe sous deux formes, soit sous celle d'un kyste infectieux résistant et sous celle d'un organisme mobile actif. (**LASSOUED, 2008**).

#### 5.3.2. Les giardases

C'est une affection parasitaire due à un protozoaire flagellé *Giardia intestinalis* est le plus commun au cours des infections intestinales humaines. Les manifestations les plus fréquentes débutent 1 à 3 semaines après la contamination et marquées par une diarrhée, des vomissements et une anorexie (**LASSOUED, 2008**).

#### 5.3.3. Les helminthes

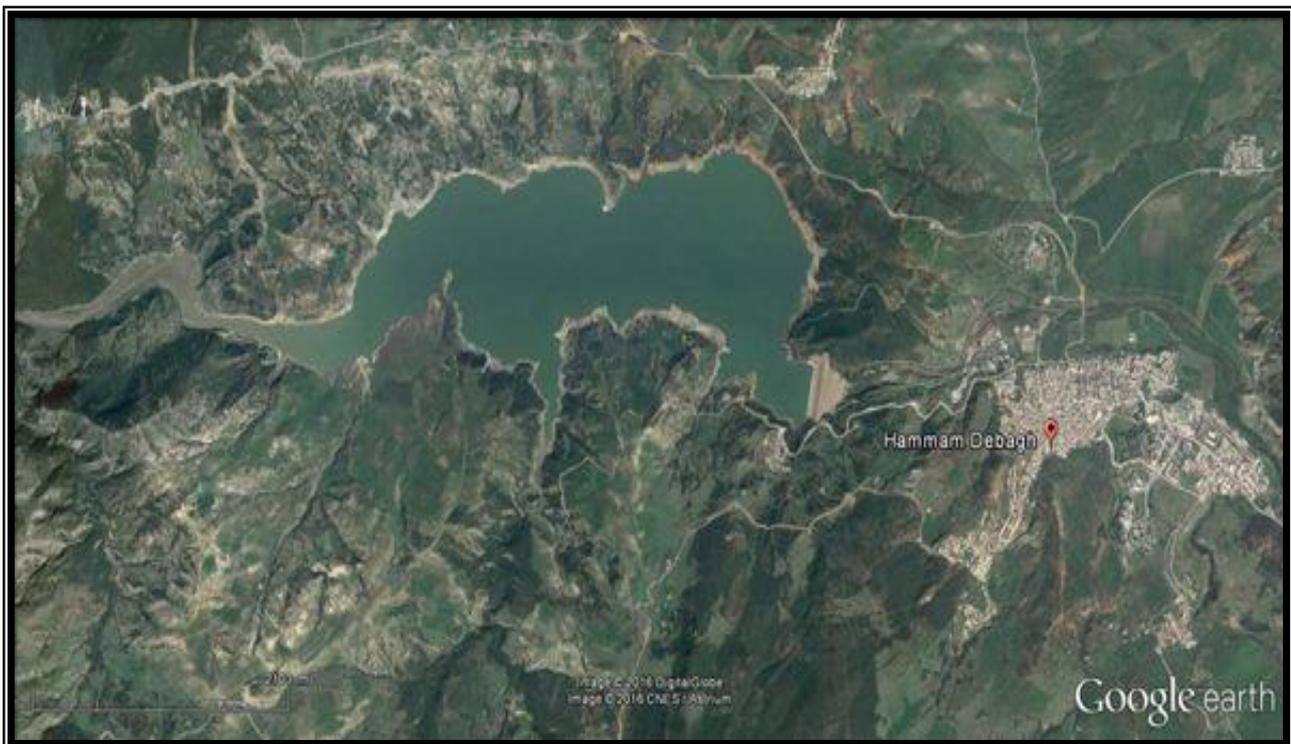
Organismes pluricellulaire de type vers. Les infections causées par ce type d'organismes constituent un problème de santé publique dans le monde entier, notamment dans les pays en voie de développement ou elles causent de nombreux décès et invalidités (**AMIRI, 2014**).

# **Chapitre II**

## **Description du site d'étude**

### 1. Situation géographique du barrage de Hammam Debagh

Le barrage de Hammam Debagh est situé dans la Wilaya de Guelma à 25 km à l'Ouest du chef-lieu, il dépend administrativement de la Daïra de Hammam Debagh et de la Commune de Bouhamdane, occupant une superficie totale de 13000 hectares. Il est alimenté principalement par Oued Bouhamdane [3].



**Figure 02:** Localisation satellite du barrage Hammam Debagh (Guelma) [6]

Le plan d'eau présente les coordonnées géographiques suivantes : une latitude :  $36^{\circ} 27' N$  et une longitude :  $7^{\circ} 14' E$  avec une élévation de : 418,31 m.



**Figure 03 :** Localisation géographique de la commune de Hammam Debagh [4].

### **1.1. Caractéristiques du barrage de Hammam Debagh**

Les principales caractéristiques du barrage de Hammam Debagh sont représentées dans le tableau suivant [3]

## CHAPITRE II : DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

**Tableau 02:** Principales caractéristiques du barrage de Hammam Debagh [3]

Début des travaux	Octobre 1980
Achèvement des travaux	Décembre 1987
Effluents	Oued Bouhamdane
Type	En terre avec noyau centrale
Capacité hydrique	200 h m <sup>3</sup> (1988) 184,347 h m <sup>3</sup> (2004)
Superficies du bassin versant	1070 km <sup>2</sup>
Apport annuel moyen	69 h m <sup>3</sup>
Profondeur maximale	93 m
Hauteur de l'eau	95m
Envasement moyen annuel	0,53 h m <sup>3</sup>
Sources d'approvisionnement en eau	Oued Bouhamdane et ses affluents
Longueur en crête	430 m
Largeur en crête	9 m
Volume de la digue	6500000 m <sup>3</sup>
Largeur à la base	516 m
Longueur de couronnement	430 m
Excavations	1.700.000 m <sup>3</sup>
Coffrages	130. 000 m <sup>2</sup>
Remblais	6.500.000 m <sup>3</sup>
Aciers	6.000 T
Béton	198.000 m <sup>3</sup>
Forages et injections	39.0

### 1.2. Aperçu géologique

La région de Hammam Debagh appartient aux nappes épitelliennes qui résultent d'une poussée vers le sud de la chaîne du Djebel Debagh du Grar et du Kef-Hahouner, où affleure un substratum formé de calcaires Crétacés. C'est sur celui-ci qu'ont été charriées les nappes dites telliennes.

Une autre nappe dite du Flysch Crétacé, recouvre indifféremment les nappes telliennes ou le crétacé « autochtone ». Elle est composée de schistes noirs et de puissants bancs de grès, localement de poudingues (CHAOUCH *et al.*, 2009).

### 1.3. Réseau hydrographique

Notre source d'approvisionnement en eaux de barrage Hammam Debagh est d'origines pluviales véhiculées principalement par Oued Bouhamdane et ses affluents, qui représentant un affluent principal de l'oued Seybouse. (CHAOUCH *et al.*, 2009).

### 1.4. Climatologie

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude de la typologie et le fonctionnement d'un milieu naturel, il nous permet de déterminer les composants et les caractéristiques de ce dernier. Les caractéristiques climatiques sont prises en considération afin de mieux prendre connaissance des conditions naturelles de la région d'étude (FUSTEC ET LEFEUVRE, 2000).

Le climat de la zone d'étude est du type subtropical, soumis aux influences des climats continentaux semi-arides à tendance saharienne, méditerranéens et aux descentes polaires (KHERCHICHE, 2013).

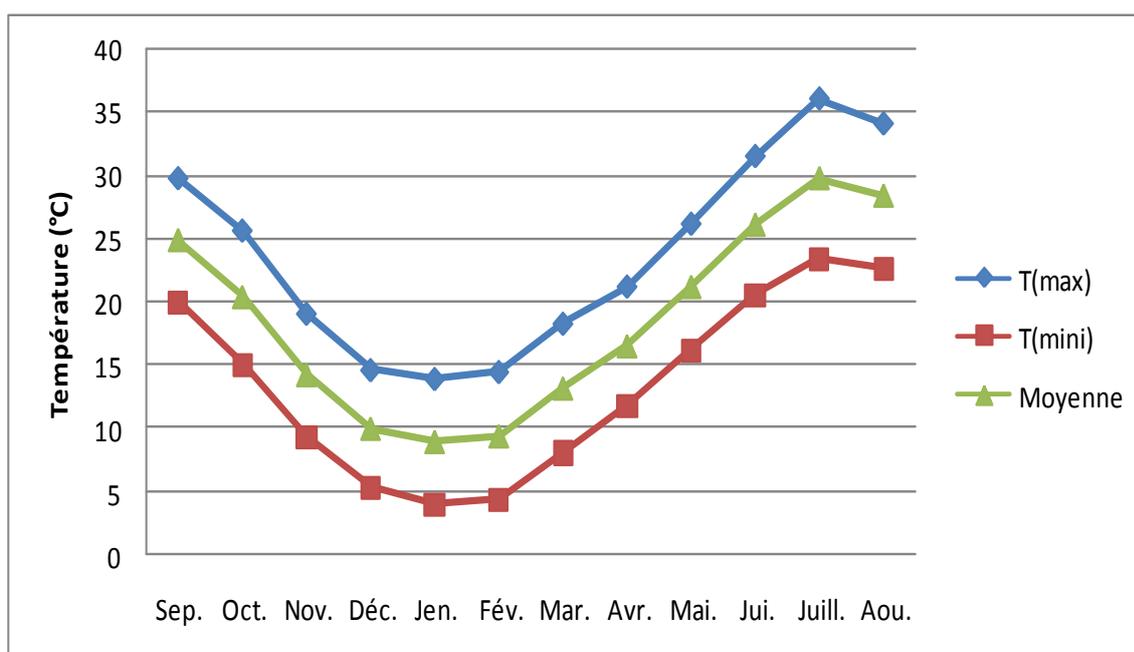
#### 1.4.1. Température

La température est un facteur climatique très important qui réagit directement, en interaction avec les autres facteurs météorologique (précipitation, humidité etc.), et biogéographique sur le développement de la végétation et le phénomène de l'évapotranspiration (AMIRI, 2014).

## CHAPITRE II : DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

Les données statistiques dont nous avons fait état sont consignées dans le tableau 1 (**Annexe I**) donnent pour chaque mois de l'année les températures suivantes :  $T_m$  (moyenne de tous les maxima du mois),  $T_0$  (moyenne de tous les minima du mois),  $M$  (moyennes annuelles des températures). Et donnent les valeurs pour le mois le plus chaud et le mois le plus froid. Les résultats d'observations faites pendant 25 ans (1990-2015).

La figure 04 nous donne l'évolution de la température en 1990 à 2015 selon les différents mois de l'année. On note que la température moyenne mensuelle la plus élevée est celle du mois le plus chaud (juillet :  $36,06^{\circ}\text{C}$ ) et alors que la température la plus basse est celle du mois le plus froid (janvier :  $3,98^{\circ}\text{C}$ ).



**Figure 04:** Courbe d'évolution des températures de la région d'étude (Années 1990-2015).[ANB]

### 1.4.2. Précipitation

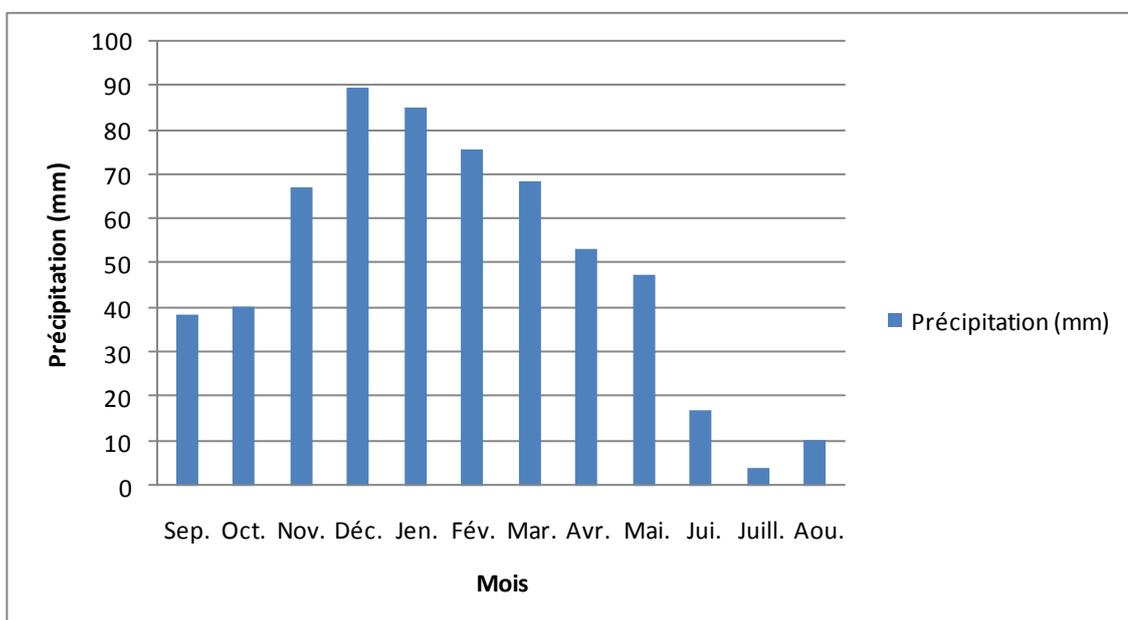
Le terme de précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige, la grêle, etc. Ces divers types de précipitations représentent l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur une surface horizontale s'il n'y avait ni écoulement, ni évaporation (**BOURAS, 2013**).

Les variations des précipitations mensuelles sont illustrées sur le tableau 02 (**Annexe I**)

## CHAPITRE II : DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

D'après ces données, Une hausse précipitation est marquée du mois de Décembre 89.74 mm jusqu'au mois d'avril. On observe aussi une évolution similaire mais plus modérée allant du mois de septembre jusqu'au mois de novembre.

Une baisse précipitation depuis le mois de mai jusqu'au mois de juillet et une petite reprise dans le mois d'août (**Fig. 05**).

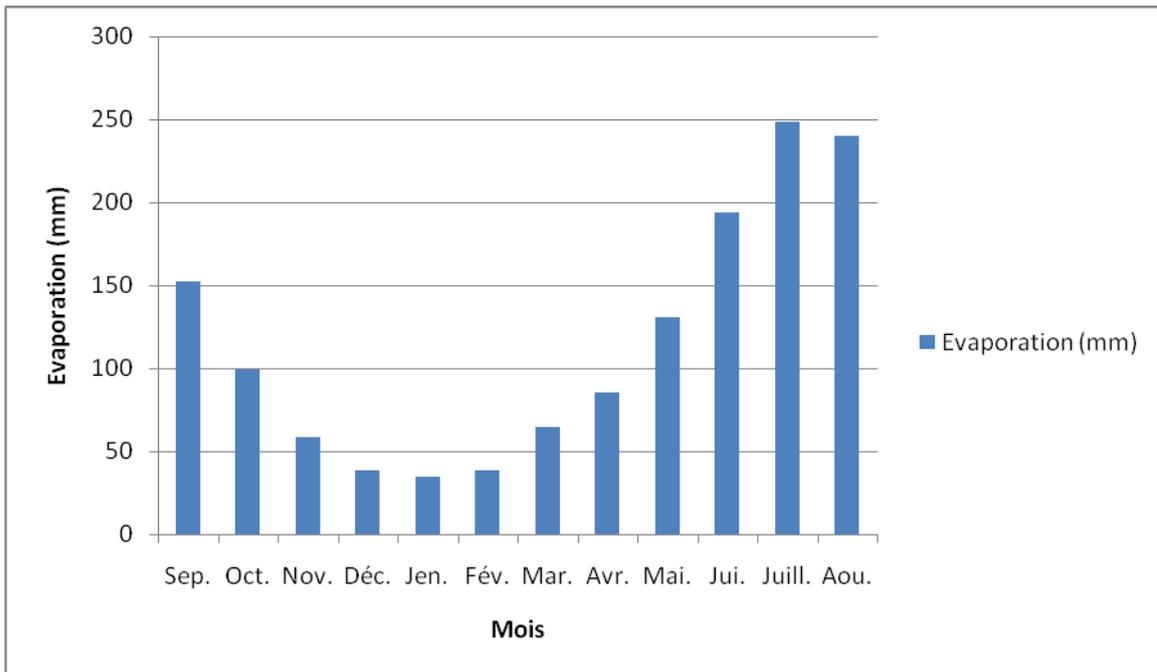


**Figure 05** : Variations des précipitations mensuelles (1990-2015).[ANB]

### 1.4.3. Évaporation

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cet air. (**Lemkeddem, 2014**)

Ce graphe nous montre que, dans le mois de Janvier, nous avons moins d'évaporation 34.98 mm. Et le maximum dans le mois de Juillet, 248.34mm.



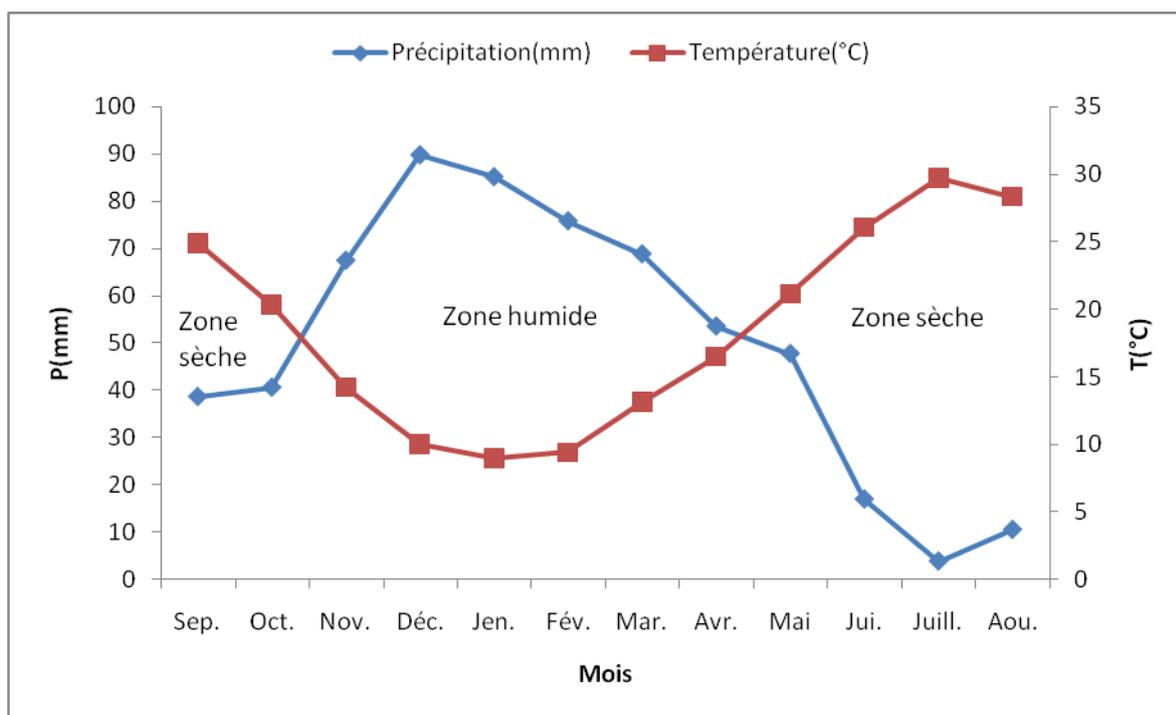
**Figure 6:** Variations d'évaporations mensuelles (1990-2015).[ANB]

### 1.4.4. Synthèse climatique

#### 1.4.4.1. Diagramme Pluviothermique de Gausсен et Bagnouls

Le diagramme Pluviothermique pour la période (1990-2015) (**Annexe I**) a été établi sur un graphique, où on porte :

- En abscisses : les mois de l'année;
- En ordonnées : à gauche, les précipitations mensuelles  $P$  (en millimètres) et à droite, les températures moyennes  $T$  (en °C) à une échelle double de celle des précipitations ( $P=2T$ ). On trace la courbe thermique (courbe joignant les points des températures mensuelles) et la courbe ombrique (courbe joignant les points des précipitations mensuelles). Quand la courbe ombrique passe sous la courbe thermique, on a  $P < 2T$  (**EMBERGER et al., 1963**) (**Fig.7**).



**Figure 07:** Diagramme pluviothermique de la région d'étude (1990-2015).[ANB]

On peut distinguer deux saisons :

- Une saison humide s'étend depuis le mois de novembre jusqu'à le début de mai;
- Une saison sèche et chaude, s'étend du mois de juin à la moitié de mois septembre;

### 1.5. Valeurs hydrologiques

Le barrage de Hammam Debagh joue un rôle important dans :

- L'irrigation des deux périmètres Guelma- Bouchegouf d'une part et Dréan-Besbès dans la wilaya d'El Taref d'autre part;
- Alimentation en eau potable de la ville de Guelma et des centres avoisinants;
- Introduction des cultures en intensifs et à haut rendement;
- Maîtrise de la qualité d'eau et équilibre écologique;
- Utilisation rationnelle des ressources hydriques pour une meilleure exploitation des terres agricoles (LASSOUED, 2008).

### 1.6. Cadre biotique

Le barrage de Hammam Debagh forme un microclimat avec une faune et une flore assez abondante. Selon l'administration des forêts et la direction de l'environnement il existe une grande variété d'espèces végétales et animales.

#### 1.6.1. La faune

On note la présence d'une pléthore d'oiseaux : la cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), le canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la poule d'eau (*Gallinula chloropus*), l'Héron garbe-bœufs (*Bubulcus ibis*), l'épervier (*Accipiter nisus*), le pigeon (*Columba oenas*), le corbeau (*Corvus corax*), la perdrix (*Alectoris barbara*) et enfin le merle-de-rocher (*Monticola saxatilis*).

On rencontre également la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpe à grande bouche (*Aristichthys nobilis*), la carpe commune (*Cyprinus carpio*), la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), sandre (*Stizostedion lucioperca*), le barbeau (*Barbus*), l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*), l'Ablette (*Alburnus alburnus*), les crabes (*Carcinus maenas*), les tortues aquatiques (*Emydura subglobosa*). Les reptiles tel que la couleuvre (*Natrix tessellata*), la vipère (*Vipera ursini*), le lézard (*Lacerta lepida*).

#### 1.6.2. La flore

On rencontre le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) le Pin maritime (*Pinus maritima*), l'eucalyptus (*Eucalyptus australis*), l'Oléastre (*Oleaaria borescens*), le Chêne liège (*Quercus suber*) le Chêne zen (*Quercus faginea*), le Frêne oxyphylle (*Fraxinus oxyphylla*). Et enfin le peuplier blanc (*Populus nigra*). (AIDAOU, 2013).

# **Chapitre III**

## **Matériel et méthodes**

## 1. Choix des points de prélèvement

Les sites où seront prélevés les échantillons pour refléter la qualité de l'eau de la région où on les a prélevé, d'où on doit éviter de prélever dans des zones proches du bord. Dans ces zones on peut rencontrer des concentrations considérables de sable et de sédiments. Pour cette raison, les lieux de prélèvement d'échantillons sont généralement choisis aux endroits où la profondeur de l'eau se situe entre 1 et 1,5 m. (ABERKANE, 2011)

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du barrage de Hammam Debagh nous avons choisi deux points de prélèvement S1 et S2 une fois / mois entre février et avril 2016 selon le tableau 3:

**Tableau 03:** Les Dates de prélèvement de l'eau du barrage de Hammam Debagh.

Point de prélèvement	Nature de prélèvement	Date de prélèvement		Heure de prélèvement
Site1	Eau de barrage Hammam debagh	P1	29-02-2016	09 h40
		P2	20-03-2016	08h55
		P3	18-04-2016	09h50
Site2		P1	29- 02 -2016	10h05
		P2	20-03-2016	09h14
		P3	18-04-2016	10h10



**Figure 08 :** Localisation des stations de prélèvement



**Figure 09:** Photos du site 1 durant la période d'étude  
(Photos prise par BOUCHERIT, 2016)



**Figure 10:** Photos du site 2 durant la période d'étude  
(Photos prise par BOUCHERIT, 2016)

### 2. Échantillonnage

Un examen microbiologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (RODIER *et al.*, 2005).

#### 2.1. Matériel d'échantillonnage

Les échantillons d'eaux doivent être prélevés dans des flacons en verres borosilicaté stérilisés à l'autoclave (15 minutes à 120 °c) ou dans des flacons en matière plastique à usage unique.

Pour les paramètres physicochimiques, les échantillons doivent être prélevés dans des récipients propres, et en plastique (REGGAM, 2010).

#### 2.2. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables. (RODIER *et al.*, 1996). Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (LIGHTFOOT, 2002).

#### 2.3. Méthode de prélèvement

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à visse métallique.

Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau à analyser. Pour une eau de surface (eau superficielle), les flacons stériles sont prolongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels. Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport (RODIER, 1996).

### 2.4. Transport et conservation des échantillons

Les échantillons soigneusement étiquetés sont placés dans une glacière à 4°C et transportés ensuite au laboratoire.

Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C.

Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de huit (8) heures, après le recueil de l'échantillon (**RODIER et al., 1996**).

### 3. Analyses physico-chimiques

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon deux modes différents:

- Suivant leur nature chimique : organique ou minérale;
- Suivant leur état physique : matières dissoutes, colloïdes ou en suspension;

Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part une substance peut se trouver soit à l'état dissous, soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part l'eau est le siège de phénomènes de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales (**MERZOUG, 2009**).

#### 3.1. Les mesures *in situ*

Les mesures *in situ* sont des analyses réalisées sur place en plongeant directement le matériel dans l'eau.

Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place. La température, Le pH, La salinité, La conductivité électrique, Le taux des sels dissouts, et l'oxygène dissout ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi paramètres (**Fig. 10**)



**Figure 11** : Multi-paramètre (WTW Multi 1970i)

### 3.1.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important pour ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques. La température des eaux de surfaces varie selon plusieurs facteurs, saisonniers et autres. Elle est mesurée par un thermomètre. (KHERCHICHE, 2013).

### 3.1.2. pH

Le pH exprime l'acidité ou l'alcalinité suivant qu'il se trouve dans la bande de 0 à 7 ou de 7 à 14, le 7 constitue la neutralité du milieu. Le pH est indissociable de la température de l'oxygène dissous, de la minéralisation totale [5].

Le pH est mesuré à l'aide d'un multi paramètre, la mesure est réalisée selon les étapes suivantes :

- Plonger la sonde du pH mètre dans l'eau;
- Attendre quelques secondes la stabilisation de l'affichage sur l'écran, puis lire le résultat de la mesure. (AMRI, 2008)

### 3.1.3. Conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), le sodium ( $\text{Na}^+$ ), le potassium ( $\text{K}^+$ ), le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), le sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et le chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (**HAMED et al., 2012**).

### 3.1.4. Taux des sels dissous (TDS)

La quantité des sels minéraux dissous influence la conductivité, la mesure qui permet de déterminer la quantité totale des sels minéraux dissous dans l'eau qui est appelée le TDS. Une eau, dont la minéralisation est inférieure à 600 mg/l, est généralement considérée comme bonne. La mesure de la TDS se fait dans le laboratoire à l'aide d'un multi-paramètre ou un TDS-mètre en mettant une quantité de l'eau à analyser dans une cuve stérile et introduire cette eau dans l'une des appareils (**RODIER, 1996**).

### 3.1.5. Salinité

La salinité est un facteur écologique majeur, une salinisation du milieu entraîne une modification importante de la biocénose, sans qu'il s'agisse forcément d'un appauvrissement, donc d'une pollution.

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. En fin, certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique) (**ABERKANE, 2011**).

## 3.2. Les mesures effectuées au laboratoire

### 3.2.1. Méthodes spectrométriques

#### 3.2.1.1. Turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide et elle est due à des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être

extrêmement variable : érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières. Les eaux convenablement filtrées et désinfectées ont des turbidités inférieures à 0,5 NTU (**RODIER, 2005**).

### 3.2.1.2. Phosphate

Les phosphates sont des composés essentiels à la vie, mais leur excès dans l'eau peut causer ce qu'on appelle l'eutrophisation du milieu, c'est-à-dire la modification et la dégradation d'un milieu aquatique. Les phosphates proviennent principalement de l'activité agricole, les eaux usées domestiques et de l'activité industrielle. (**MORABBI, 2013**).

### 3.2.1.3. Fer

Les eaux de surfaces peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distribution, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'aménés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air (**Hamed et al., 2012**).

### 3.2.1.4. Sulfate

Les sulfates sont présents dans l'eau en quantités variables. Ils peuvent provenir de :

- La solubilité des formations gypseuses dans le haut bassin versant ou du lessivage des niveaux argileux et marneux de la nappe;
- Rejets d'eaux usées et industrielles contenant de l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ );
- L'utilisation d'engrais chimiques. (**BOUCENNA, 2009**).

### 3.2.1.5. Ammonium

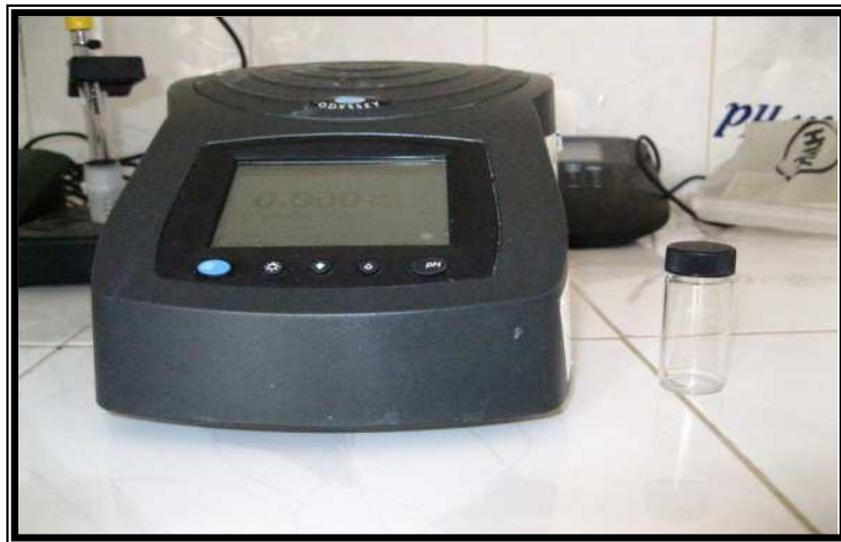
L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. (**Rodier et al., 2005**).

### 3.2.1.6. Nitrate

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle (MORABBI, 2013).

### 3.2.1. 7. Nitrite

Ce sont des composés intermédiaires entre l'ammoniaque et les nitrates qui résultent de la réduction des nitrates par action bactérienne. Leur présence peut indiquer une pollution organique (faible taux d'oxygénation) mais ils peuvent aussi exister dans des eaux bien oxygénées (BENMESSAOUD, 2007).



**Figure 12:** Spectrophotomètre ODYSSEY  
(Photos prise par HAKIMI, 2016)

### 3.2.2. Méthodes volumétriques

#### 3.2.2.1. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension rencontrées dans les eaux (essentiellement superficielles) sont très diverses; elles correspondent à toutes la matière minérale ou organique insoluble dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes aquatiques de l'eau. La quantité de matières en suspension varie notamment selon les saisons et le régime

d'écoulement des eaux. Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et, par suite, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspension peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...etc.). Les matières en suspensions sont exprimées en mg/l (LOUNNAS, 2008).

### 3.2.2.2. Titre alcalimétrique

On distingue deux titres alcalimétriques, le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).

Le titre alcalimétrique (TAC) d'une eau permet de connaître sa concentration en bicarbonates ( $\text{HCO}^{-3}$ ) autrement dit son alcalinité. Cependant, Quand le pH augmente, les bicarbonates se transforment en carbonates. Ce dernier dépend de l'équilibre du pH et de la pression du  $\text{CO}_2$ .

Le titre alcalimétrique a été dosé en neutralisant les ions hydroxydes et transformation des ions bicarbonates en hydrogénocarbonates par l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0,02N) en présence de phénolphtaléine (pour le TA) et de méthyle orange (pour le TAC) comme indicateur coloré (Selon la norme AFNOR T90-036) (CHAOUI, 2013).

### 3.2.2.3. Dureté totale

Elle traduit la somme des teneurs en calcium et magnésium et permet une évaluation de la qualité des eaux. Elle est mesurée par le titre hydrotimétrique et exprimé en °F (degré français). Elle peut modifier l'état des canalisations et des appareils de chauffage et empêchée la formation de la mousse lors du lavage de linges (MADI, 2010).

La dureté totale  $\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] =$  la dureté calcique  $\text{TH Ca}^+$  la dureté magnésienne  $\text{TH Mg}$

Les ions calcium et les ions magnésium sont positifs, donc dans l'eau, ils peuvent se lier à d'autres ions négatifs ; De ce fait, on peut diviser la dureté en deux catégories :

- La dureté carbonatée ou temporaire qui est éliminable par ébullition de l'eau, là, les ions calcium et magnésium sont liés aux bicarbonates  $\text{HCO}^{-3}$ .

- Dans le cas de la dureté permanente les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  sont liés généralement aux ions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ . (BACHA, 2012)

### 3.2.2.4. Calcium

Le calcium est un métal alcalino terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables.

Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc. les eaux de pluies, de citernes n'en referment que des traces [5].

### 3.2.2.5. Magnésium

Le magnésium se place au huitième rang parmi les éléments naturels les plus abondants dans la nature. Il constitue 2,5% de la croûte terrestre et forme généralement des roches comme la giobertite (magnésite), la dolomie, l'olivine, la serpentine, le talc et l'amiante. Les principales sources du magnésium contenu dans ces eaux sont les minéraux ferromagnésiens des roches ignées et les carbonates de magnésium des roches sédimentaires. Dans les régions riches en roches magnésiques, l'eau peut contenir des concentrations de 10 à 50 mg/l de cet élément. (MEKAOUSSI, 2014).

### 3.2.2.6. Matières organiques

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration.

Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (Hamed et al., 2012).

### 3.2.2.7. Chlorures

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une 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 caractéristique du chromate d'argent (SARI, 2014).

### 3.2.2.8. Bicarbonates ( $\text{HCO}^{-3}$ )

Les bicarbonates sont le résultat de l'équilibre physicochimique entre la roche, l'eau et le gaz carbonique, selon l'équation générale suivante :



La concentration des bicarbonates dans l'eau est fonction des paramètres suivants :

- Température de l'eau.
- Tension du  $\text{CO}_2$  dissous.
- Concentration de l'eau en sels et nature lithologique des terrains traversés. (BOUCENNA, 2009).

### 3.2.2.9. Résidu sec

C'est la mesure de la quantité de matières minérales dissoute dans l'eau. Il donne une indication du degré de minéralisation de l'eau. Le résidu sec est obtenu après évaporation de l'eau à  $180^\circ\text{C}$ . Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles. Suivant le domaine d'origine de l'eau, cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 3 000 mg/l. (MEKAOUSSI, 2014)

## 4. Analyses bactériologiques

### 4.1. Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables

Les germes totaux dit revivifiables sont la totalité des bactéries, levures et moisissures aéro-anaérobies, capables de former des colonies dans ou sur un milieu de culture.

- ✓ **Principe** : Dans des boîtes de Pétri vides, stérile et numérotées on met 1ml d'un échantillon non dilué et de diverses dilutions de cet échantillon. (Soit:  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ).

### CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

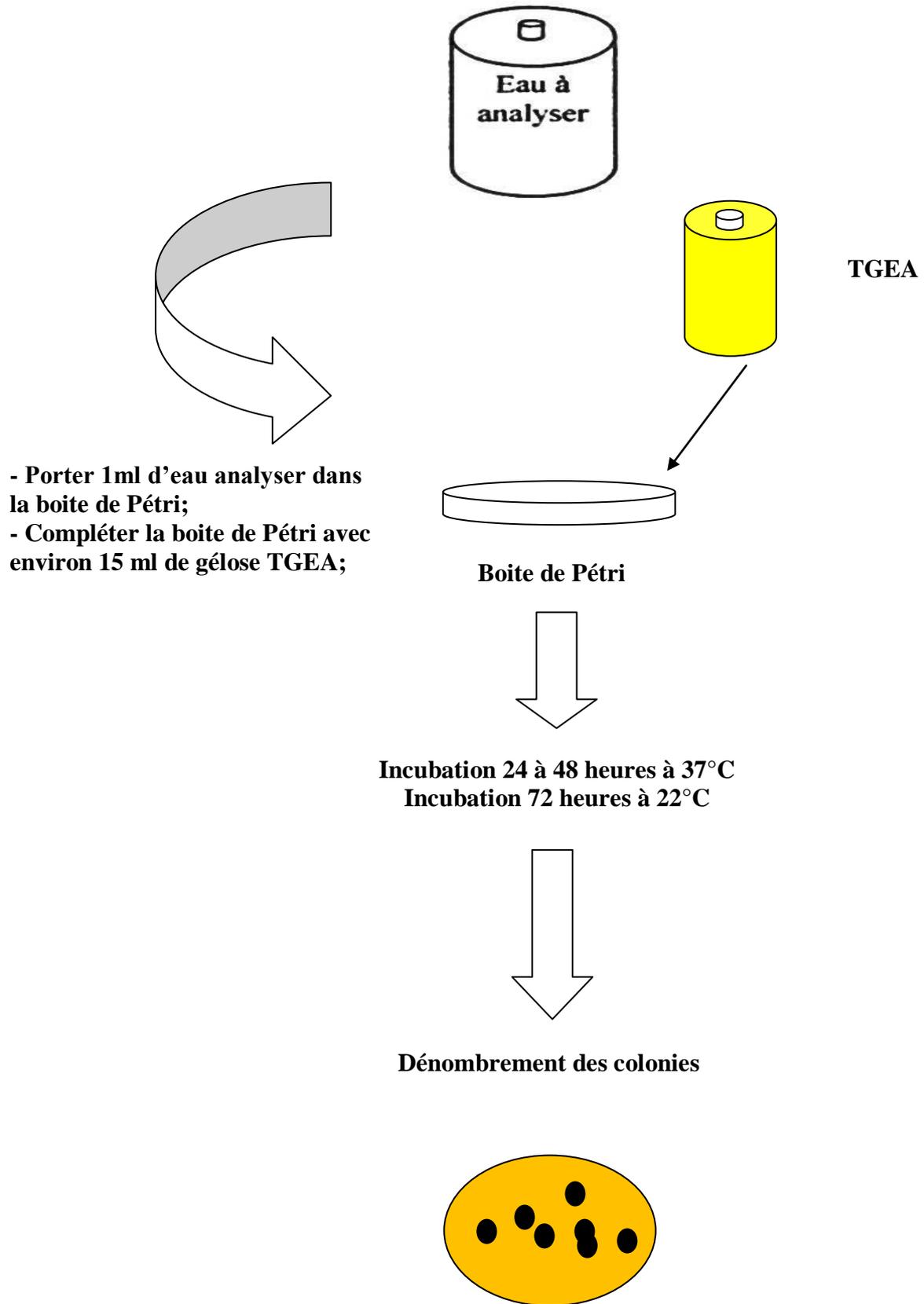
- Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45°C;
  - Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose;
  - Laisser solidifier sur paillasse environ 15 mn;
  - Effectuer cette opération en double série de boîtes, dont la 1<sup>ère</sup> sera incubée à l'obscurité couvercle en bas, dans une étuve à 22°C pendant 72 heures;
  - Et la 2<sup>ème</sup> dans une étuve à 37°C durant 48 heures;
- ✓ **Lecture et dénombrement** : Retenir pour comptage les boîtes contenant des colonies qui apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes . Retenir aussi les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.
- Calculer ensuite la valeur du nombre **N** de microorganismes revivifiables à 22°C à part et celle du nombre **N** de microorganismes revivifiables à 37°C à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \cdot d}$$

$\sum c$ : Est la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.

**d**: est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

- Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 22°C et à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10<sup>x</sup> où x est la puissance appropriée de 10.



**Figure 13 :** Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau.

### 4.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux et identification d'*E coli*

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*.

La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes fécaux détectés bien que la présence de ces derniers témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale.

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir de tryptophane présent dans le milieu à une température voisine de  $42\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . (Merzoug, 2009).

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, thermo-tolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- Le test présomptif : réservé à la recherche des coliformes dans le milieu BCPL (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol);
- Le test confirmation : réservé à la recherche des coliformes thermo-tolérants et d'*Escherichia coli* dans le milieu Schubert;
- ❖ **Test présomptif** : On a travaillé avec 3 séries:
  - flacon de BCPL D/C + cloche de Durham, ensemencé avec 10 ml d'échantillon;
  - 5 tubes de BCPL S/C + cloche de Durham, ensemencé avec 1 ml d'échantillon;
  - 5 tubes de BCPL S/C + cloche de Durham, ensemencé avec 0,1 ml d'échantillon;

## CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

Les tubes inoculés sont homogénéisés par agitation douce pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche.

La lecture se fait après 48 heures d'incubation dans une étuve à 37°C.

On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois une couleur jaune et de dégagements gazeux dans la cloche. On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et on reporte à la table du NPP (**Annexe II**) le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon d'eau. (**Labres, 2002**)

### ❖ Test de confirmation

- Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une pipette pasteur (4 à 5 gouttes) dans des tubes contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham, L'incubation se fait cette fois à 44°C pendant 24 heures;
- Les tubes ayant apparaitre un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après l'ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs, avec production de gaz, sont considérés positifs;
- On détermine le nombre des coliformes fécaux thermo-tolérants à partir de tables de NPP par UFC/100 ml;

❖ Test de présomption :

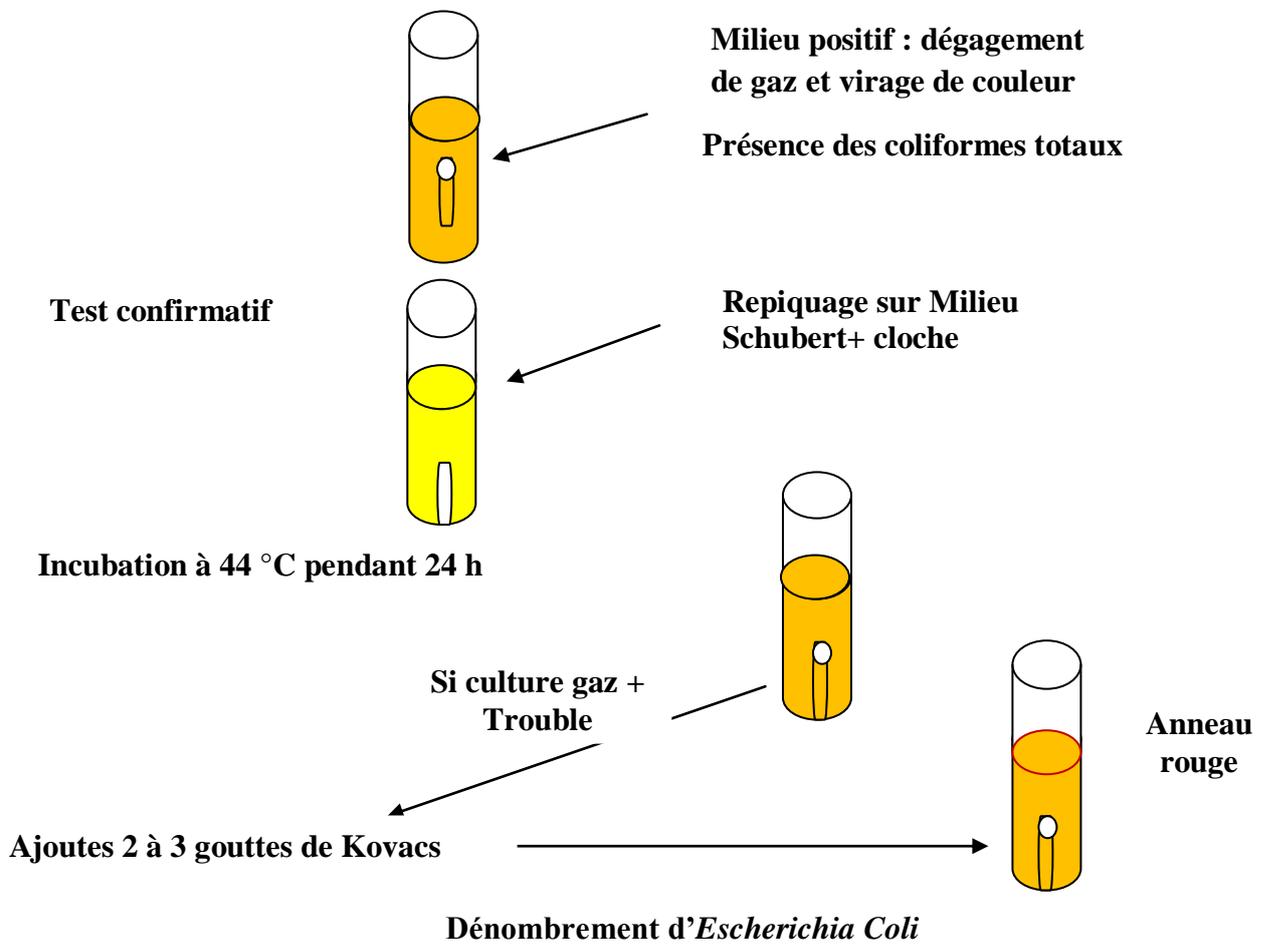
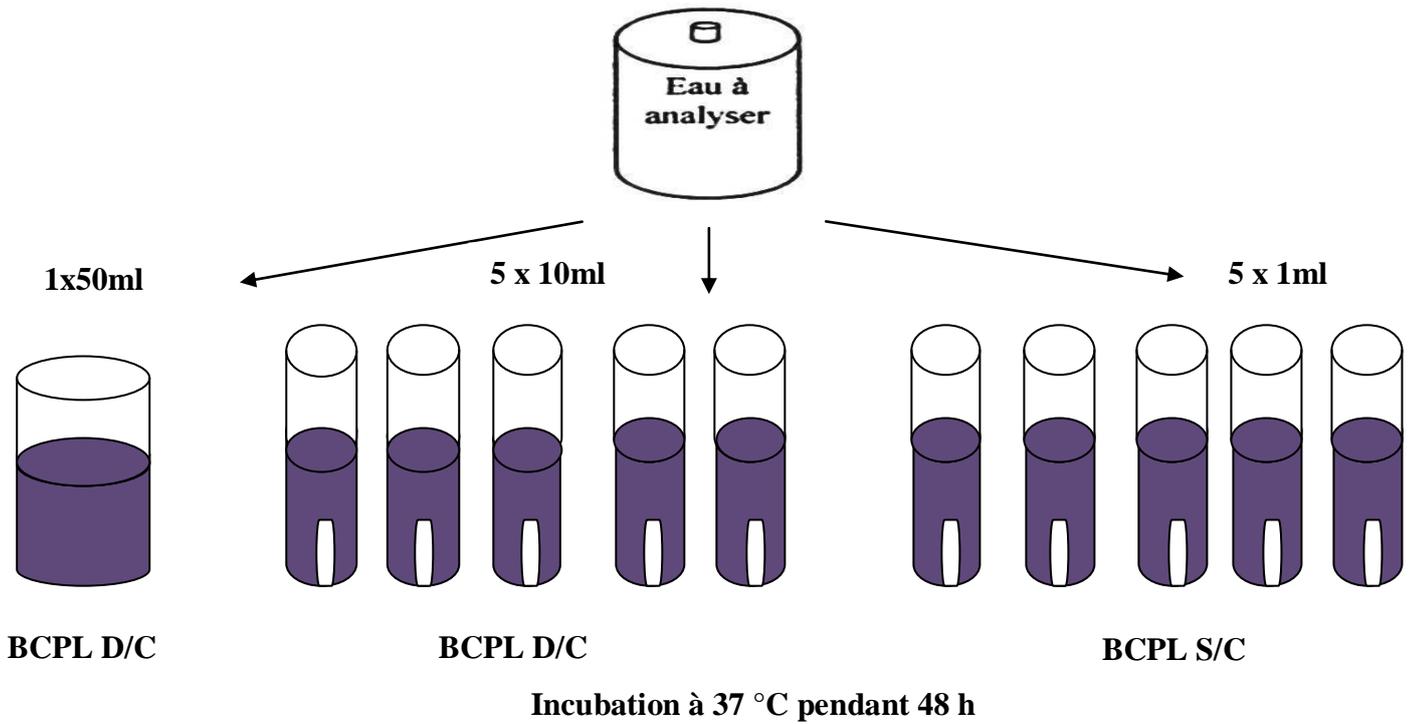


Figure 14 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

### 4.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

La recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe (D) dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait aussi en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des streptocoques;
- Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des streptocoques du groupe (D);

#### ❖ Test de présomption

L'inoculation du milieu de culture s'effectue comme le cas précédent pour le milieu BCPL. Le dénombrement est réalisé en milieu liquide sur bouillon glucosé à l'azote (Rothe).

On travaille avec une 3 série :

- 1 flacon de Roth D/C, ensemencé avec 10 ml de l'échantillon;
- 5 tubes de Roth S/C, ensemencé avec 1 ml de l'échantillon;
- 5 tubes de Roth S/C, ensemencé avec 0,1 ml de l'échantillon;

L'incubation s'effectue dans l'étuve à 37°C pendant 24 à 48 heures (**LABRES, 2002**).

Seront considérés positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces tubes doivent faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but d'être justement confirmés.

#### ❖ Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques du groupe (D) éventuellement présents dans le test de présomption.

### CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans tube contenant le milieu Eva- Litsky, bien mélangé le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait cette fois ci à 37°C, pendant 24 heures (**DELARRES, 2008**).

Seront considérés comme positifs les tubes présentant à la fois : Un trouble microbien et une pastille violette (blanchâtre) au fond de tube. La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (**LABRES, 2006**).

❖ Test de présomption

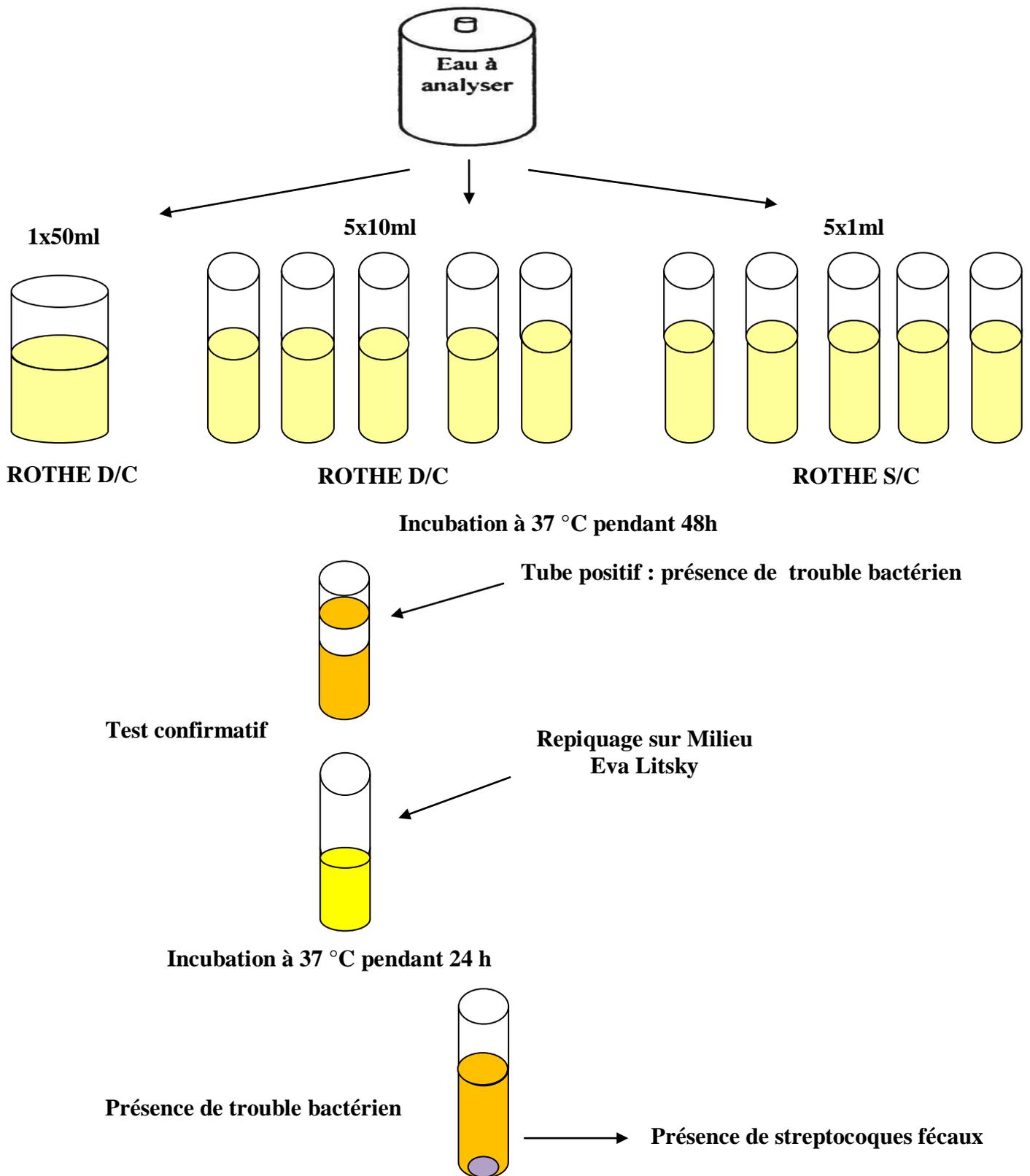


Figure 15: Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

### 4.4. Recherche et dénombrement des spores des bactéries Sulfito-réductrices et *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bacilles Gram positif (**Labres ,2002**), ils sont capables de sporuler et résistent longtemps dans l'environnement ; se développent à une température de  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  en 24 à 48 heures sur une gélose viande foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de  $\text{Fe}^{+2}$  donne  $\text{FeS}$  (sulfure de fer) de noire (**LABRES, 2002 ; PECHERE et al., 1982**).

#### ➤ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser :

✓ Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de  $80^\circ\text{C}$  pendant 15 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito- réductrices éventuellement présentes.

✓ Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.

✓ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

✓ Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande de Foie, fondue puis refroidie à  $47 \pm 1^\circ\text{C}$ , additionnée de leurs additifs spécifiques. (Alune de fer et Sulfite de sodium).

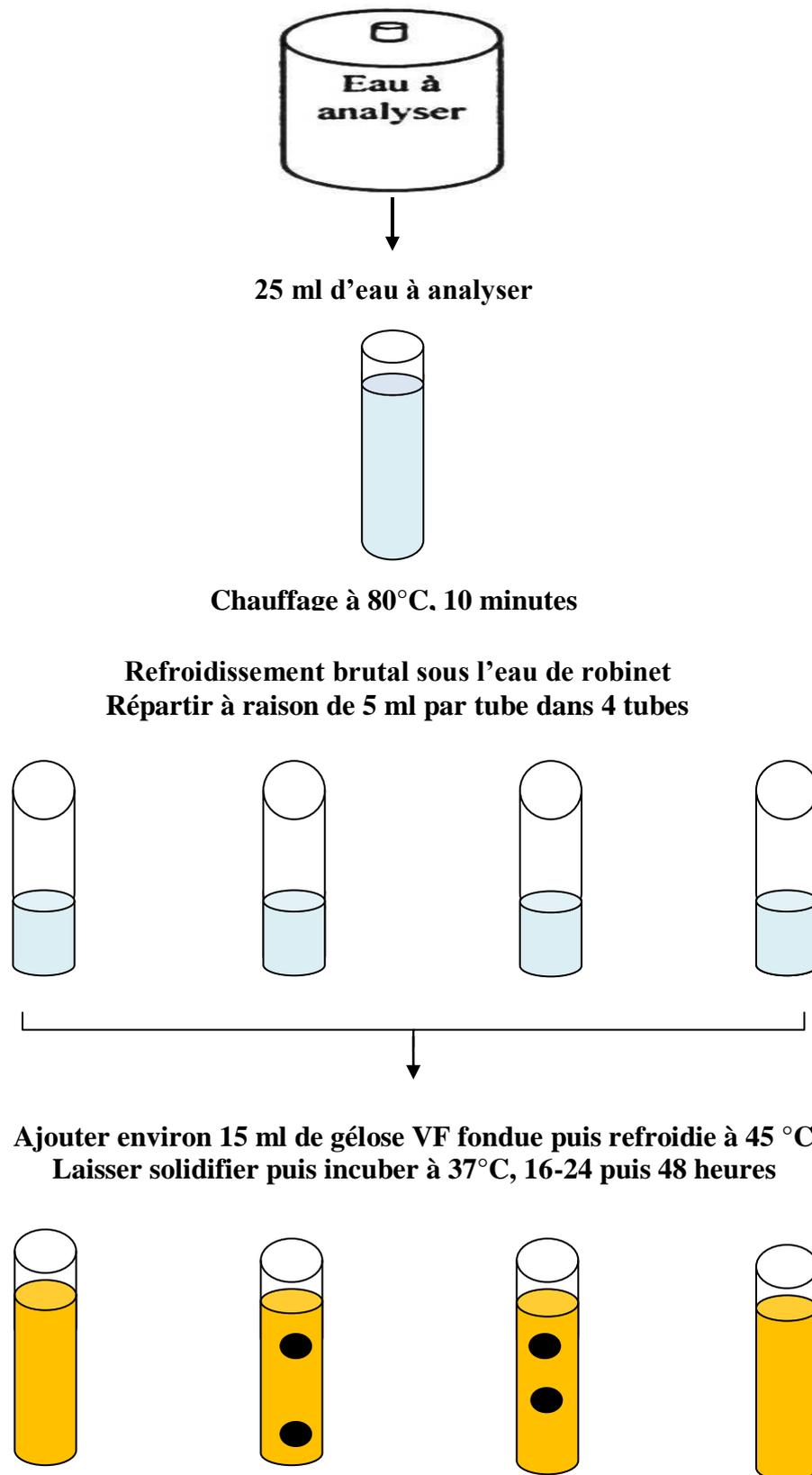
✓ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.

✓ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$ , pendant  $44 \pm 4$  heures, dans le cas de la gélose Viande Foie (**LABRES et al., 2008**).

#### ➤ Lecture

Considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. (**RODIER, 2009**).

La première lecture doit absolument être faite à 16 heures. Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser. (**LABRES, 2006**).



**Figure 16 :** Recherche et de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR).

### 4.5. Recherche des germes pathogènes

#### 4.5.1. Recherche des Staphylocoques

Les *staphylocoques* sont des cocci à Gram positif, très répandus dans la nature (air, eau, sol) et vivent souvent à l'état commensal sur la peau et les muqueuses des organismes humains et animaux. Le genre *Staphylococcus* est constitué de plusieurs espèces dont :

- ❖ *Staphylococcus aureus*;
- ❖ *Staphylococcus epidermidis*;
- ❖ *Staphylococcus saprophyticus* (DELARRAS, 2008).

#### Mode opératoire

**a. Isolement :** Le milieu Chapman permet l'isolement sélectif de *staphylococcus* sur la base d'une tolérance à une forte teneur en Na Cl, et la différenciation de l'espèce *Staphylococcus aureus* par la mise en évidence de la dégradation du mannitol et l'élaboration fréquente d'un pigment (MARCHAL, 1982).

A partir de la solution mère, on ensemence par des stries toute la surface des boîtes de pétri contenant le milieu Chapman, par la suite, les boîtes sont incubées à 37C° pendant 24 h (RODIER, 2005)

**b. Lecture :** Les colonies mannitol + sont entourées d'une auréole jaune. Le milieu Chapman permet seulement une orientation pour l'identification de l'espèce *Staphylococcus aureus* mais des testes de confirmation est obligatoire.

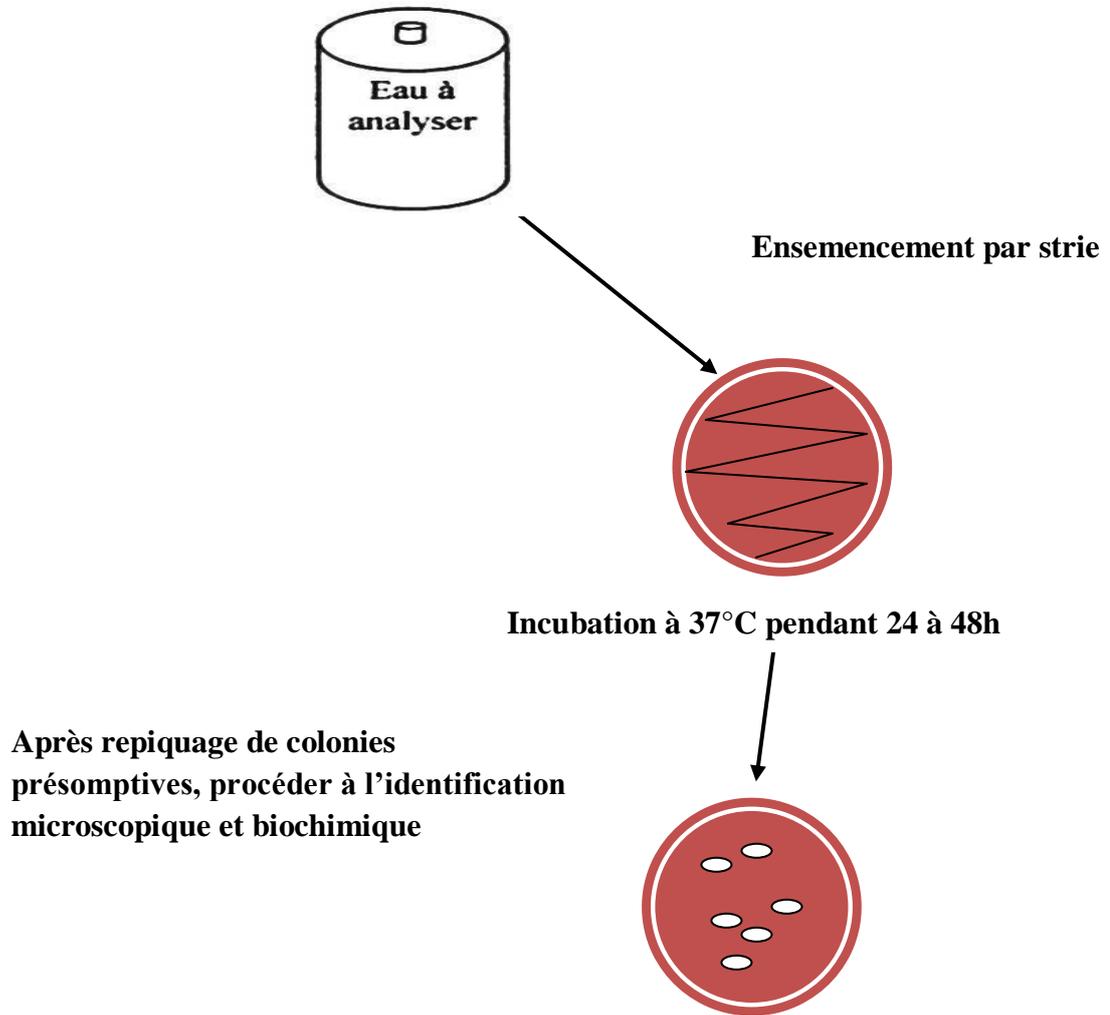
#### **c. Identification**

##### ➤ **Test catalase**

Une goutte d'eau oxygéné plus une colonie prélevée du milieu Chapman déposer sur une lame et le dégagement immédiat de bulles gazeuses ce traduit par la présence d'une catalase (MARCHAL, 1982).

### ➤ Test Staphylocoagulase

A partir des colonies suspectes (*Staphylococcus aureus*) sur milieu Chapman ensementer un bouillon cœur-cerveau et incuber à 37°C pendant 18h. Puis mélanger dans un tube stérile 0,5 ml du plasma de lapins oxalatés est incubés à 37°C pendant 24h (DELARRAS, 2008).



**Figure 17** : Recherche et identification des Staphylocoques pathogènes (*S. aureus*).

### 4.5.2. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

On entend par *Pseudomonas aeruginosa* , une bactérie qui se présente sous forme de bacille à Gram négatif possédant l'enzyme oxydase et capable de produire de l'ammoniac à partir de l'acétamide .*Pseudomonas aeruginosa* , est également une bactérie hautement pathogène et résistante aux plusieurs antibiotiques . C'est une bactérie lactose négative (BENCHABANE, 2015).

#### ❖ Isolement

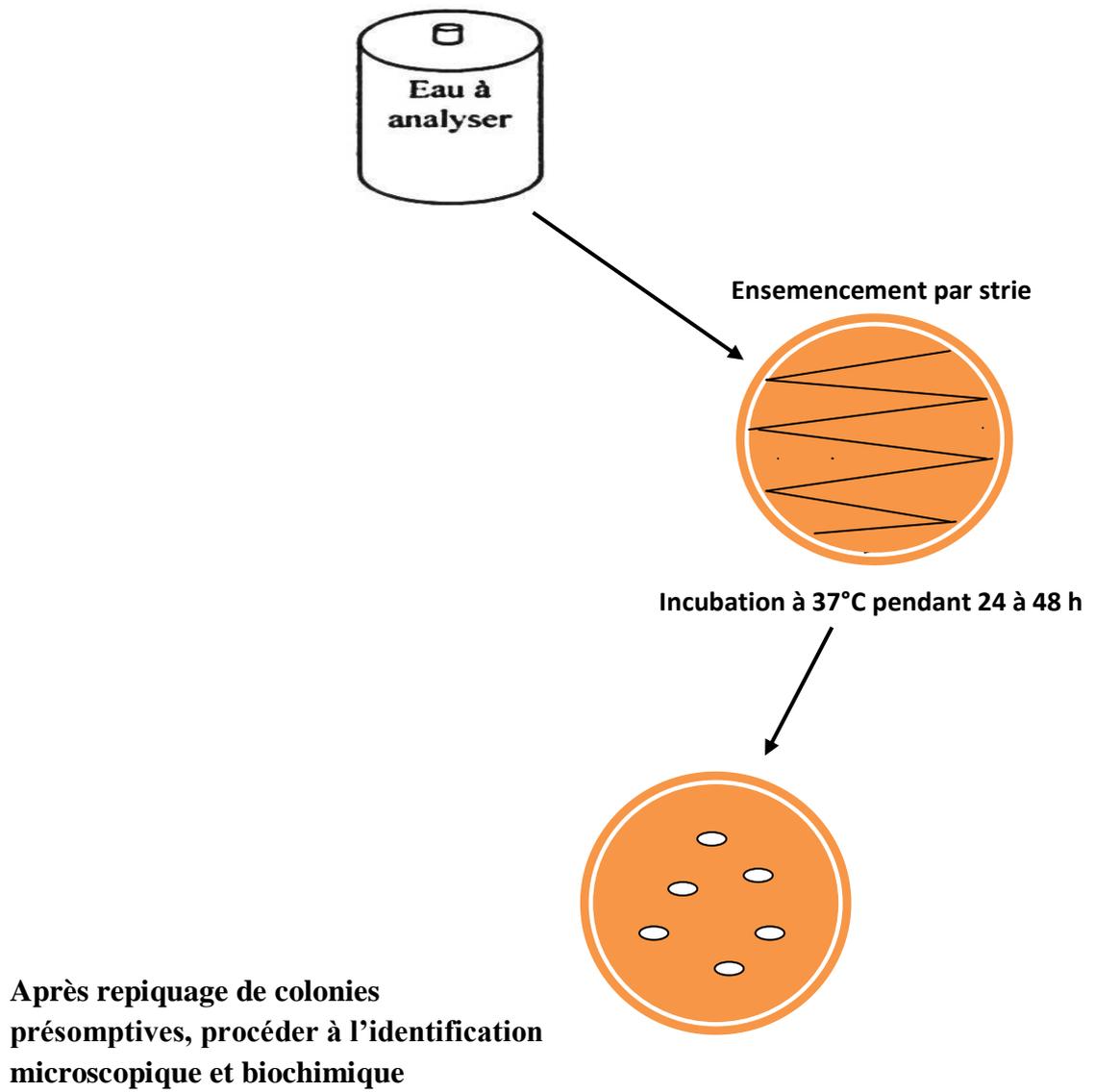
L'isolement se fait par ensemencement d'un volume d'eau à analyser sur milieu sélectif King A et King B. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures. (ROUAIGUIA, 2010).

#### ❖ Confirmation

Deux examens microscopiques sont effectués : l'examen direct entre lame et lamelle et la coloration de Gram.

➤ **Recherche de la pyocyanine** : pigment bleu caractéristique de *pseudomonas aeruginosa* responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture : sa production est favorisée sur milieu de King A.

➤ **Recherche de la pyoverdine** : présente une teinte vert fluorescent est souvent masquée par la pyocyanine , sa production est maximale sur milieu de King B (LABRES et al., 2008).



**Figure 18** : Recherche et identification des *Pseudomonas aeruginosa*.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**

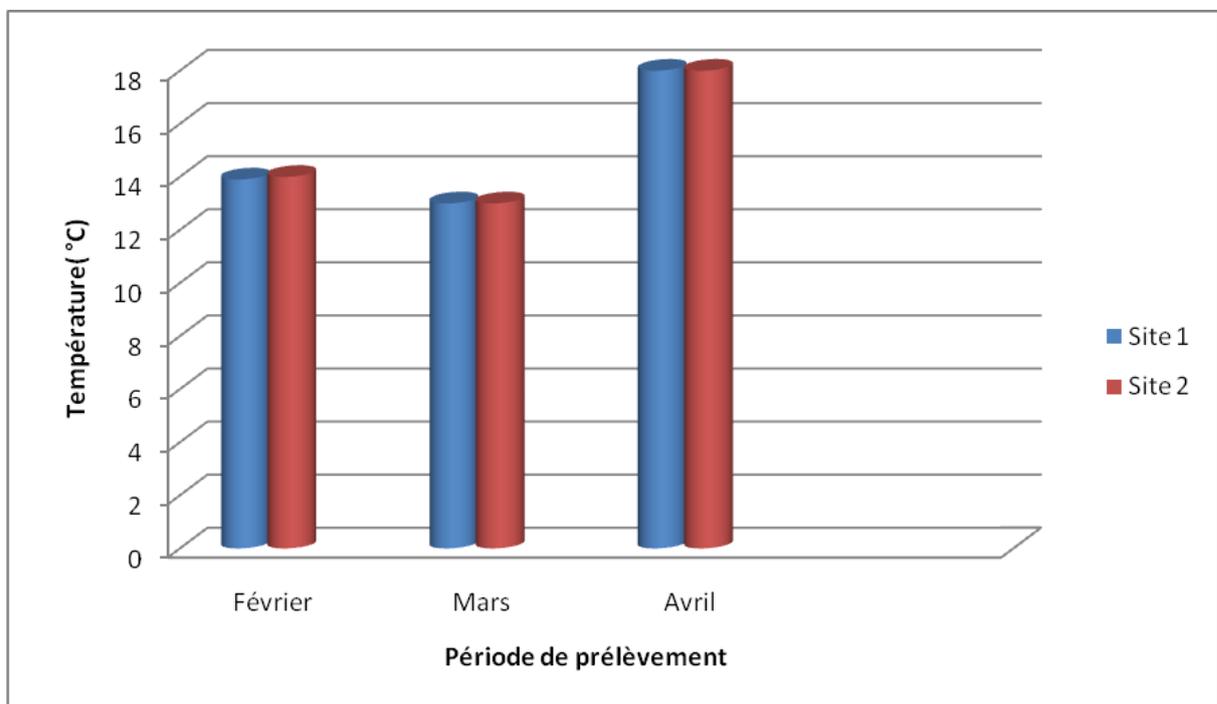
### 1. Analyses physicochimiques

#### 1.1. Température

La température est un facteur écologique très important qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (MERZOUG, 2009).

La température maximale enregistrée est 18°C° au niveau du site 1 durant le mois d'avril, cependant, le minimale est notée dans le site 2 avec une valeur de 13°C° pendant le mois de mars.

Les températures enregistrées durant la période d'étude indique que les eaux de barrage Hammam Debagh sont de bonne qualité et ceci selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielles d'après Monod (1989).



**Figure 19 :** Variation spatio-temporelle de la température dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

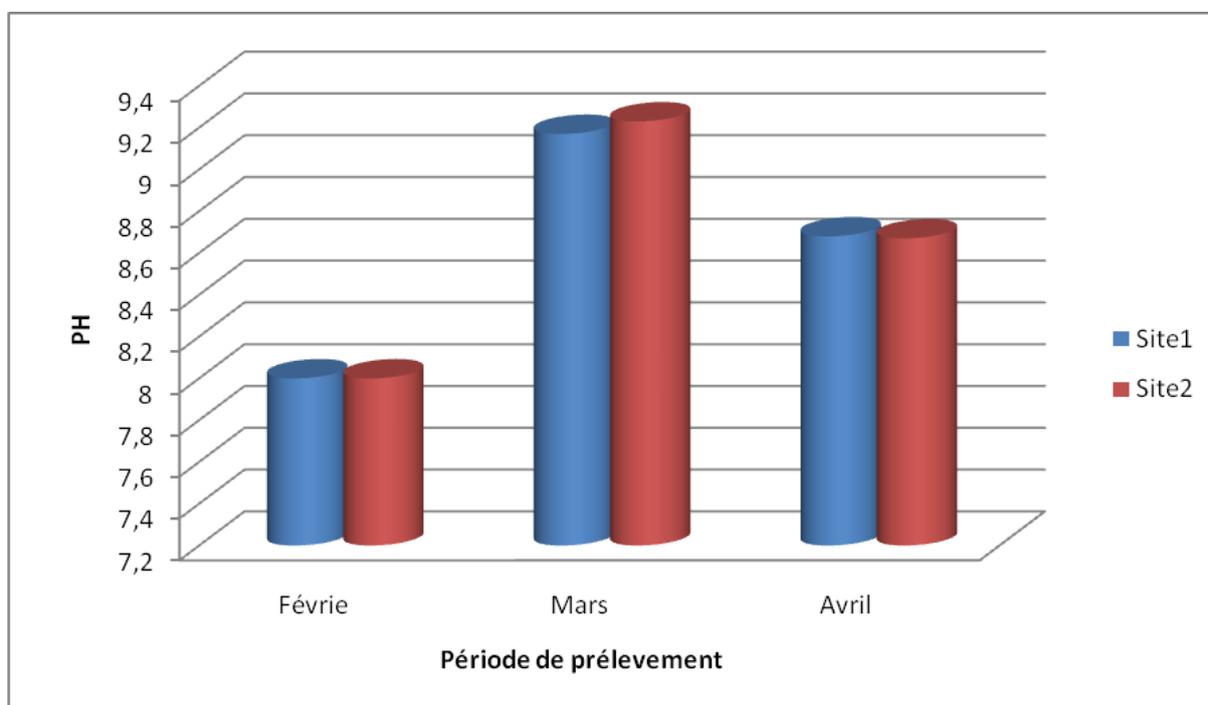
#### 1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH doit être compris entre 5 et 9 pour permettre un développement normal de la faune et de la flore.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

La valeur maximale de pH est 9,23 enregistrée au niveau de site 2 durant le mois de mars, cependant, la valeur minimale est 7,9 enregistrée durant le mois de février au niveau de site 2.

Le pH de l'eau de barrage Hammam Debagh est plus ou moins neutre, ce qui est le cas de la majorité des eaux de surface. Cette gamme de pH favorise la multiplication et la croissance des microorganismes.

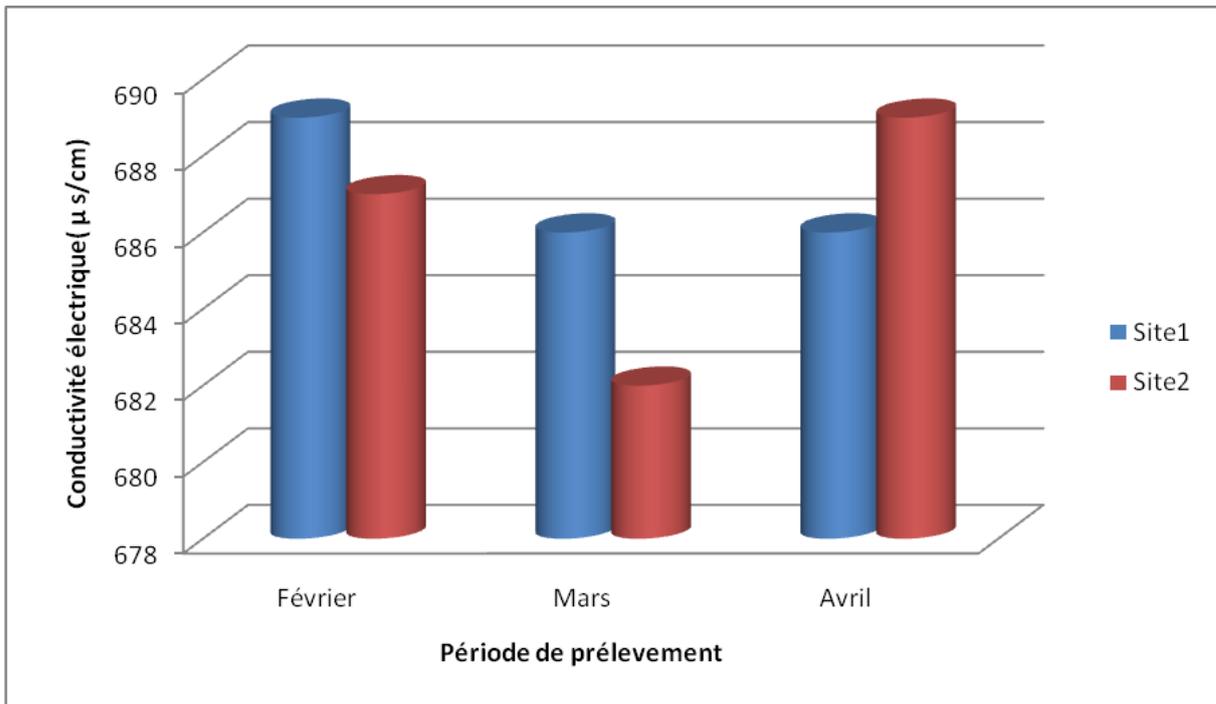


**Figure 20 :** Variation spatio-temporelle de pH dans les eaux du barrage Hammam Debagh.

### 1.3. Conductivité électrique

Elle est proportionnelle à la quantité de sels minéraux dissous dans l'eau ; donc la mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (RODIER, 2009).

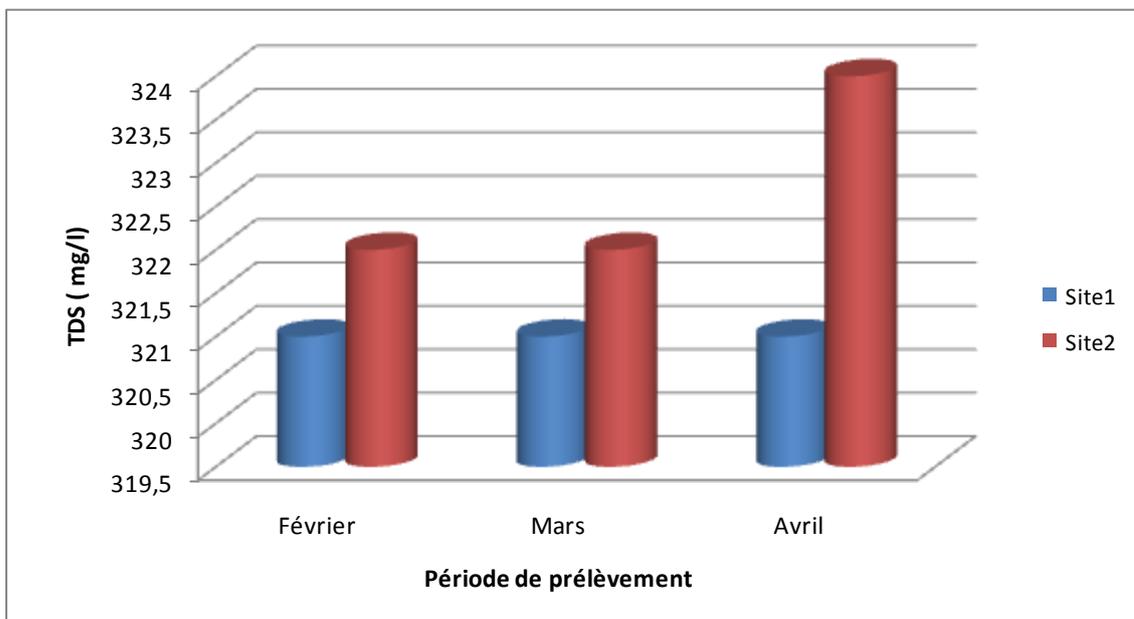
Une conductivité électrique élevée est signe de pollution du cours d'eau. On a enregistré une conductivité maximale de 689  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au mois de février dans le site 1 alors que la valeur minimale est de l'ordre de 682  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au niveau du site 2 pendant le mois de mars. Donc selon la grille de la qualité des eaux superficielles, la qualité de l'eau du barrage Hammam Debagh est bonne.



**Figure 21:** Variation spatio-temporelle de la conductivité électrique dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

#### 1.4. Taux des sels dissous (TDS)

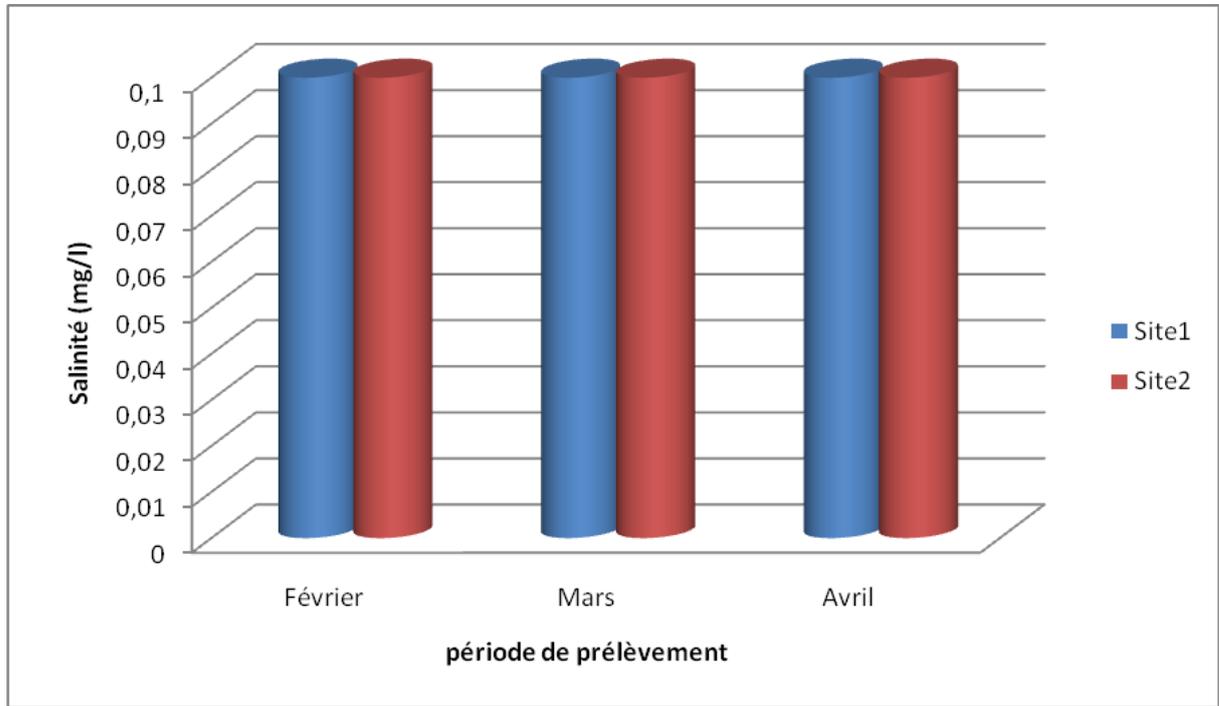
On a enregistré au niveau de site 2 pendant le mois d'avril la valeur maximale de TDS est de l'ordre de 324mg/l, et la valeur minimale est 321mg/l enregistrée pendant le mois de mars au niveau de site 1.



**Figure 22:** Variation spatio-temporelle du TDS dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.5. Salinité

Concernant la salinité, la valeur enregistré pendant les trois mois est constante est de l'ordre de 0,1. Ce résultat indique que l'eau de barrage est une eau douce.



**Figure 23:** Variation spatio-temporelle de la salinité dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

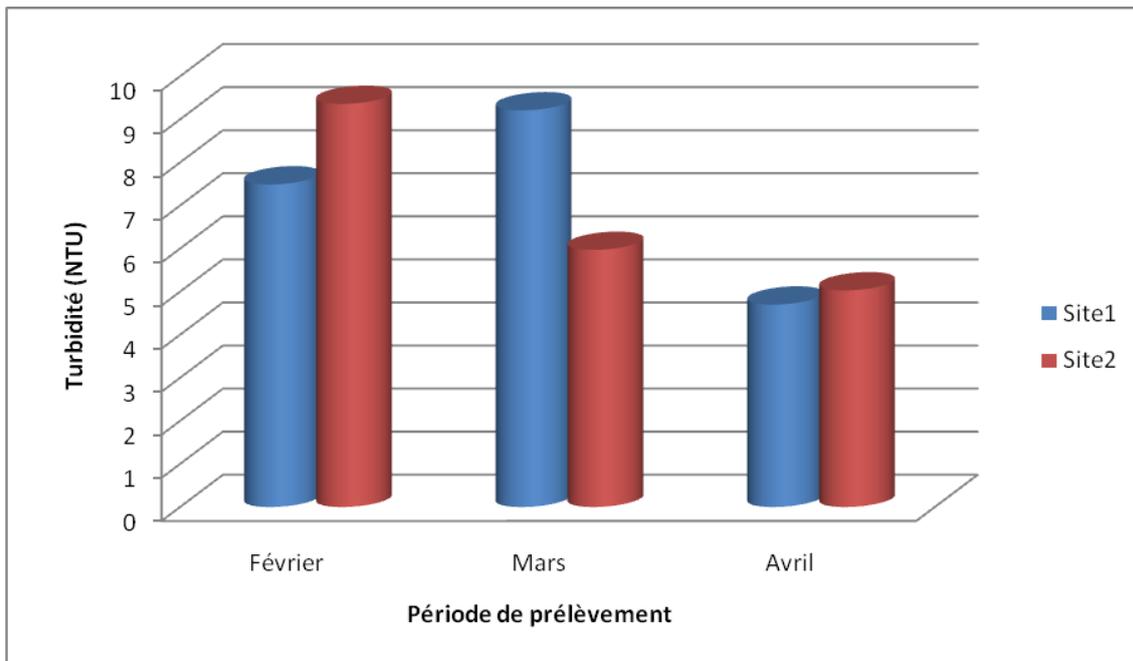
### 1.6. Turbidité

La turbidité est liée à la présence de particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière dont le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en fines particules.

Certaines conditions météorologiques peuvent modifier la turbidité de l'eau, comme, les hautes chaleurs en été et la pluviométrie, qui sont des facteurs qui augmentent la turbidité. (ABERKANE, 2011).

On a observé la valeur maximale au niveau de site 2 pendant le mois de février est égale 9,36NTU, et la valeur minimale enregistrée est 4,70NTU pendant le mois d'avril au niveau de site 1.

Les résultats obtenus ce signifie que les eaux de barrage Hammam Debagh sont légèrement troubles selon la grille d'appréciation des eaux superficielles de Monod.

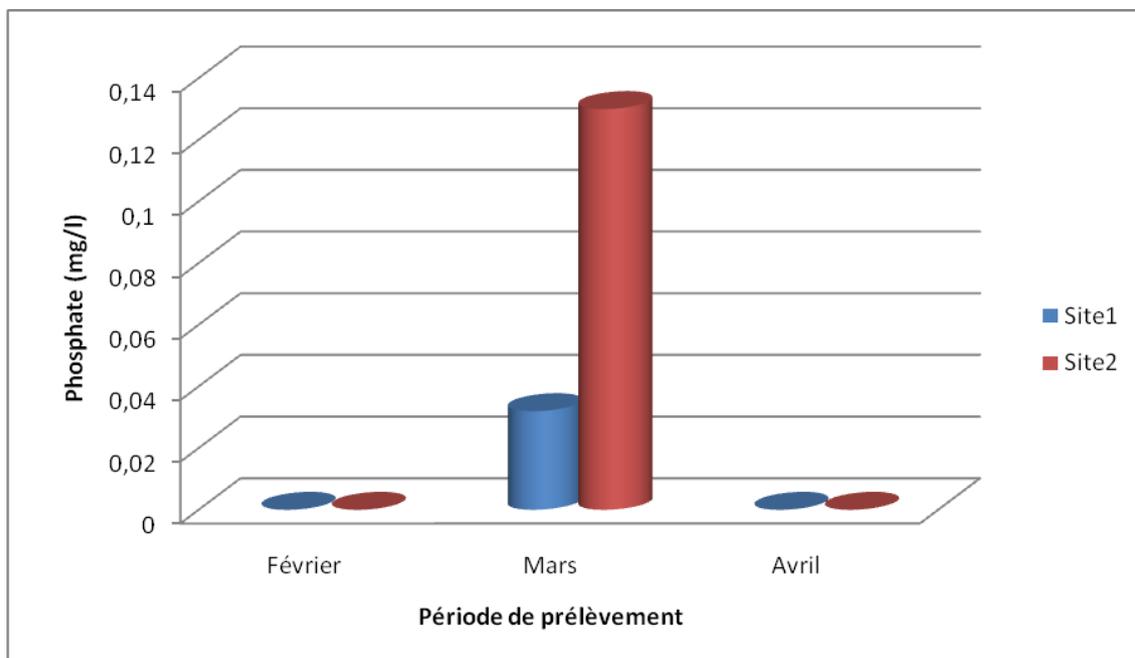


**Figure 24 :** Variaton spatio-temporelle de la turbidité dans les eaux du Barrage Hammam Debagh

### 1.7. Phosphate

La majorité des apports de phosphore provient de sources ponctuelles : rejets urbains ou industriels, des déjections animales provenant d'élevages industriels.

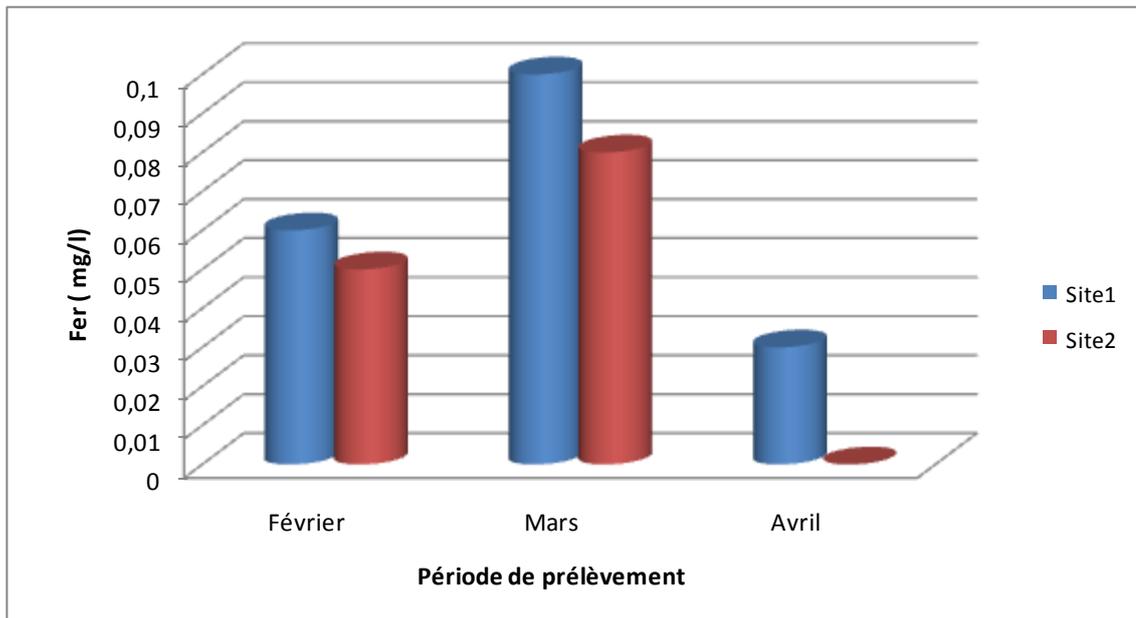
Les résultats de phosphate sont marqués avec un maximum de 0,13mg/l au niveau du site 2 durant le mois de mars et un minimum de 0 mg / l durant les deux mois février et avril.



**Figure 25:** Variation spatio-temporelle du phosphate dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.8. Fer

Les valeurs de fer remarqués dans la période d'étude situés entre 0 et 0,1 mg/l. la valeur maximale enregistrée durant le mois de mars dans le site 1 , et le minimum valeur pendant le mois d'avril dans le site 2. Le résultat enregistré ne dépasse pas les normes de l'OMS 0,2mg/l.

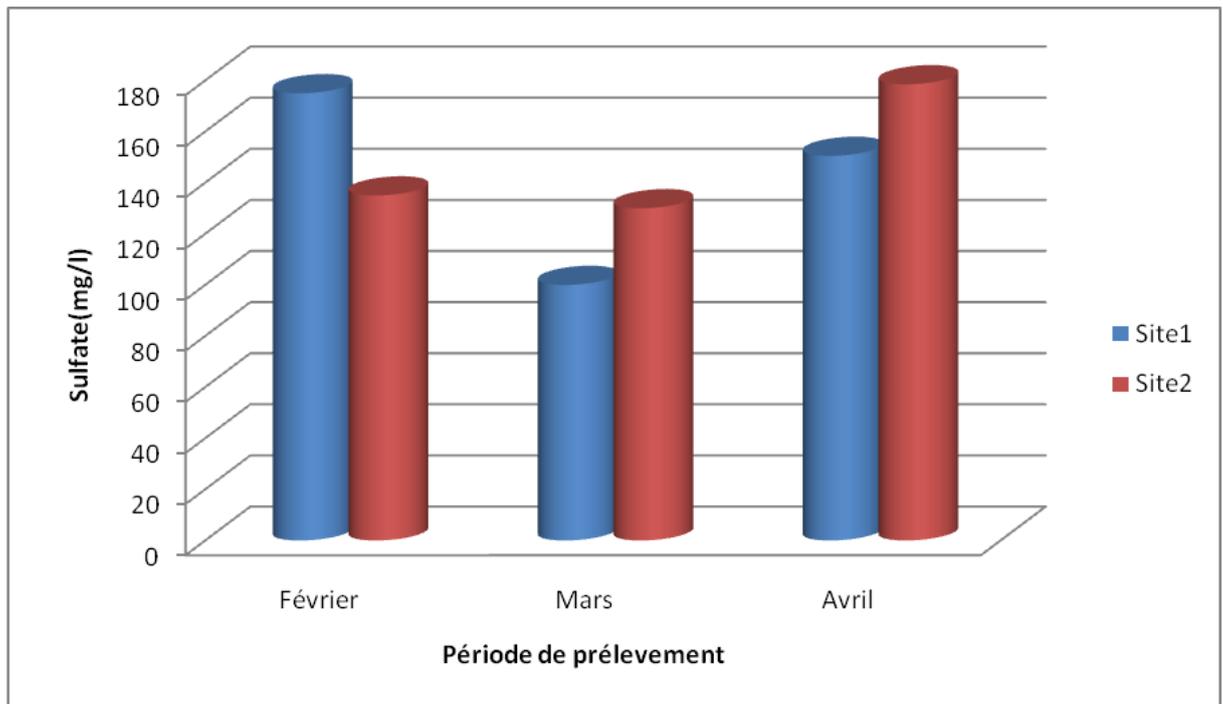


**Figure 26:** Variation spatio-temporelle du Fer dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.9. Sulfate

La concentration maximale de sulfate observée au niveau de site 2 pendant le mois d'avril est égale 178,5 mg/l, cependant, la concentration minimale enregistrée est 100 mg/l durant le mois de mars dans le site 1.

La concentration maximale fixée par l'OMS est de 250 mg/l. Les concentrations moyennes des sulfates dans les points prélevés sont dans l'ensemble inférieures à la norme, sont liée à la dissolution des formations gypseuses ou aux rejets industriels et agricoles.



**Figure 27:** Variation spatio-temporelle de sulfate dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.10. Ammonium

L'ammonium est souvent trouvé sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ) ou ionisée ( $\text{NH}_3$ ), il peut avoir pour origine dans les eaux superficielles : la matière végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels, les engrais (BOUKERTOUTA, 2009).

Les résultats des analyses montrent une absence totale d'ammonium dans les eaux de barrage, c'est-à-dire absence des engrais et des rejets industriels. Donc la qualité de l'eau est bonne.

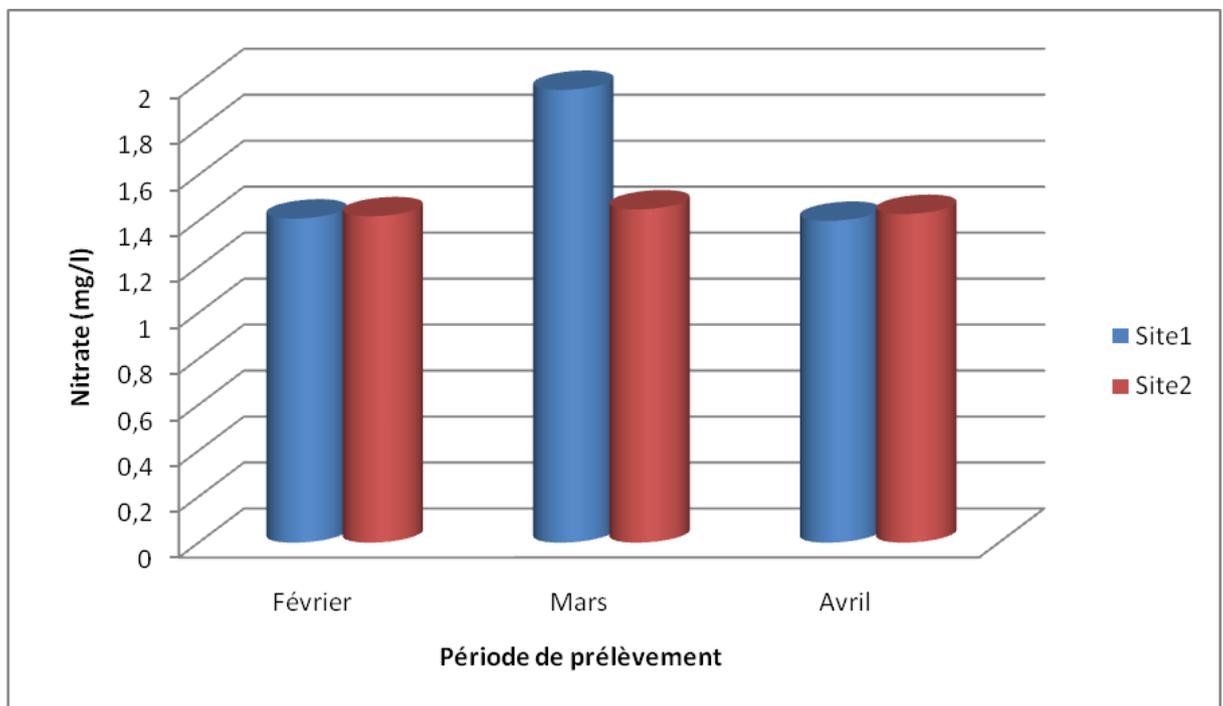
### 1.11. Nitrate

Les nitrates sont en effet l'élément chimique majeur qui conditionne la vie des microorganismes dans un écosystème aquatique. La pollution par les nitrates provient des rejets agricoles, par le lessivage des sols à l'occasion d'épisodes pluvieuses. Les nitrates contribuent avec le phosphore à l'apparition de phénomènes d'eutrophisation (ABERKANE, 2011).

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Le taux maximale de cet élément observé au niveau de site 1 durant le mois de mars avec de l'ordre de 1,97 mg/l et le taux minimale est 1,40 mg/l dans le site1 pendant le mois d'avril.

Selon la grille de la qualité des eaux superficielles, l'eau du barrage est de bonne qualité.



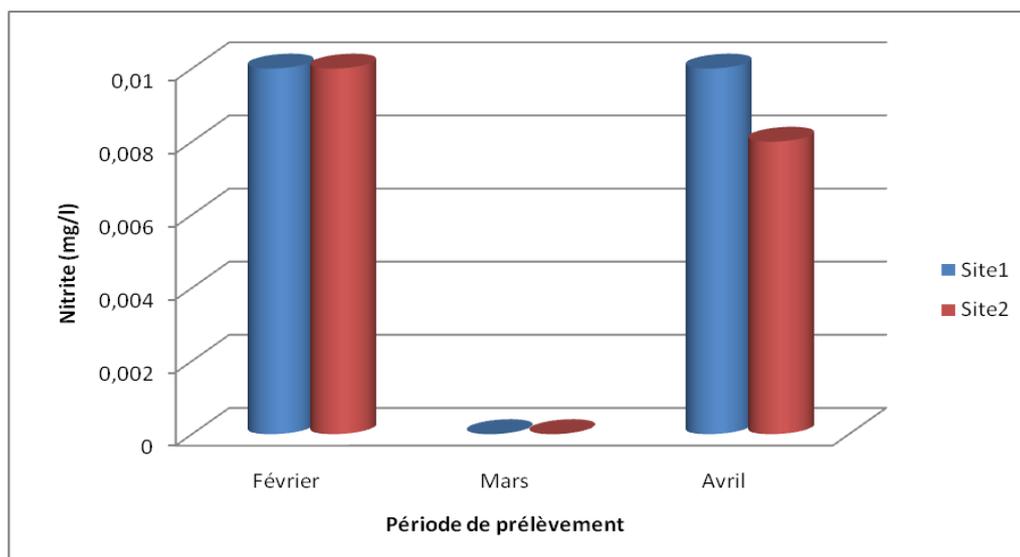
**Figure 28:** Variation spatio- temporelle des nitrates dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.12. Nitrite

Considéré comme un élément toxique. Il est issu de la réduction de l'ammonium  $\text{NH}_4$ . Son origine est liée à l'agriculture et aux rejets urbains et industriels.

La valeur maximale enregistrée est 0,01mg/l au niveau de site1 pendant le mois d'avril, et dans le site 2 pendant le mois de mars enregistrée la valeur minimale de l'ordre de 0 mg/l.

Donc la qualité de l'eau de barrage est excellente.

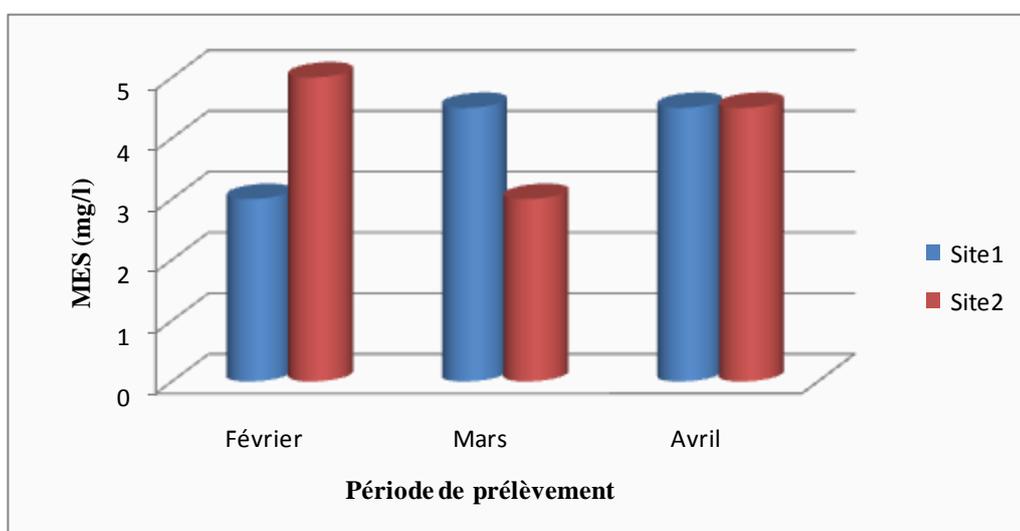


**Figure 29:** Variation spatio-temporelle des nitrites dans les eaux du Barrage de Hammam Debagh.

### 1.13. Matières en suspension : (MES)

Toutes les eaux superficielles contiennent des matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs. Leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables (MEBARKI, 2006).

Les résultats obtenues montre que les valeurs du matière en suspension sont enregistrés avec un maximum de 5mg/l dans le site 2 durant le mois de février, et un minimum de 3mg/l au niveau de site 2 durant le mois de mars.

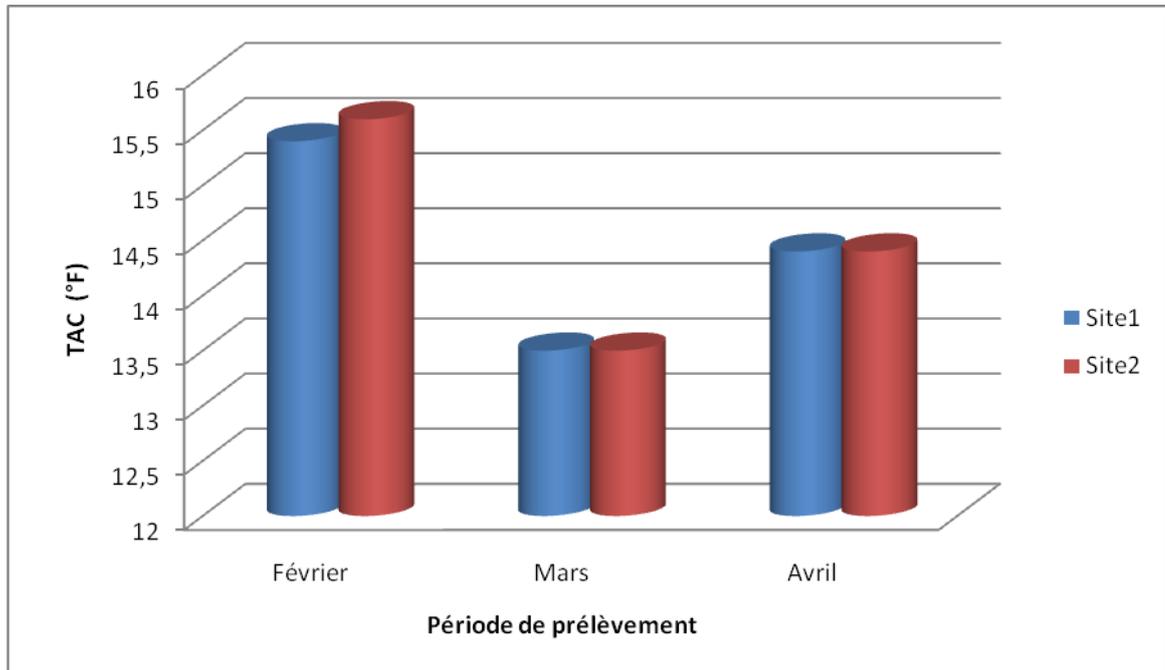


**Figure 30:** Variation spatio-temporelle des matières en suspension dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.14. Titre alcalimétrique complet

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur en carbonates et hydrogénéo-carbonates.

Le TAC est observé avec une valeur maximale de 15,6mg/l dans le site 2 pendant le mois de février, et une valeur minimale de 13,5mg/l au niveau de site 1 durant le mois de mars.



**Figure 31:** Variation spatio-temporelle des TAC dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.15. Titre alcalimétrique simple

Le titre alcalimétrique simple (TA) qui mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques (RODIER, 2009).

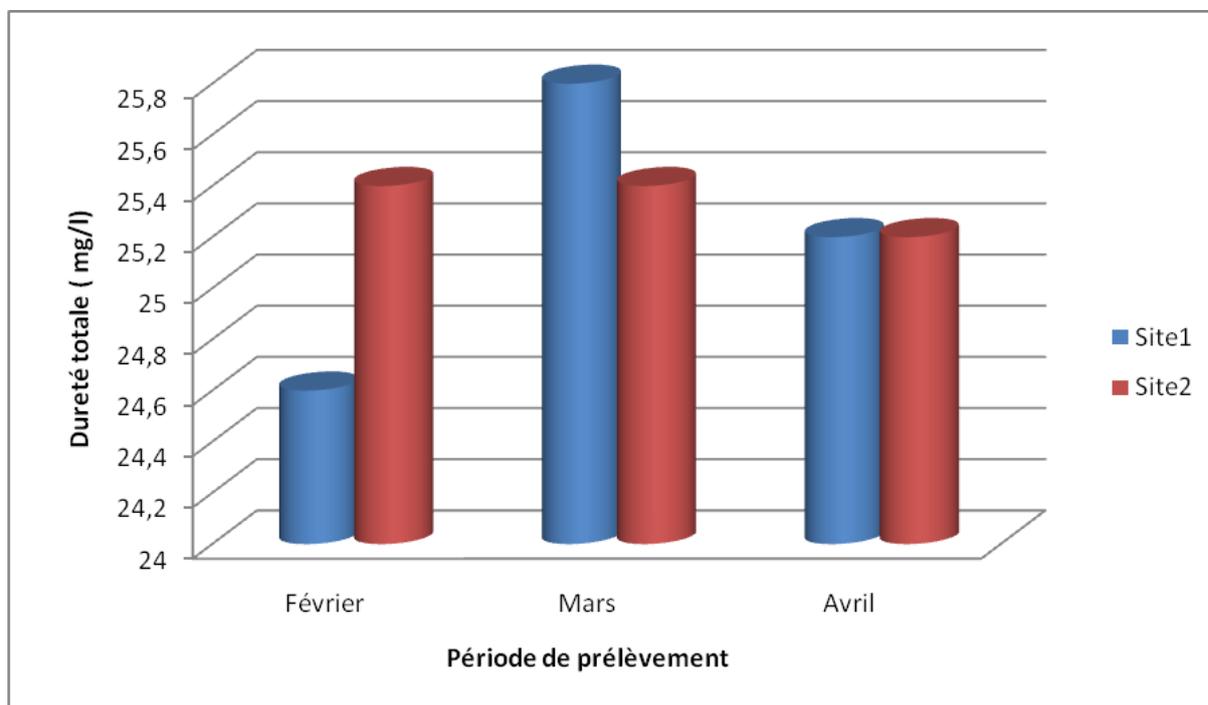
Ce dernier était nul dans l'eau de barrage Hammam Debagh dans la période d'étude.

### 1.16. Dureté totale

La dureté d'une eau est due principalement à la présence de sels de calcium sous forme de bicarbonates, de sulfate, et de chlorures. C'est donc la concentration en ions alcalino-terreux, que l'on mesure globalement par le titre hydrotimétrique TH (AOUISSI, 2009).

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

La dureté maximale enregistrée est 25,8 mg/l au niveau de site 1 durant le mois de mars, et la valeur minimale est 24,6mg/l observée dans le site 1 pendant le mois de février. Les résultats obtenus ce signifie que les eaux de barrage Hammam Debagh sont des eaux dures selon la grille d'appréciation des eaux superficielles de Monod .



**Figure 32 :** Variation spatio-temporelle de la dureté totale dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

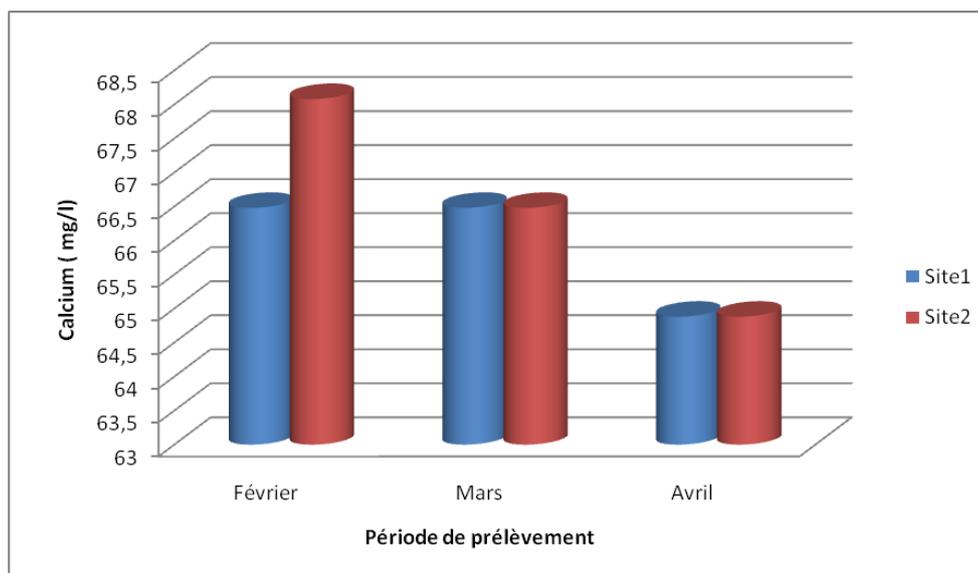
### 1.17. Calcium

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau. Ces teneurs dans les biotopes terrestres ou limniques présentent une importance écologique majeure. (MERZOUG, 2009).

Le calcium est enregistré avec un maximum de 68,08 mg/l dans le site 2 pendant le mois de février, alors que la valeur minimale de 64, 88 mg/l au niveau du site 1 durant le mois d'avril.

Ceci est lié directement à la nature des terrains traversés.

Les eaux de barrage ne dépassent pas la valeur 200 mg/l enregistrée par l'OMS.

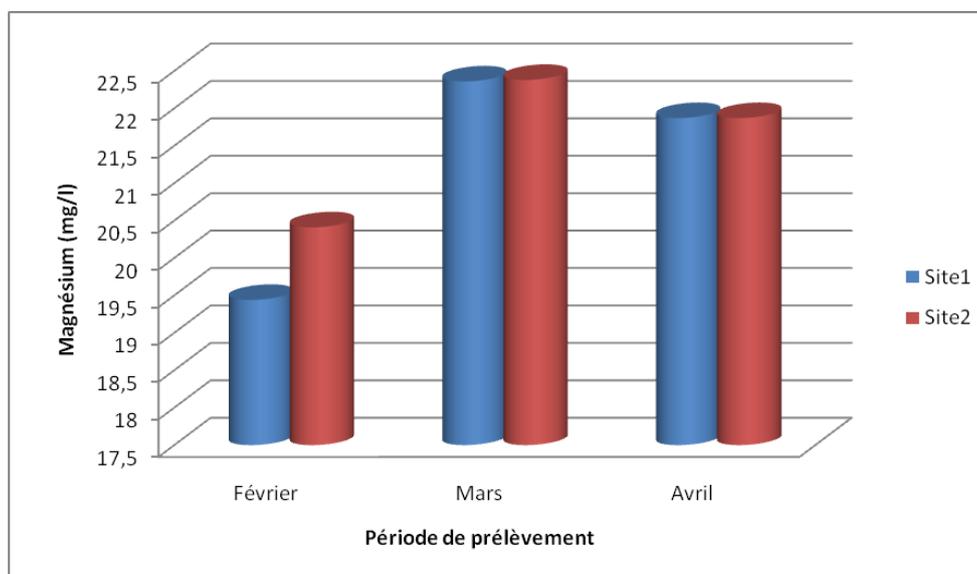


**Figure 33 :** Variation spatio-temporelle du calcium dans les eaux du Barrage Hammam Debagh. .

### 1.18. Magnésium

Les teneurs du magnésium sont assez proches les unes des autres. La valeur maximale est 22,38mg/l observée dans le site 2 durant le mois de mars, et le minimum teneur est 19,44 mg/l au niveau de site 1 pendant le mois de février. L'origine de cette quantité de magnésium est la nature géologique des terrains traversés par l'eau.

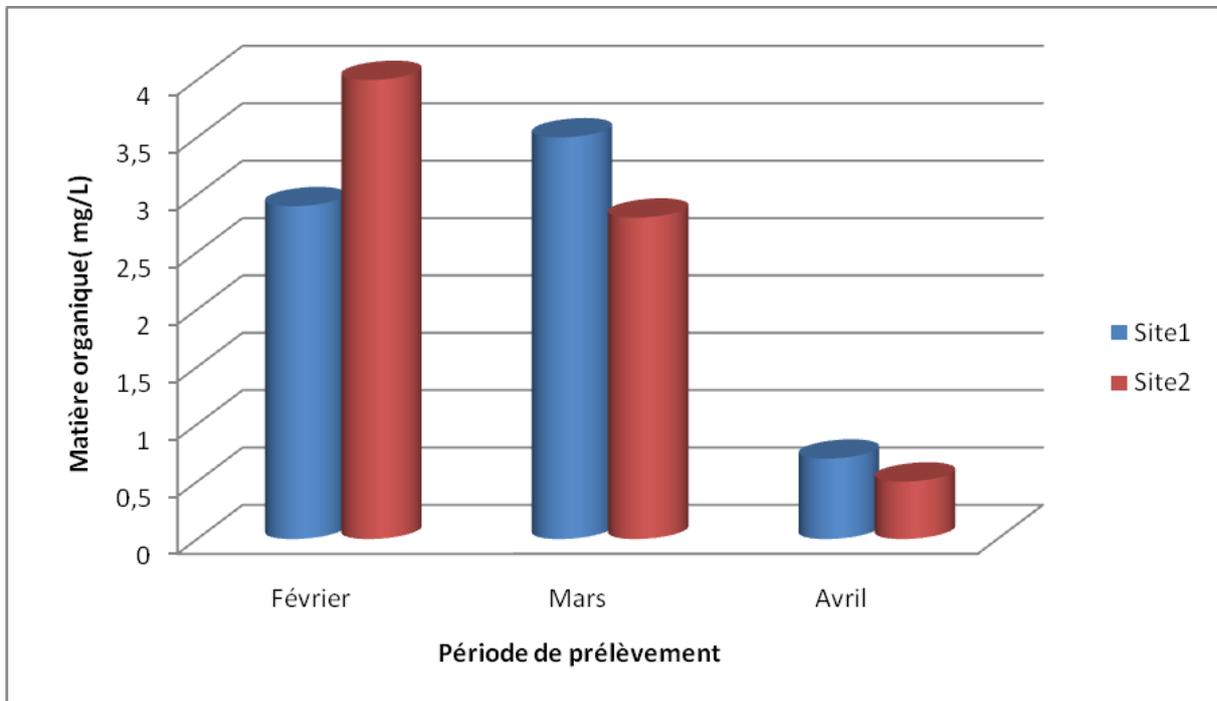
Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau du Ministère des ressources en eaux, l'eau du barrage Hammam Debagh est de bonne qualité.



**Figure 34 :** Variation spatio-temporelle du magnésium dans les eaux du Barrage Hammam Debagh. .

### 1.19. Matières organiques

Les valeurs de matières organiques observées sont situées entre 0,5 mg/l et 4 mg/l, la maximum valeur enregistrée au niveau de site 2 dans le mois de février, et le minimum observée durant le mois d'avril dans le même site.



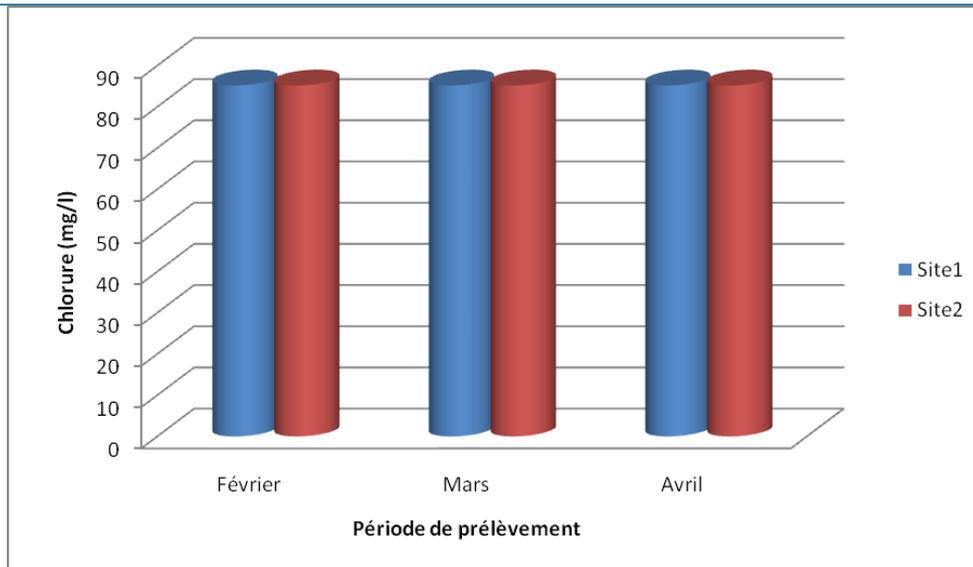
**Figure 35 :** Variation spatio-temporelle des matières organiques dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.20. Chlorures

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportion très variables, leur teneur augmente avec le degré de minéralisation de l'eau. Il constitue un bon indicateur de la pollution naturelle ou anthropique.

Les teneurs calculées dans la période d'étude sont identiques arrivées à 85,2mg/l .cette valeur n'a pas dépassée la norme « 250 mg/l ».

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

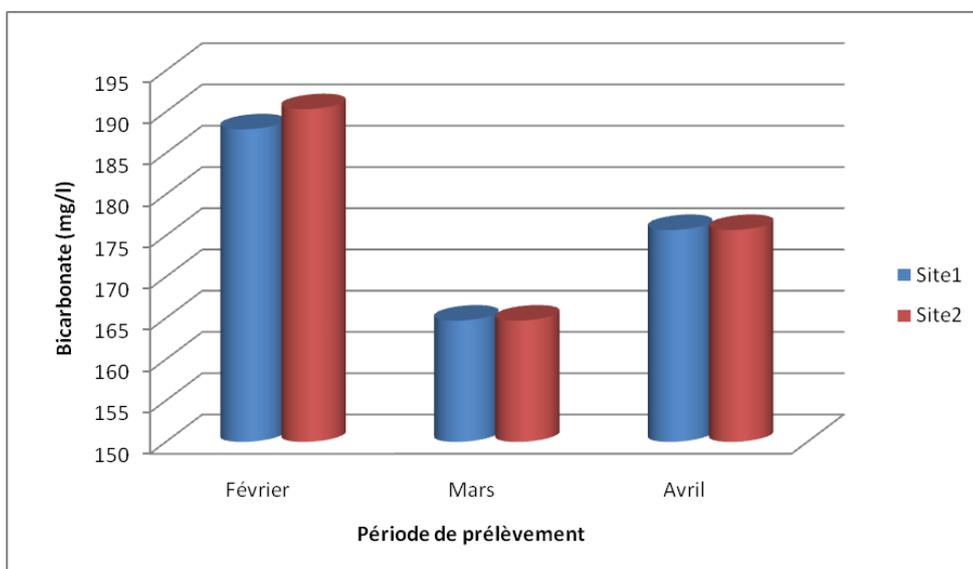


**Figure 36 :** Variation spatio-temporelle des chlorures dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.21. Bicarbonates ( $\text{HCO}_3$ )

Les concentrations en bicarbonates dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en  $\text{CO}_2$  dissous et la nature lithologique du sol (KHERCHICHE, 2013).

On a enregistré une valeur maximale de 190,32 mg/l dans le site 2 durant le mois de février, tandis que la valeur minimale est de 164,4 mg/l, observé au niveau de site 1 pendant le mois de mars. La présence de cet élément dans les eaux de surface est liée à la dissolution des formations calcaires existant dans la zone d'étude.



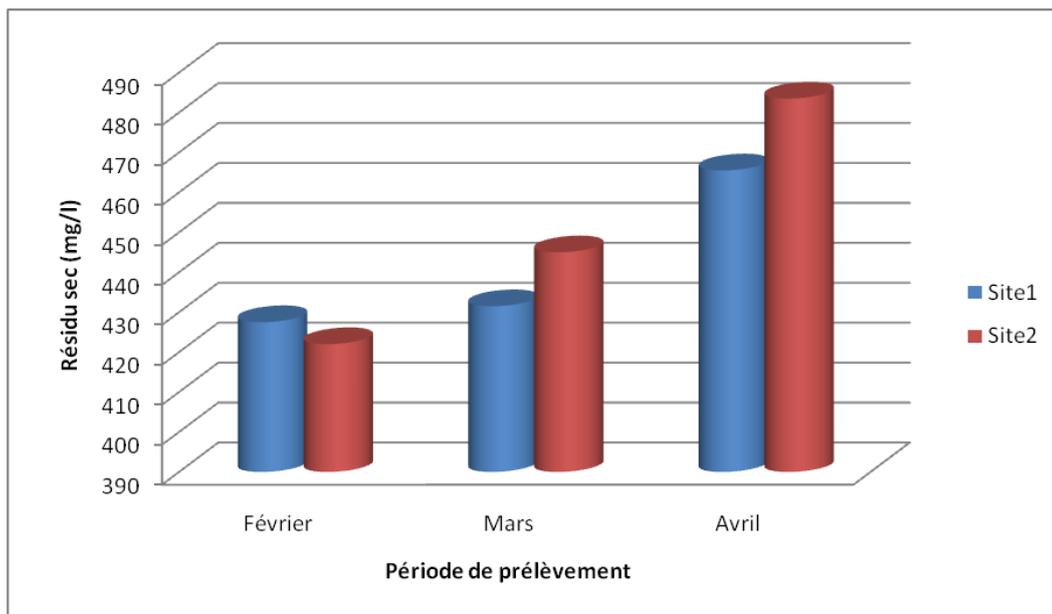
**Figure 37:** Variation spatio-temporelle de bicarbonate dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

### 1.22. Résidu sec

Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau.

Le résultat obtenu montre que les valeurs du résidu sec sont enregistrées avec un maximum de 483,5 mg/l dans le site 2 durant le mois d'avril, et un minimum de 422 mg/l dans le site 2 durant le mois de février.

Néanmoins ces valeurs semblent être moins importantes selon l'OMS qui recommande une valeur limitée moins de 1000 mg/l.



**Figure 38:** Variation spatio-temporelle du résidu sec dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

## 2. Résultats des analyses bactériologiques

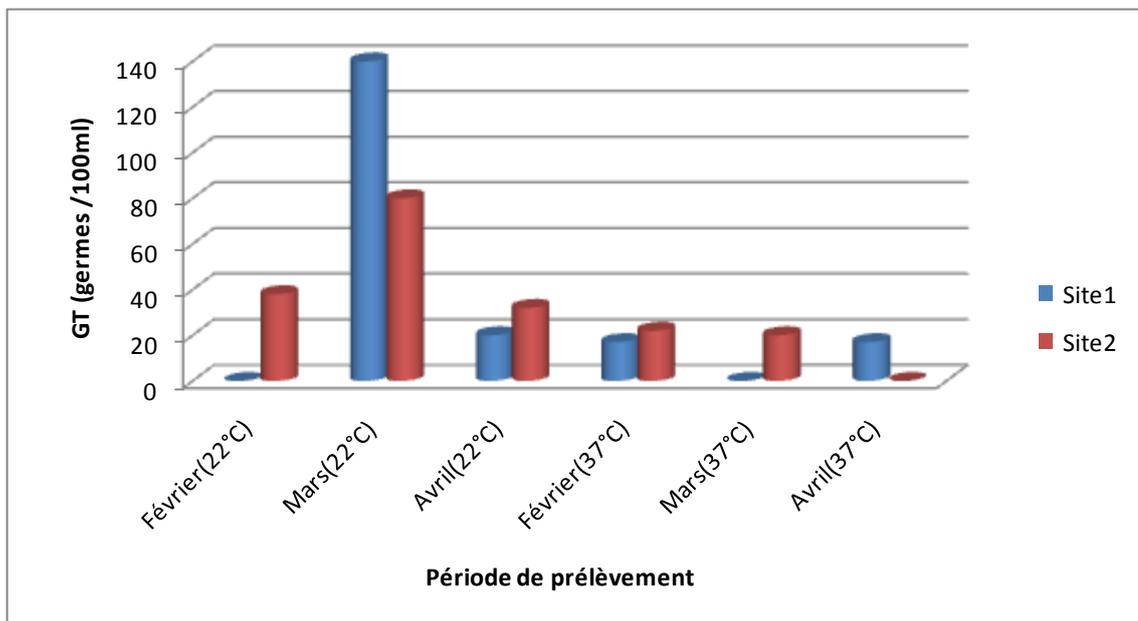
### 2.1. Dénombrements des microorganismes revivifiables

La recherche des micro-organismes aérobies non pathogènes dits « revivifiables » permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles. Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique. (ABDELLIOUI *et al.*, 2012).

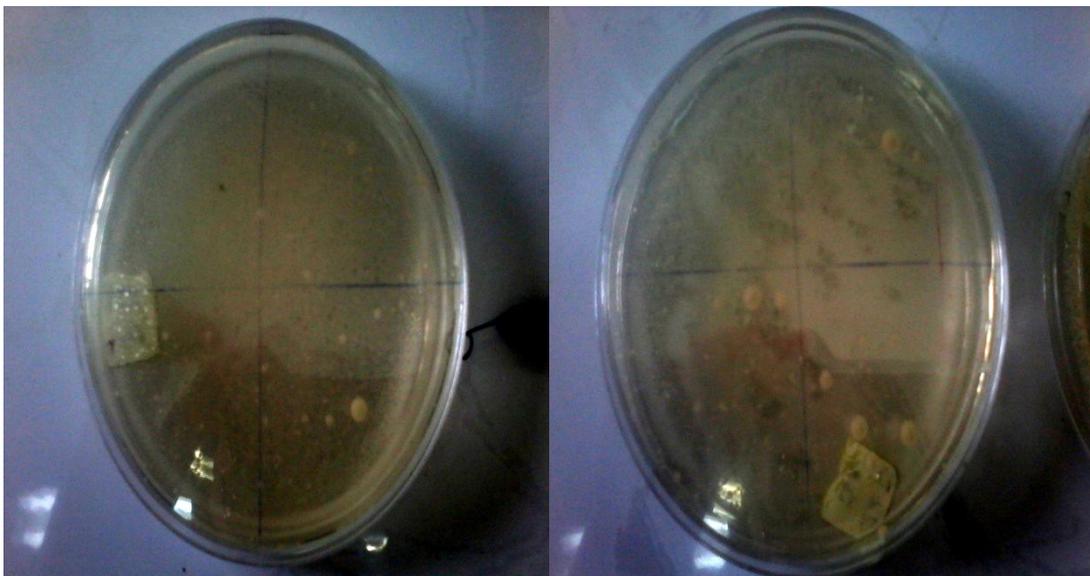
## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Nos résultats ont montrés que le nombre des germes totaux incubés à 22°C en mois de mars est plus élevé par rapport les autres mois surtout dans le site 1, avec un taux maximum de 140 GT/1ml, et un minimum de 0 GT/1 ml durant le mois de février dans le site 1 (**Fig. 38**).

Pour les germes incubés à 37°C, le taux maximal observé est 20 GT/1ml dans le site 2 durant le mois de février.



**Figure 39 :** Variation spatio-temporelle des germes totaux dans les eaux du Barrage Hammam Debagh .



**Figure 40:** Photos présentant le résultat de la recherche des germes révivifiables à 22°C et à 37°C. (Photos prise par HAKIMI, 2016)

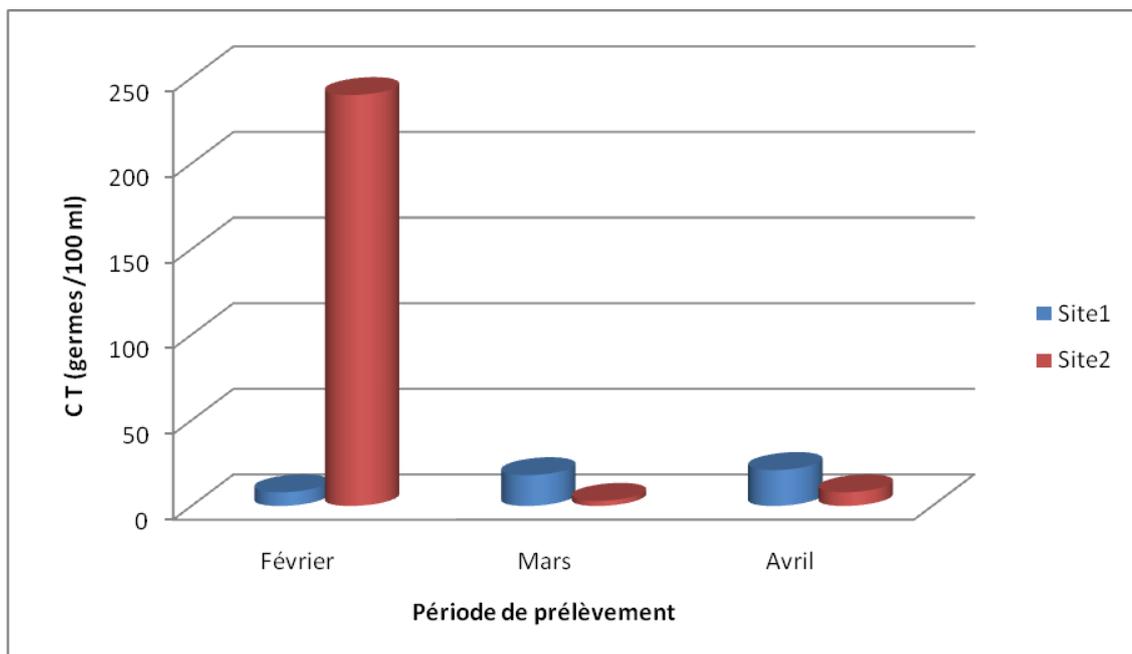
### 2.2 . Dénombrement des coliformes totaux

La présence de bactéries coliformes dans un milieu signifie forcément une contamination fécale d'origine humaine (CAMILLE *et al.*, 2003).

L'effectif des coliformes totaux à atteint un maximum en mois de février dans le site 2 avec 250CT/100ml, le minimum est observé dans le site 2 pendant les mois de mars et d'avril avec 0 CT/100ml (Fig. 41).



**Figure 41 :** Photo présent le résultat de la recherche des coliformes totaux.  
(Photo prise par BOUCHERIT A)



**Figure 42:** Variation spatio-temporelle des coliformes totaux dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

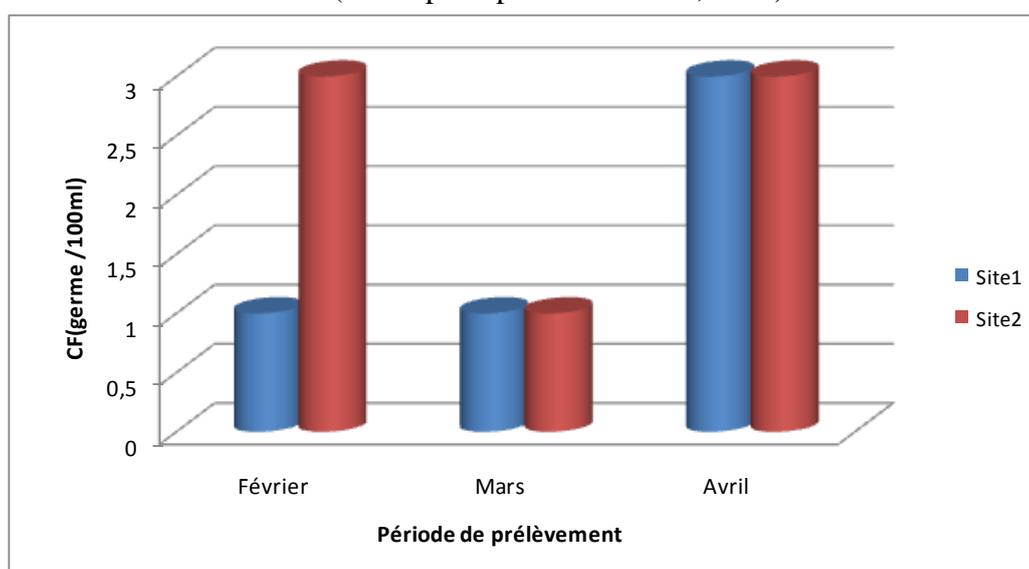
### 2.3. Dénombrement des Coliformes fécaux

*Escherichia coli* est le type de coliforme d'habitat fécal exclusif; sa recherche est donc extrêmement importante.

Le dénombrement des micro-organismes fécaux, dans la période d'étude montré une quantité faible du coliforme varié entre 3 et 1 CF/100ml (**Fig. 42**). La valeur maximale enregistrée durant le mois de Février dans le site 2 et la valeur minimale observée au niveau de deux sites du mois de mars. Ce résultat indique presque l'absence de contamination fécale.



**Figure 43:** Photo présent le résultat de la recherche des coliformes fécaux.  
(Photo prise par BOUCHERIT, 2016)



**Figure 44:** Variation spatio-temporelle des coliformes fécaux dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

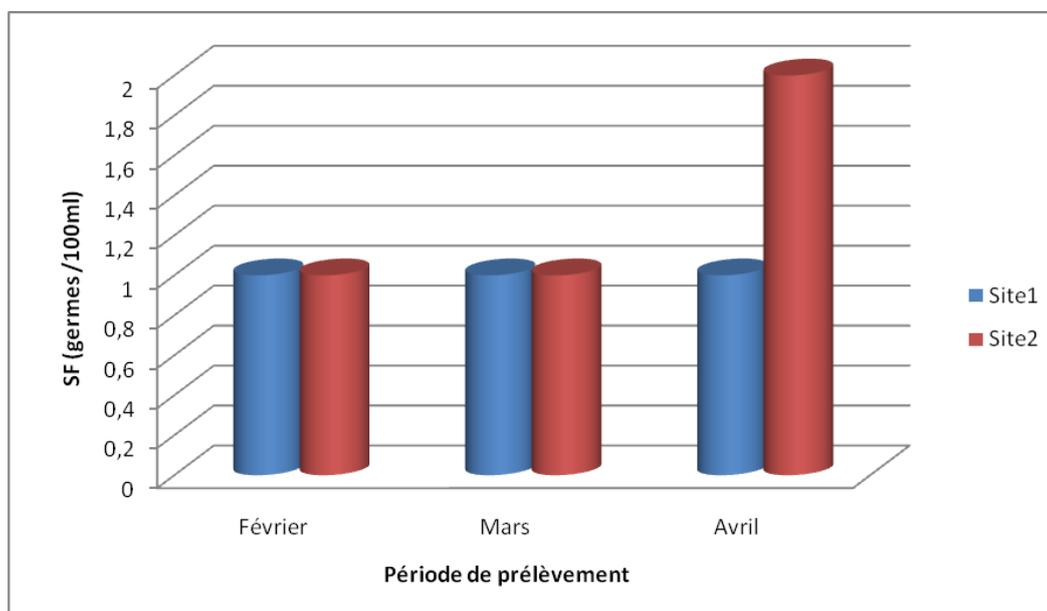
### 2.4 Dénombrement de Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des excellents indicateurs de contaminations récentes par la matière fécale des animaux (RODIER *et al.*, 2009).

D'après les résultats obtenus, la présence des streptocoques fécaux (Fig. 45) est enregistré au niveau du site 2 avec un maximum 2 SF/100ml durant le mois d'avril, et le minimum est observé pendant les mois février et mars dans deux sites et pendant le mois d'avril dans le site 1.



**Figure 45:** Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux.  
(Photo prise par HAKIMI, 2016)



**Figure 46:** Variation spatio-temporelle des streptocoques fécaux dans les eaux du Barrage Hammam Debagh.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.5. Anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Les spores des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) constituent généralement des indices de contamination ancienne.

D'après nos résultats (**Tab. 18**), le barrage ne contient pas des anaérobies sulfito-réducteurs, cela veut dire que l'eau du barrage n'a pas connu une contamination ancienne.

**Tableau 04:** Résultat de la recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs (spores/20ml).

Les sites de prélèvement Mois	Site 1	Site 2
Février	00	00
Mars	00	indénombrable
Avril	00	00



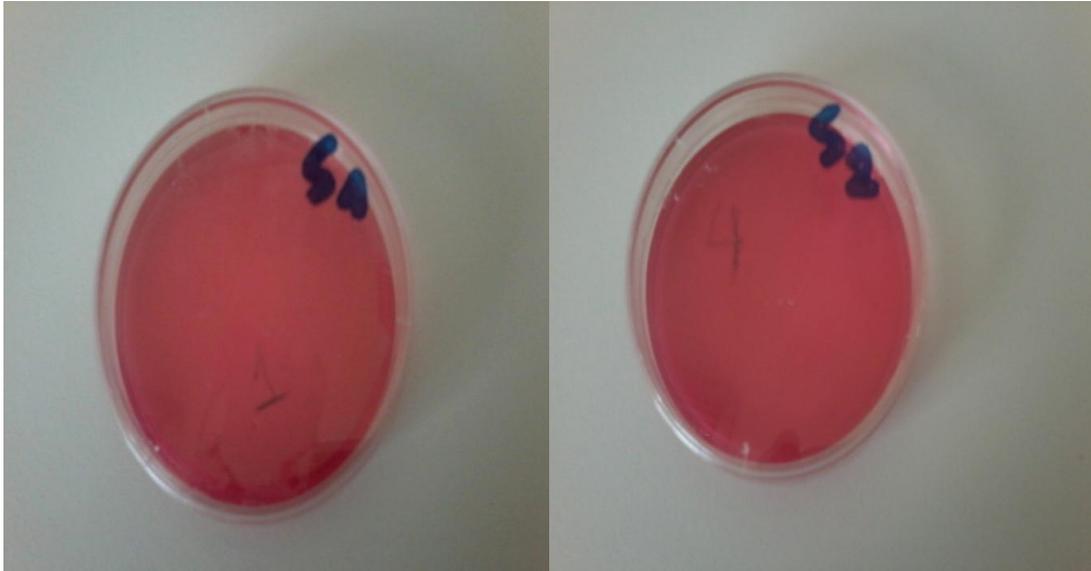
**Figure 47:** Photos présentant le résultat de la recherche des ASR.  
(Photo prise par BOUCHERIT, 2016)

### 2.6. Résultats de la recherche des germes pathogènes

La recherche des germes pathogènes (Les staphylocoques, les entérobactéries, et autres) est effectuée sur plusieurs milieux de culture et tests biochimiques.

### 2.6.1. Résultat de la recherche des Staphylocoques

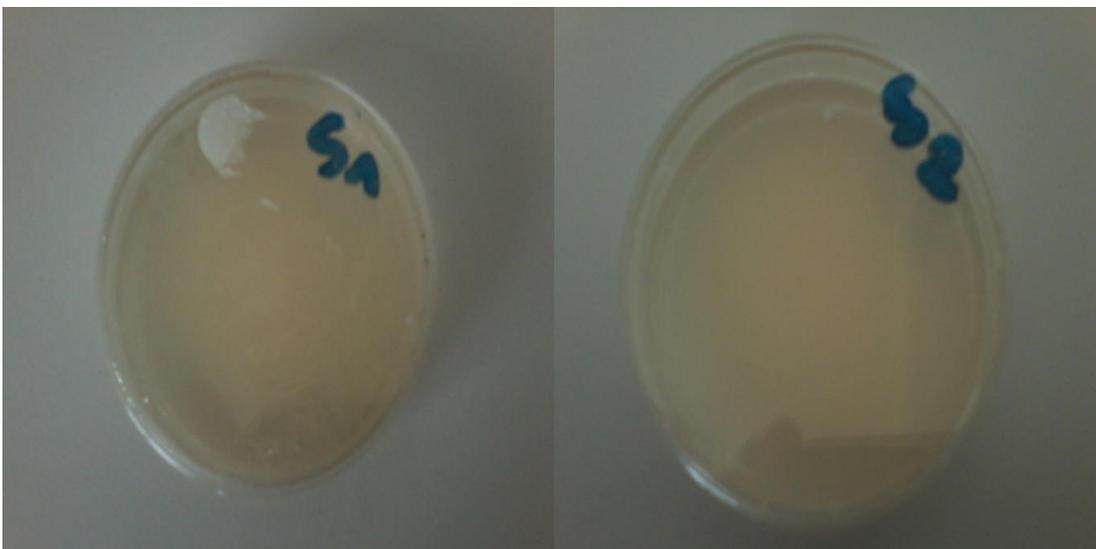
Une absence totale des staphylocoques est observée sur le milieu de culture "Chapman" (Fig. 47).



**Figure 48:** Photos présentant le résultat de la recherche des Staphylocoques pathogènes (*S. aureus*). (Photo prise par BOUCHERIT, 2016)

### 2.6.2. Résultat de la recherche de *Pseudomonas aeruginosa*

Après l'ensemencement de l'eau de barrage dans des boîtes de Pétri contenant la gélose Cétrimide spécifique pour *Pseudomonas*, on a remarqué l'absence totale de celui-ci (Fig. 48).



**Figure 49:** Photos présentant le résultat de la recherche des *Pseudomonas aeruginosa*. (Photo prise par BOUCHERIT, 2016)

# Conclusion

## CONCLUSION

Le risque de contamination des eaux de surface est un problème environnemental croissant.

Notre étude a été réalisée dans le but d'évaluer la qualité bactériologique et Physico-chimique de l'eau du barrage Hammam Debagh situé dans la commune de Hammam Debagh, wilaya de Guelma.

Cette étude est basée sur le suivi d'un site qui compte deux points de prélèvement, sur une période de trois mois (février, mars et avril 2016).

Les résultats des analyses physicochimiques présentes une variation des taux et des teneurs mesurées de chaque paramètre étudié, ces résultats indiquent que les eaux du barrage Hammam Debagh sont caractérisées par un pH neutre et une conductivité normale entre  $689\mu\text{S}/\text{cm}$  et  $682\mu\text{S}/\text{cm}$ , et une eau dure et légèrement trouble. En général ces paramètres montrent que cette eau est bonne à moyenne.

Du point bactériologique, les analyses ont portées principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale, à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, et un dénombrement des spores des bactéries sulfio-réductrices, avec la recherche de quelques bactéries pathogènes.

Les résultats que nous avons obtenues permettre de conclure une présence d'un nombre faible d'organisme de contamination fécale d'origine animale et/ou humaine et une absence totale d'une contamination ancienne.

Cette étude ne peut en aucun cas être considérée comme un bilan définitif pour l'évaluation de cette eau, pour cela, Il faut surveiller et contrôler au fur et à mesure la qualité de ces eaux d'une manière périodique et annuelle pour lutter contre les pollutions d'origines domestique et industrielle.

# **Références bibliographiques**

- **Abdellioui S., Boukhdim A. et Hamzaoui H., (2012)** : Qualité microbiologique d'un écosystème lotique Cas de l'Oued El Kebir Ouest (Skikda, Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma. P 20.
- **Aberkane M., (2011)** : évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Garaet hadj Tahar (Skikda), Université 8 Mai 1945 Guelma, 43- 62 -79- 84 p.
- **Aidaoui A. et Harkett S., (2013)** : Evaluation de la qualité microbiologique de l'eau du lac souterraine : Bir Osman Hammam Debagh –Guelma -. Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945. 27,28p
- **Aminot A. et Chaussepied M., (1983)** : Manuels D'analyses chimiques en milieu marin. 993p.
- **Amiri F. et Boualleg W., (2014)** : Étude bactériologique de l'eau de la retenue collinaire « Hadjar gafta »de la commune Nechmaya (Wilaya de Guelma). Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma, 8-21p.
- **Amri S., (2008)** : Inventaire des cyanobactéries potentiellement toxique dans la tourbière du lac noir « PARC NATIONAL D'EL-KALA » Algérie. Mémoire de Master .Université Badji Mokhtar d'Annaba, 122p.
- **ANB** : Agence Nationale des Barrages ( station de traitement de hammam debagh).
- **Aouissi A., (2009)** : Microbiologie et physicochimique de l'eau des puis et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 132p.
- **Bacha N., (2010)** influence de paramètres réactionnels sur la stoechiométrie sulfate d'aluminium /substances aromatiques acides dans des eaux a minéralisation variable. Mémoire de Magister. Université Mohamed Khider – Biskra, 6p.

- **Bazine N et Bourenane A., (2011)** : Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'oued Messida (parc national d'El kala ,W .d'El-Taref ). Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma ,17 -18 p .
- **Baziz N., (2008)** : Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire de Magister, Université colonel Elhadj Lakhdar Batna, 77 p.
- **Bélai S et Redjimi M., (2011)** : étude de qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de barrage Zit-Emba (wilaya Skikda). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma 3p.
- **Benchabane R et Merzoug N., (2015)** : Contribution a l'étude de la qualité bactériologique et phytoplancton que de l'eau du marais Boussedra el boni (Annaba). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 5 -38p.
- **Benmessaoud F., (2007)** : Qualité physico-chimique, métallique et bactériologique des eaux de l'estuaire du Bou regreg et impact sur la biologie et la démographie de *Venerupis decussata* (LINNE, 1758) et *Cardium edule* (LINNE ,1767), Thèse de doctorat d'état, Université Mohammed v- agdal , 20p
- **Boucenna F., (2009)** : cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe cotière cas de la plaine alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, nord-est algérien). Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar-Annaba .53-54 p
- **Boukertouta S., Sellaoui C., Tahraoui C., (2009)** : Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et l'identification fongiques à partir des eaux du lac Obeira. Mémoire d'ingénieur. Université 8 Mai 1945 Guelma. 36p.
- **Bouras Z et Sekfali S., (2013)** : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles « cas d'Oued Zénati » (Nord - Est Algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma. 9-10-20p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Camille D et Trébaol B., (2003)** : Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : Réglementation, prélèvements, Analyses. Lavoisier Masson. 594 p. d'Endoume et Centre d'Océanographie, Marseille, France : 308-343p.
- **Chaouch R., Moumed S. et Mebarki F., (2009)** : Suivi de quelques paramètres Physico -chimique et bactériologiques dans les eaux du barrage et de l'oued de Bouhamdane. Mémoire d'Ingénieur d'état en biologie, Université de 8 Mai 45 Guelma ,56p.
- **Chaoui M., (2013)** : Contribution a l'étude de la qualité physico-chimique et métallique des eaux de surface (oued Moulouya/barrage Hassan II) au voisinage de la mine abandonnée Zeïda (haute Moulouya). Mémoire de Master, Université cadi ayyad.13p
- **Chérif Ibrahima K., (2006)** : étude 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, 16 p
- **Coulibaly K., (2005)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, thèse de Doctorat, Université de Bamako ,1-2 p.
- **Delarres C., (2000)** : Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation- Prélèvements -Analyses .Tec et Doc. 249p.
- **Delarres C., (2008)** : Surveillance sanitaire et Microbiologique des eaux : Règlementation – Prélèvements –Analyses. TEC& DOC .269p.
- **Detay M. (1993)** : Le forage d'eau ; Réalisation, Entretien et Réhabilitation. Masson. 379p.
- **Emberger L et Gaussens H., (1963)** : Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne, UNESCO FAO, Paris.
- **Fustec E et Lefeuvre J., (2000)** : Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod Paris, 426 p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Gerard G., (1999):** L'eau, milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, 204p.
- **Ghedadbia M., (2012) :** Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance : Cas du Lac Tonga. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar – Annaba. 2p.
- **Gleick P. H., (1993):** « Water ressource : A long range global evaluation » Ecology Law Quarterly Vol. 20, No. 1. 141-149p.
- **Hakmi A. (2002) :** Traitement des eaux « analyse de l'eau de source de Bousfer Oran. Mémoire de Magister. Université des sciences et de la technologie Oran. 71p.
- **Hamed M., Guettache A., Bouamer L., (2012) :** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar. Mémoire de Master. Université de Bechar. 5 - % -10-13p.
- **Gennin B., Chauvin C., Menard F., (2003) :** Cours d'eau et indices biologiques : pollution, méthodes, IBGN ; 2ème édition : 221 p.
- **Grosclaude G., (1998) :** L'eau, usages et polluants, édition Paris. p143.
- **Kherchiche A et Bouzidi A., (2013) :** Impact de la pollution agricole et urbaine sur la qualité des eaux de surface : cas du barrage de Hammam Debagh-Guelma. Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 Guelma. 16-25-39p
- **Labres E., (2002) :** Cours national d'hygiène et des microbiologies des aliments « Microbiologie des eaux des boissons et des produits de la mer ».Institut Pasteur d'Algérie.34p.
- **Labres., (2002) :** Pechère *et al* ., 1982 Pechère J-C et collaborateurs.1982.Les infections. edisem inc . 497p.
- **Labres E., (2006) :** Manuel des travaux pratique : analyse des eaux, *institut Pasteur d'Algérie. 60p.*
- **Labres E et Mouffouk F., (2008) :** Les cours national d'hygiènes et de microbiologies des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. Algérie.53p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Lemkeddem C et Telli N., (2014)** : Mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau du lac lala fatma (Méggarine), Projet de fin d'étude. Université Kasdi Merbah - Ouargla.9p.
- **Lassoued K et Touhami N., (2008)** : Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau du Barrage de Hammam Debagh. Mémoire d'ingénieur d'état en Biologie. Université de Guelma. 20-21-44p.
- **Lightfoot F., (2002)** : Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau .Directive pour l'assurance qualité. France .387p.
- **Lounnas, A., (2008)** : Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi - kroma de skikda, Algérie. Mémoire de Magister. Université du 20 Août 1955 Skikda. 120 p.
- **Madi bamdou R., (2010)** : Potabilisation des eaux de consommation par photo Fenton, Mémoire d'Ingénieur, 9 p.
- **Marchal N., Bourdon J., Richard C., (1982)** : Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. biologie appliquée .*Editions Douin, Paris* 50p.
- **Mebarki W., (2006)** : Contribution à l'étude de certaines propriétés physico-chimiques des eaux des lacs Tonga et Obeira nord-est algérien. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba, 143p.
- **Mekaoussi N., (2014)** : Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (Est algérien). Mémoire de Magister. Université Hadj Lakhdar – Batna. 7- 13p.
- **Merzoug S., (2009)** : Étude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher Ben Azzouz, wilaya de Skikda. Mémoire de Magister. Université 8 mai 1945, Guelma. 113 p.
- **Merzoug S., (2009)** : Structure Fuligule *nyroca aythya nyroca* dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : statut et description des habitats. Université de Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou.43p.

- **Mohamed ben Ali R., (2014) :** Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Université de Constantine 1. 15p.
- **Monod T., (1989) :** Méharées géographie (N.A.N.I) normes Algérienne et normes international (2002).Edition France loisir. 233p.
- **Morabbi A et Souabni O., (2013) :** Caractérisation de la qualité des ressources en eau dans le sous bassin Ksob (Région d'Essaouira, Maroc). Mémoire de licence. Université cadia ayyad, 27-28 p.
- **Reggam A., (2010) :** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux potable : cas de la station de traitement de Hammam Debgh -Guelma. Mémoire de Master. Université de 08 mai 1945 Guelma, 91 p
- **Remini B., (2005) :** La problématique de l'eau en Algérie. Collection hydraulique et transport, Blida. 182 p.
- **Rodier., (1996) :** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire .8<sup>ème</sup> Edition Dunod, Paris 1130 p .
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J., Chambon P., Champsaur H., Rodil (1996) :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer .8<sup>ème</sup> Edition Dunod , Paris .1383p
- **Rodier J., (2005) :** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ,9<sup>ème</sup> Edition, Ed. DUNOD. Paris
- **Rouaiguia M., (2010):** Qualité microbiologique de l'eau d'Oued Messida. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma.78p.
- **Sardi K., (2014) :** Contrôle de la qualité de l'eau de la station d'hémodialyse de

l'EHU 1 er Novembre. Université d'Oran. p 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. Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen. 9-10- 35p.
- **Villagines R., (2003) :** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2<sup>ème</sup> Edition : Tec et Doc. Lavoisier. 3p.
- **Zerluth J et Gienger M., (2004) :** L'eau et ses secrets. Edition désirés. 223p.

### Webographie :

- [1] -[https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau\\_de\\_surface](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau_de_surface). (Consulté le 25 /05/ 2016).
- [2]-<http://www.lyc-ferry-conflans.ac-versailles.fr/disciplines/svt/misvt/2nde3-09-10/th6-dd/site-laura-chahrazed/2definition-pollution.html>. (Consulté le 17/05/ 2016).
- [3][http://www.soudouddzair.com/index.php?action=esmap\\_vect&table=chahidgis\\_bar rage&id=45](http://www.soudouddzair.com/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgis_bar rage&id=45). (Consulté le 15 /05/2016)
- [4]-[https://commons.wikimedia.org/wiki/file:dz\\_-\\_24\\_hammam\\_debagh.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/file:dz_-_24_hammam_debagh.svg).(Consulté le 18 /04/2016) .
- [5]- <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/995/8/chapitre04.pdf>.(Consulté le 20/04/2016)
- [6]Google earth,(2016) .Europa Technologies .Tele Atlas.[www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

# Résumés

## Résumé

Le barrage de Hammam Debagh, situé dans la wilaya de Guelma à 25 Km à l'Ouest du chef-lieu, dépend administrativement de la Daira de Hammam Debagh et de la Commune de Bouhamdane, occupant une superficie totale de 13000 hectares. Il est alimenté principalement par Oued Bouhamdane.

Notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau du barrage Hammam Debagh par une analyse physico-chimique et une autre bactériologique, pendant trois mois (de février jusqu'à avril 2016).

Les résultats obtenus de l'analyse physico-chimiques et bactériologique ont montrées que l'eau est moyennement bonne et acceptable conformément aux recommandations de l'OMS pour les eaux brutes, malgré la présence de germes d'origine fécale issue des animaux mais restent toujours inférieur aux valeurs fixées par la réglementation.

**Mots clés :** analyse physicochimique, analyse bactériologique, contamination, Barrage de Hammam Debagh, Guelma.

## الملخص

يقع سد حمام دباغ على بعد 25 كم غرب ولاية قالمة تابع إداريا الى دائرة حمام دباغ وبلدية بوحمدان ، ويحتل مساحة إجمالية قدرها 13000 هكتار. يغذى بشكل رئيسي من قبل واد بوحمدان، ولديه الإحداثيات الجغرافية التالية خط العرض 36 ° 27 'شمالا و خط طول 14 7 شرقا .على ارتفاع: 418،31 م.

هدفنا من هذه الدراسة هو تحديد نوعية مياه سد حمام دباغ من خلال التحاليل البكتيريولوجية والفيزيوكيميائية لمدة ثلاثة أشهر (فيفري-أفريل 2016).

ووفقا للنتائج،فان مياه سد حمام دباغ ذو نوعية فيزيوكيميائية وبكتيريولوجية مقبولة لأن النتائج مطابقة مع توصيات منظمة الصحة العالمية لنوعية المياه الخام ، ورغم تسجيل تلوث برازي من اصل حيواني ، الا انه أقل من القيمة التي حددتها منظمة الصحة العالمية.

**الكلمات المفتاحية:** التحاليل الفيزيوكيميائية ، التحاليل البكتيريولوجية، تلوث، سد حمام دباغ، قالمة.

## **Abstract**

The Dam of Hammam Debagh located in Guelma at 25 km west of the capital, administratively depends on the Daira Hammam Debagh and the Commune of Bouhamdane, occupying a total area of 13,000 hectares. It is fed mainly by Oued Bouhamdane .

Our study is to determine the water quality of the dam Hammam Debagh by a physico-chemical analysis and other bacteriological for three months (from February to April 2016).

The results of the physico-chemical and bacteriological analysis have shown that water is fairly good and acceptable in accordance with WHO recommendations for raw water, despite the presence of fecal germs after animals but remain less than the values set by the regulations.

**Keywords:** physicochemical analysis, bacteriological analysis, contamination Dam Hammam Debagh, Guelma .

# **Annexes**

## Annexes

### Annexe I

**Tableau 1 :** Evaluation des températures mensuelles de la région d'étude (Années 1990-2015).

	T°C (max.)	T°C (mini.)	T°C Moyenne
Spt.	29,77	19 ,98	24,87
Oct.	25,64	15,10	20,37
Nov.	19,08	9,36	14,22
Déc.	14,63	5,35	9,99
Jen.	13,93	3,98	8,95
Fev.	14,48	4,30	9,39
Mar.	18,29	8,04	13,16
Avr.	21,22	11,76	16,49
Mai	26,18	16,16	21,17
Jui.	31,52	20,64	26,08
Juill.	36,06	23,44	29,75
Aou.	34 ,09	22,66	28,37

**Tableau 2 :** Variations des précipitations mensuelles (1990-2015).

	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jen.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.
<b>Précipitation</b>	38,61	40,58	67,43	89,74	85,12	75,78	68,80	53,52	47,73	16,94	3,83	10,50

**Tableau 3 :** Variations des Evaporation mensuelles (1990-2015)

	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jen.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Juill.	Aou.
<b>Evaporation</b>	152.36	99.53	58.15	38.46	34.98	36.49	64.87	85.40	130.82	194.22	248.34	239.94

**Tableau 4 :** Caractéristiques climatiques de Guelma Années (1990-2015).

	Température (°c)	Précipitation (mm)
Sep.	24,87	38,61
Oct.	20,37	40,58
Nov.	14,22	67,43
Déc.	9,99	89,74
Jen.	8,95	85,12
Fév.	9,39	75,78
Mar.	13,16	68,80
Avr.	16,49	53,52
Mai.	21,17	47,73
<b>Jui.</b>	26,08	16,94
<b>Juill.</b>	29,75	3,83
<b>Aou.</b>	28,37	10,50

# Annexes

**Annexe II**  
**Tableau 1 : Tableau de Mac Grady.**

1×50ml	5x10 ml	5x1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				Inférieure	Supérieure
0	0	0	< 1		
0	0	1	1	< 0,5	4
0	0	2	2	< 0,5	6
0	1	0	1	< 0,5	4
0	1	1	2	< 0,5	6
0	1	2	3	< 0,5	8
0	2	0	2	< 0,5	6
0	2	1	3	< 0,5	8
0	2	2	4	< 0,5	11
0	3	0	3	< 0,5	8
0	3	1	5	< 0,5	13
0	4	0	5	< 0,5	13
1	0	0	1	< 0,5	4
1	0	1	3	< 0,5	8
1	0	2	4	< 0,5	11
1	0	3	6	< 0,5	15
1	1	0	3	< 0,5	8
1	1	1	5	< 0,5	13
1	1	2	7	< 0,5	17
1	1	3	9	< 0,5	21
1	2	0	5	1	13
1	2	1	7	2	17
1	2	2	10	< 0,5	23
1	2	3	12	1	28
1	3	0	8	3	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	2	34
1	3	3	18	3	53
1	3	4	21	4	66
1	4	0	13	5	31
1	4	1	17	6	47
1	4	2	22	4	59
1	4	3	28	5	85
1	4	4	35	7	100
1	4	5	43	9	120
1	5	0	24	12	75
1	5	1	35	15	100
1	5	2	54	8	140
1	5	3	92	12	220
1	5	4	160	18	450
1	5	5	> 240	27	
				39	

## Annexe III

### 1. Matériel de la physico-chimie

#### 1.1. Appareillage et verrerie

- Béchers.
- Pissette d'eau distillée.
- Flacons de 250 ml.
- Appareil multi-paramètre.
- Spectrophotomètre.
- pH-mètre.

### 2. Matériels de la bactériologie

Le matériel utilisé durant les analyses est le suivant :

#### 2.1. Milieu de culture

- Bouillon Lactosé au pourpre de Bromocrésol (BCPL).
- Milieu indole + mannitol (milieu de Schubert).
- Bouillon à l'azide de sodium (bouillon de Rothe).
- Bouillon à l'éthyl violet et azide de sodium (EVA Litsky).
- Gélose viande foie (VF).
- Tryptone Glucose Extract Agar (TGEA).

#### 2.2. Réactifs, additifs et solutions

- Eau physiologique stérile.
- Alun de fer.
- Sulfite de Sodium.
- Réactif de Kovacs.
- Eau de javel.

### 2.3. Appareillage et verrerie

- Pipettes graduées de 1 ml.
- Pipettes graduées de 10 ml.
- Tubes à essai stériles.
- Bec bunsen
- Les boîtes de pétri.
- Etuve à 22°C, 37°C et 44°C.
- Bain marie.
- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250 ml stériles.
- Portoirs.
- Anse de platine.

### 2.4. Recherche des coliformes

- **Bouillon Lactosé au Bromocrésol-pourpre, (BCPL milieu simple et double Concentrations ) en g/l d'eau distillée**

	Milieu S/C	Milieu D/C
- Peptone.....	5	10
- Extrait de Viande.....	2	4
- Lactose.....	5	10
- Pourpre de bromocrésol.....	0,025	0,05

pH final :  $6,9 \pm 0,2$

- **Bouillon de Schubert en g/l d'eau distillée**

- Tryptophane.....0,2
- Acide glutamique.....0,2
- Sulfate de magnésium.....0,7

## Annexes

- Citrate de sodium.....0,5
- Sulfate d'ammonium.....0,4
- Chlorure de Sodium..... 2
- Peptone.....10
- Mannitol.....7,5
- Phosphate disodique.....4
- Phosphate monopotassique.....0,6

pH final :  $7,4 \pm 0,2$

### ➤ Réactif de Kovacs

- Paradiméthylaminobenzaldehyde.....5 g
- Alcool iso-amylque.....75 ml
- Acide chlorhydrique.....25 ml

## 2.5. Recherche des Streptocoques fécaux

### ➤ Milieu de ROTHE (milieu simple et double concentrations) en g/l d'eau distillée

	Milieu S/C	Milieu D/C
- Hydrolysate tryptique de caséine.....	12,6.....	25,2
- Peptone bactériologique.....	8.....	16
- Glucose.....	5.....	10
- Chlorure de sodium.....	5.....	10
- Phosphate dipotassique.....	2,7.....	5,4
- Phosphate monopotassique.....	2,7.....	5,4
- Azide de sodium.....	0,2.....	0,4

pH final :  $6,8 \pm 0,2$

## Annexes

### ➤ Milieu Litsky (EVA Litsky) en g/l d'eau distillée

- Peptone .....20
- Glucose.....5
- Chlorure de sodium.....5
- Phosphate dipotassique.....2,7
- Phosphate monopotassique.....2,7
- Azohydrate de sodium.....0,3
- Ethyl-violet.....0,0005

pH final :  $6,8 \pm 0,2$

### 2.6. Recherche des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

#### ➤ Gélose viande-foie en g/l d'eau distillée

- Base viande-foie.....30
- Glucose.....2
- Amidon.....2
- Agar.....11

pH final :  $7,6 \pm 0,2$

#### ➤ Sulfite de sodium à 10%

- Dissoudre 10g de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (anhydre) dans 100ml d'eau distillée stérile.
- Stériliser par un séjour de 10 min environ dans un bain marie bouillant.

#### ➤ Alun de Fer à 5%

- Dissoudre 5g de citrate ammoniacal (alun de fer) dans 100ml d'eau distillée stérile.
- L'alun de fer ne doit pas être chauffé. L'eau doit être stérile ainsi que le flacon.

### 2.7. Recherche des germes totaux

#### ➤ Gélose tryptophane - glucose de levure-agar (TGEA) en g/l d'eau distillée

## Annexes

- Tryptone.....5
- Extrait de levure.....5
- Glucose.....1
- Gélose.....15

pH final :  $7,0 \pm 0,2$

### **2.8. Recherche des Staphylocoques *aureus***

#### **Milieu Chapman : pH=7,5**

- Peptone bactériologique .....10 g
- Extrait de viande de bœuf .....1 g
- Chlorure de sodium.....75 g
- Mannitol.....10 g
- Gouge de phénol.....0,025 g
- Agar.....15 g
- Eau distillée.....1000 ml

### Annexe IV

#### ➤ Dosage des nitrates NO<sup>3-</sup>

##### • Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve à une température entre 75 et 88°C et laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 min .
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.
- Le résultat est donné directement en mg /l à une longueur d'onde de 415 nm.

(Rodier , 2005).

#### ➤ Dureté totale (TH)

##### • Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2ml de solution tampon ( pH=9,5 à 10) et quelques graine d'indicateur coloré.
- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rouge vieux au bleue.
- Le résultat est exprimé par l'équation suivante :

$$TH \text{ } ^\circ \text{ F} = V \times 10$$

Soit V le volume de solution d'EDTA titré. (Detay , 1993)

### ➤ Calcium

#### • Mode opératoire

À l'aide d'une pipette, introduire 50ml d'échantillon dans un erlenmeyer au col large.

-Ajouter 2ml de NaOH (2N) et quelques graines d'indicateur colore.

-Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au violet.

-Le résultat est exprimé en mg/l (**Rodier, 1996**).

### ➤ Détermination du magnésium (Mg<sup>+2</sup>)

#### • Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large ;

- Ajouter 2 ml de solution de **NH<sub>4</sub>OH** ;

- Une pincée de noir euriochrome T ;

- Verser la solution d'EDTA jusqu'au virage de la couleur bleu .

-Le résultat est exprimé en mg /l (**Hakmi, 2002**)

### ➤ Matière organique:

#### • Mode opératoire

-Prendre 25 ml de l'échantillon et ajouter 5 ml d'acide sulfurique [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] à mol/l, mélanger et N mettre sur plaque chauffante pendant 10 min à 97±3°C .

-Après 10 min ; ajouter 5 ml de la solution fille KMnO<sub>4</sub> à 2 mol/l, la couleur devient rose, chauffer une deuxième fois sur la plaque chauffante (10 min)

-Après 10 min, ajouter 5 ml de la solution fille d'oxalate de sodium(Na<sub>2</sub>CO<sub>4</sub>) à5 mol/l, la couleur devient transparente

-Titrer avec KmNO<sub>4</sub> à18 mol/l jusqu' au virage de la couleur à la rose pale (claire)

### ➤ Titre alcalimétrique simple

- **Mode opératoire**

- Prélever 100 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 02 à 03 gouttes de phénolphaléine ;
- Si une coloration rose apparaît titre avec l'acide sulfurique n/50 jusqu'à la disparition de couleur ;
- Si la couleur n'apparaît pas TA = 0 (pH = 8.3 donc TA = 0).

### ➤ Titre alcalimétrique complet

- **Mode opératoire**

- Prélever 100ml d'eau à analyser ;
- ajouter 02 à 03 gouttes de méthylorange à 0.5% ;
- Titrer par l'acide sulfurique N/50 jusqu'au virage rouge orange.

### ➤ Chlorure

- **Mode opératoire**

- Introduire 25 ml d'eau à analyser, dans un erlenmeyer au col large .ajouter 02 à 03 gouttes de solution de chromate de potassium à 10% ;
- Verser au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 à 3 min ;
- Soit v le nombre de millilitres de nitrate d'argent N/50 utilisés. (**kherchiche, 2013**)

### ➤ Dosage des ions nitrites

- **Mode opératoire**

- La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 25°C.

## Annexes

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un bicher.
- Ajouté 1ml du réactif I (solution de sulfanilamide) et mélange.
- Laisser reposer 2 à 8 min.
- Ajouté 1ml du réactif II ( solution de N- naphtyl- ethylenediamine ) et mélanger à nouveau.
- Laisser au repos pendant 10 min pour obtenir le développement de la coloration attendue (rose), pas plus de 2 h et mesurer l'absorbance dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 543 nm. ( **Amino et chausspied , 1983** )
- Le résultat est donné directement en mg/l.

### ➤ **Dosage de l'ammonium**

#### • **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 4 ml du réactif 1.
- Ajouter 4 ml du réactif 2, et compléter la fiole jusqu'à la jauge avec de l'eau distillée.
- Attendre 1h 30 min à l'obscurité.
- L'apparition de la couleur vert indique la présence de l'ammonium.
- Le résultat est donné directement en mg /l. (**Amino et Chausspied , 1983**) .

### ➤ **Détermination des orthophosphates PO<sub>4</sub>-3**

#### • **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml d'acide ascorbique.
- Ajouter 2 ml du réactif – mélange.
- Attendre 10 mn.
- L'apparition de la coloration bleue indique la présence des orthophosphates.

- Le résultat est donné directement en mg / l. **(Rodier, 1996).**

### ➤ **Détermination du résidu sec (RS)**

#### • **Mode opératoire**

- Tarer une capsule préalablement lavée , rincer avec de l'eau distillée et dessécher.
- Prélever 200 ml d'eau à analyser.
- Porter à l'étuve à 105°C pendant 24h.
- Laisser refroidir pendant 15 min aux dessiccateurs.
- Peser immédiatement et rapidement.
- Le résultat est exprimé par la formule suivante :

$$\text{RS (mg/l)} = (\text{PP} - \text{PV}) \times 5 \times 1000$$

PP : le poids plein de la capsule.

PV : le poids vide de la capsule. **(Rodier, 1996 ; Amino et Chausspied, 1983).**

### ➤ **Détermination des matières en suspension (MES)**

#### • **Mode opératoire**

- Mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 20 minutes.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Ensuite les peser soit p1 : poids des membranes avant filtration.
- Placer les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser à travers.
- Rendre les membranes à l'étuve (105°C) afin de les sécher pendant 20min.
- Laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2<sup>ème</sup> fois soit p2 : poids des membranes après filtration.
- Le résultat est exprimé par la formule suivante :

## Annexes

$$\text{MES (mg/l)} = ( p1 - P2 ) \times 5 \times 1000$$

P1 : poids des membranes avant filtration.

P2 : poids des membranes après filtration. (**Rodier, 1996 ; Hakmi, 2002**).

## Annexes

### Annexe V

**Tableau 1 :** Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température. [Monod., 1989]

Température	Qualité
< 20 °C	Normale
20 °C – 22 °C	Bonne
22 °C – 25 °C	Moyenne
25 °C – 30 °C	Médiocre
> 30 °C	Mauvaise

**Tableau 2:** La variation du pH de l'eau. [Zerluth., 2004]

<b>pH ≤ 5</b>	Acidité forte = présence d'acides minéraux
<b>pH = 7</b>	pH neutre
<b>7 ≤ pH ≤ 8</b>	Neutralité approchée la majorité des eaux de
<b>5.5 ≤ pH ≤ 8</b>	Majorité des eaux souterraines
<b>pH = 8</b>	Alcalinité forte évaporation intense

**Tableau 3 :** Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique. [Monod., 1989]

Conductivité électrique	Qualité des eaux	Classe
CE < 400	Bonne	1A
400 < CE < 750	Bonne	1B
750 < CE < 1500	Passable	2
1500 < CE < 3000	Médiocre	3

**Tableau 4 :** Classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit). [Merzoug S, 2009]

<b>NTU &lt; 5</b>	Eau claire
<b>5 &lt; NTU &lt; 30</b>	Eau légèrement trouble
<b>NTU &gt; 50</b>	Eau trouble

**Tableau 5 :** Grille de la qualité des eaux en nitrite .(Merzoug ,2009)

Teneurs en nitrite NO <sub>2</sub>	Qualité des eaux	Classe
<0.1	Excellente	1A
0.1 < NO <sub>2</sub> < 0.3	Bonne	1B
0.3 < NO <sub>2</sub> < 1	Passable	2
1 < NO <sub>2</sub> < 2	Médiocre	3
> 2	Excessive	4

## Annexes

**Tableau 6 :** Grille de qualité des eaux en nitrate. (Merzoug ,2009)

Teneurs en nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )mg /l	Qualité des eaux
<10	Bonne
10<NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <20	Moyenne avec signe de pollution
20<NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <40	Polluée avec une pollution nette
>40	La pollution est importante

**Tableau 7:** Grille de la qualité des eaux en ammonium.

Teneur en azote	Qualité des eaux	Classe
< 0,07	Normale	1A
0,07<NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <0,38	Bonne avec des signes de	1B
0,38< NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> < 1,54	Passable avec une pollution	2
1,54<NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> < 6,2	> Médiocre, la pollution est	3
> 6,2 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mauvaise la pollution est	4

**Tableau 8 :** Qualité des eaux en fonction de la dureté totale d'après Monod (1989).

Dureté totale (°f)	Qualité de l'eau
0 à 7°	Eau très douce
7 à 14°	Eau douce
14 à 20°	Eau moyennement dure
20 à 30°	Eau assez dure

**Tableau 9 :** Qualité des eaux en fonction de la quantité de Magnésium (Merzoug, 2009)

Magnésium mg /l	Qualité
< 30	Bonne
50	Acceptable
400	Médiocre
>400	Excessivement polluée

**Tableau 10 :** Classification des eaux selon le résidu sec (Lounnas ,2008)

RS	< 50mg/l	50 à 500 mg/l	500 à 1500 mg/l	> 1500 mg/l
Type d'eau	très faiblement	eau faiblement	moyennement	fortement