

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

1945 8

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 : Microbiologie Appliquée**

**Département : Écologie et Génie de l'environnement**

---

---

### Thème :

**Influence des rejets liquides du complexe GL1/K sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'Oued Saf-Saf**

**-SKIKDA-**

---

---

**Présenté par :**

- ✓ Hallaci Somia
- ✓ Mahboubi Loubna

**Devant le jury composé de :**

<b>Président :</b>	<b>Mr. Mokhtari A/H.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mr. Merzoug A/G.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>M<sup>me</sup> Djamaa F.</b>	<b>(M.C.B)</b>	<b>Université de Guelma</b>



## Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier vivement Mr. Mokhtari A/H Professeur au département de biologie à l'université 8 Mai 1945 de Guelma d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Nos sincères remerciements vont également à notre examinateur Mr Merzoug A/G pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Notre profonde gratitude et respect s'adressent d'abord, à Mme Djamaa F d'avoir accepté de nous encadrés, qu'elle soit vivement remerciée.*

*Notre profond remerciement à Mme Chekroud F-Z Maitre de conférences à l'université de Skikda pour son aide et ses conseils*

*Mes remerciements aussi au Mr Berramdane Lazhar pour son aide*

*Nous tenons à exprimer notre profond remerciement à tout le personnel de la zone industrielle et de station météorologique Skikda pour leur accueil et l'aide qu'il nous a apporté.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également à tout le personnel du laboratoire de la microbiologie leur immense contribution dans la réalisation de ce travail, et plus particulièrement à Mme Radia, l'ingénieur du laboratoire,*

*Nous ne saurions finir sans remercier tous les enseignants du département d'écologie et Génie de l'environnement pour leurs soutiens et formation.*

*Merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la Réalisation de ce travail*



Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire,  
la Patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le  
ciel et de dire « Alhamdoulilleh ».

*Je tiens à exprimer mes sentiments les plus respectueux et ma profonde  
Reconnaissance à mes très chers parents, pour leur présence, leur aide et  
leur Compréhension*

*Et grâce à qui j'ai pu mener à bien ce travail*

*Que Dieu me les Préserve. Je vous dois ce que je suis aujourd'hui et ce que  
je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester votre fierté  
Et ne jamais vous décevoir. Que Dieu, le tout puissant, vous préserve, vous  
accorde santé, Bonheur, et vous protège de tout mal.*

*A mon frère et mes sœurs*

*Djaber, Sara, Selma et la petite Oumaima Safa votre soutien et votre  
amour Fraternel m'ont donné la force et l'encouragement.*

*A mes chers Enseignants, ma binôme Loubna, tous mes chers amies*

*A toutes personnes qui a contribué à la réalisation de ce travail de  
Près ou de loin...*

Somia

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A ma chère **maman**, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit pour m'avoir soutenu et encouragé durant ces années d'études*

*A mon cher **père**, qui n'est jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de m'aider et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs*

*A mes chères sœurs **Asma, Amira et Aya**, pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études*

*A mon petit ange **Zaid** qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille*

*A ma chère amie **Marwa**, qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles*

*A ma chère **Binôme** pour sa entente et son soutien moral et sa patience*

*A toute la promotion de la microbiologie Appliquée 2019*

**A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment**

*Loubna*

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

## Chapitre 01 : Présentation de la Wilaya de Skikda

<b>1. Présentation de la wilaya de Skikda.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Situation géographique.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Géologie.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Réseaux hydrologique .....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Agriculture.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Population et activités.....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Industrie.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Zone industrielle de Skikda (ZIK).....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K) .....</b>	<b>8</b>
2.1.1. Gaz Naturel et le Gaz Naturel Liquéfié.....	8
2.1.2. Présentation de l'établissement.....	8
2.1.3. Composition du complexe.....	9
2.1.4. Description du procédé de liquéfaction .....	9
2.1.5. Accident de Skikda : enchainement d'évènement et conséquence.....	12

## Chapitre 02 : Description de la zone d'étude et pollution issu de complexe GL1/K de Skikda

<b>1. Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Situation géographique de l'Oued Saf-Saf.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Principaux affluents de l'Oued Saf-Saf.....</b>	<b>14</b>
1.2.1. Oued Zeramna.....	14
1.2.2. Oued Ghbel.....	15
1.2.3. Oued Haddarats.....	15
<b>1.3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude.....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Température.....	16

1.3.2. Précipitation.....	16
1.3.3. Humidité.....	17
1.3.4. Vents.....	18
1.3.5. Evaporation.....	18
<b>1.4. Réseau hydrographique.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5. Couvert végétal.....</b>	<b>19</b>
1.5.1. Surfaces bien protégées en permanence.....	19
1.5.2. Surfaces incomplètement protégées.....	19
1.5.3. Surfaces mal protégées ou nues.....	20
<b>1.6. Dangers menaçant le cours Saf-Saf .....</b>	<b>20</b>
<b>2. Pollution issu de complexe pétrochimique de Skikda.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Pollution industrielle.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Différents types de la pollution industrielle.....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Pollution organique .....	20
2.2.2. Pollution physique.....	20
2.2.3. Pollution chimique.....	20
<b>2.3. Mode de pollution.....</b>	<b>20</b>
2.3.1. Pollution diffuse.....	21
2.3.2. Pollution ponctuelle.....	22
2.3.3. Pollution périodique.....	22
2.3.4. Pollution permanente.....	22
2.3.5. Pollution accidentelle ou aigue.....	22
<b>2.4. Pollution générée par le complexe pétrochimique de Skikda.....</b>	<b>22</b>
2.4.1. Pollution hydrique causé par le complexe pétrochimique deSkikda.....	22
2.4.2. Pollution atmosphérique causé par le complexe pétrochimique de Skikda.....	23
<b>2.5. Effets de la pollution causée par le complexe pétrochimique de Skikd.....</b>	<b>23</b>
2.5.1. Sur le milieu naturel.....	24
2.5.2. Sur l'économie.....	24
2.5.3. Sur la santé.....	24

### Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

<b>1. Choix du site de prélèvement.....</b>	<b>26</b>
---	-----------

<b>2. Echantillonnage.....</b>	<b>28</b>
2.1. Matériels de prélèvement.....	28
2.2. Méthode de prélèvement .....	28
2.3. Etiquetage des flacons .....	28
2.4. Transport et conservation de l'échantillon avant l'analyse.....	29
<b>3. Paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>29</b>
3.1. Température.....	29
3.2. pH .....	29
3.3. Oxygène dissous.....	30
3.4. Conductivité électrique.....	30
3.5. Salinité.....	31
<b>4. L'analyse bactériologique.....</b>	<b>32</b>
4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux à 37 °C et à 22 °C (germes revivifiables).....	31
4.2. Dénombrement des germes test de contamination fécale.....	35
4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	34
4.2.2. Dénombrement des streptocoques fécaux .....	37
4.2.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito- réducteurs (ASR) .....	39
4.3. Recherche des germes pathogènes.....	42
4.3.1. Recherche des <i>staphylocoques</i> .....	41
4.3.2. Recherche des <i>salmonelles</i> .....	42
4.3.3. Recherche des <i>Vibrio</i> .....	44
4.3.4. Recherche des <i>Shigelles</i> .....	46
4.3.5. Recherche de <i>Pseudomonas aeruginos</i> .....	47
<b>5. Identification des germes.....</b>	<b>49</b>
5.1. Examen macroscopique.....	49
5.1.1. Aspect de colonies en surface sur milieu solide.....	49
5.1.2. Aspect des colonies en profondeur.....	50
5.1.3. Aspect des colonies en surface sur gélose linéaire.....	50
5.1.4. Aspect de la pousse en milieu liquide.....	50
5.2. Examen microscopique bactériologique.....	50
5.2.1. État frais.....	50
5.2.2. Examen après coloration de Gram .....	51

5.2.3. Recherche de l'oxydase Caractères biochimiques.....	52
<b>5.3. Caractères biochimiques.....</b>	<b>52</b>
5.3.1. Galerie biochimique classique.....	52
5.3.2. La galerie API.....	55

## **Chapitre 04 : Résultats et discussions**

<b>1. Résultats des analyses physico-chimiques.....</b>	<b>59</b>
1.1. Température.....	59
1.2. pH.....	60
1.3. Conductivité électrique.....	60
1.4. Oxygène dissous.....	61
1.5. Salinité.....	62
<b>2. Les résultats des analyses bactériologiques.....</b>	<b>63</b>
2.1. Le dénombrement des germes totaux (GT) .....	63
2.2. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.....	65
2.2.1. Le dénombrement des coliformes totaux.....	65
2.2.2. Le dénombrement des coliformes fécaux .....	67
2.2.3. Le dénombrement des streptocoques fécaux.....	68
2.2.4. Le dénombrement des bactéries anaérobies sulfite réducteurs (ASR).....	69
2.3. Recherche et identification des germes pathogènes.....	70
2.3.1. Caractères morphologiques et coloration de Gram de différents germes isolés.....	70
2.3.2. Résultats de l'identification biochimique.....	74
<b>Conclusion.....</b>	<b>82</b>

### **Références bibliographiques**

### **Résumé**

### **Abstract**

## Liste des figures :

<b>Figure 1</b> : Situation géographique de la Wilaya de Skikda.....	<b>3</b>
<b>Figure 2</b> : Principaux Oueds de la Wilaya de Skikda.....	<b>4</b>
<b>Figure 3</b> : Position géographique de la zone industrielle Skikda.....	<b>7</b>
<b>Figure 4</b> : Position du complexe GL1/K dans la zone industrielle Skikda.....	<b>8</b>
<b>Figure 5</b> : Ligne de transport du gaz Hassi R'mel-Skikda.....	<b>9</b>
<b>Figure 6</b> : Processus liquéfaction de GL1/K.....	<b>11</b>
<b>Figure 7</b> : Explosion de l'usine de GL1/1 de Skikda.....	<b>12</b>
<b>Figure 8</b> : Carte de situation géographique du bassin versant de l'Oued Saf-Saf.....	<b>14</b>
<b>Figure 9</b> : Principaux affluents de l'Oued Saf-Saf.....	<b>15</b>
<b>Figure 10</b> : Température mensuelle en (°C) durant la période (2009-2018).....	<b>16</b>
<b>Figure 11</b> : Précipitation moyenne mensuelle en (mm) durant la période (2009-2018).....	<b>17</b>
<b>Figure 12</b> : Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018).....	<b>17</b>
<b>Figure 13</b> : Variation mensuelle de vent durant la période (2009-2018).....	<b>18</b>
<b>Figure 14</b> : Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018).....	<b>19</b>
<b>Figure 15</b> : Canal de rejet de complexe de gaz naturel liquéfié (GL1/K).....	<b>23</b>
<b>Figure 16</b> : Emissions des polluants atmosphériques de complexe GL1/K.....	<b>23</b>
<b>Figure 17</b> : Image satellitaire de la localisation des points de prélèvement S1 et S2.....	<b>27</b>
<b>Figure 18</b> : Multi paramètres.....	<b>31</b>
<b>Figure 19</b> : Protocole de recherche et de dénombrement des germes totaux à 37°C et 22°C dans les eaux.....	<b>33</b>
<b>Figure 20</b> : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	<b>36</b>
<b>Figure 21</b> : Protocole de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans eaux.....	<b>38</b>
<b>Figure 22</b> : Recherche et dénombrement des clostridium sulfato-réducteur.....	<b>40</b>

<b>Figure 23</b> : Protocole opératoire de recherche et identification des staphylocoques.....	<b>41</b>
<b>Figure 24</b> : Protocole opératoire de recherche et identification des salmonelles.....	<b>43</b>
<b>Figure 25</b> : Protocole opératoire de recherche et identification des vibrio dans les eaux.....	<b>45</b>
<b>Figure 26</b> : Protocole opératoire de recherche et identification des shigelles dans les eaux...	<b>46</b>
<b>Figure 27</b> : Protocole opératoire de recherche et identification de <i>pseudomonas aeruginosa</i> dans eaux.....	<b>48</b>
<b>Figure 28</b> : Galerie API 20 NE.....	<b>57</b>
<b>Figure 29</b> : Galerie API 20 E.....	<b>57</b>
<b>Figure 30</b> : Variations de la température de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>59</b>
<b>Figure 31</b> : Variations de pH de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>60</b>
<b>Figure 32</b> : Variations de la conductivité électrique de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>61</b>
<b>Figure 33</b> : Variations de l'oxygène dissous de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>62</b>
<b>Figure 34</b> : Variations de la salinité de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>63</b>
<b>Figure 35</b> : Estimation des germes totaux à 22°C de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019) .....	<b>64</b>
<b>Figure 36</b> : Estimation des germes totaux à 37°C de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019) .....	<b>64</b>
<b>Figure 37</b> : Dénombrement des coliformes totaux par la méthode de NPP (Mars 2019).....	<b>65</b>
<b>Figure 38</b> : Estimation des coliformes totaux dans l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019) .....	<b>66</b>
<b>Figure 39</b> : Test d' <i>E.coli</i> positif et négatif.....	<b>67</b>
<b>Figure 40</b> : Estimation des coliformes fécaux dans l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019) .....	<b>67</b>
<b>Figure 41</b> : Dénombrement des streptocoques fécaux.....	<b>68</b>

<b>Figure 42</b> : Estimation des streptocoques fécaux dans l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars-Avril 2019).....	<b>68</b>
<b>Figure 43</b> : Dénombrement des ASR dans les deux stations (Mars-Avril 2019).....	<b>69</b>
<b>Figure 44</b> : Bacilles Gram négatifs (Grossissement x 100).....	<b>74</b>
<b>Figure 45</b> : Aspect des colonies sur gélose cétrimide.....	<b>74</b>
<b>Figure 46</b> : Résultats de quelques galeries biochimiques classiques.....	<b>75</b>
<b>Figure 47</b> : Profile biochimique de la souche <i>Serratia liquefaciens</i> .....	<b>77</b>
<b>Figure 48</b> : Profile biochimique de la souche <i>Aeromonas hydrophila</i> gr. 2.....	<b>77</b>
<b>Figure 49</b> : Profile biochimique de la souche <i>Salmonella</i> spp.....	<b>77</b>
<b>Figure 50</b> : Profile biochimique de la souche <i>Serratia odorifera</i> 2.....	<b>78</b>
<b>Figure 51</b> : Profile biochimique de la souche <i>Serratia liquefaciens</i> .....	<b>78</b>
<b>Figure 52</b> : Profile biochimique de la souche <i>Citrobacter freundii</i> .....	<b>78</b>
<b>Figure 53</b> : Profile biochimique de la souche <i>Pseudomonas luteola</i> .....	<b>78</b>
<b>Figure 54</b> : Profile biochimique de la souche <i>Enterobacter sakazakii</i> .....	<b>79</b>
<b>Figure 55</b> : Profile biochimique de la souche <i>Klebsiella terrigena</i> .....	<b>79</b>
<b>Figure 56</b> : Profile biochimique de la souche <i>Enterobacter cloacae</i> .....	<b>79</b>

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1 :</b> Répartition de la population occupée par secteur d'activité .....	<b>5</b>
<b>Tableau 2 :</b> Unités industrielles au niveau de la Daïra de Skikda .....	<b>6</b>
<b>Tableau 3 :</b> Paramètre et origine de La Pollution mécanique .....	<b>21</b>
<b>Tableau 4 :</b> Périodes et sites de prélèvement et informations sur le climat .....	<b>26</b>
<b>Tableau 5 :</b> Dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs .....	<b>69</b>
<b>Tableau 6 :</b> Aspect macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées à partir de nos prélèvements .....	<b>70</b>
<b>Tableau 7 :</b> Résultats du profil biochimique des <i>Pseudomonas</i> isolés .....	<b>74</b>
<b>Tableau 8 :</b> Espèces identifiées par la galerie biochimique classique .....	<b>75</b>
<b>Tableau 9 :</b> Résultats de l'identification par les API systèmes (API 20 E, API 20 NE).....	<b>76</b>
<b>Tableau 10 :</b> Répartition des espèces bactériennes isolées entre les prélèvements et les stations .....	<b>80</b>

## Liste des abréviations

**μS/cm :** Micro Siemens par centimètre.

**API :** Analytical Profile Index.

**ASR :** Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

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

**CE :** Conductivité Electrique.

**CF/ml :** Coliforme Fécaux par millilitre.

**CP1K :** Complexe de matières plastiques.

**CT/ml :** Coliformes totaux par millilitre.

**CTE :** Centrale thermique électrique.

***E. coli*** : *Escherichia coli*.

**ENGI** : Entreprise nationale de distribution et de production de gaz.

**EPA** : Eau Peptonée Alcaline.

**GL1/K** : Complexe de liquéfaction de gaz naturel.

**GN** : Gaz naturelle.

**GNAB** : Gélose Nutritive Alcaline Billé.

**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfiés.

**GT/ml** : Germes Totaux par millilitre.

**MDEA** : Solution de Méthyle Di éthanol Amine activé.

**MES** : Matières En Suspension.

**MES** : Matière en suspension.

**Mg/Nm<sup>3</sup>** : milligramme par nanomètre cube.

**MR** : fluide réfrigérant.

**NE** : Non Entérobactéries.

**NPP** : Nombre plus probable.

**NR** : Nitrate réductase.

**PEHD** : Unité de production de polyéthylène.

**Ppm** : Particule par million

**RA1K** : Complexe de raffinage RA1K.

**RM** : Rouge de méthyle.

**RTE** : Unité de transport par canalisation des hydrocarbures.

**SF/ml** : Streptocoque fécaux par millilitre.

**SFB** : Bouillon Sélénite Cystéine.

**SS** : *Salmonella-Shigella*.

**TDA** : Tryptophane Décarboxylase.

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

**TSI** : Triple Sugar Iron Agar.

**UFC** : Unité formant colonie.

**VF** : Viande Foie.

**VP** : Voges Proskawer.

**ZIK** : Zone industrielle Skikda.

## Glossaire

- **Anaérobie** : un organisme anaérobie est capable de vivre et de se développer dans un environnement dépourvu d'oxygène.
- **BCPL** : c'est un milieu utilisé pour la détection et l'isolement des entérobactériacées dans l'eau, les produits alimentaires.
- **Chapman** : est un milieu gélosé sélectif des bactéries halophiles et plus particulièrement fermentant le mannitol.
- **Chromogène** : se dit d'une substance susceptible de produire un pigment ou de permettre la pigmentation.
- **Cloche de Durham** : un tube cylindrique de petit diamètre placé à l'envers dans un tube contenant un milieu liquideensemencé afin de déceler la formation éventuelle de gaz par les micro-organismes se développant dans le milieu liquide.

- **Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен** : permet de mettre en évidence la période sèche de notre zone d'étude. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures.
- **Echangeur principale** : est un échangeur de chaleur est un équipement permettant de transférer la chaleur entre deux fluides ou plus à des températures différentes. Le même fluide peut conserver son état physique liquide ou gazeux, ou se présenter successivement sous les deux phases.
- **Entérobactéries** : Le nom d'entérobactéries a été donné parce que ces bactéries sont en général des hôtes normaux ou pathologiques, suivant les espèces microbiennes, du tube digestif de l'homme et des animaux. Elles semblent plus spécifiquement adaptées à l'homme ou l'animal, certaines sont responsables d'infections humaines parfois sévères (fièvre typhoïde, dysenterie bacillaire, peste). D'autres groupes pourtant prolifèrent en abondance dans l'environnement (sol-eaux). Elles participent aux grands cycles de dégradation des matières organiques
- **Galerie API** : (analytical profile index) est un ensemble de petits tubes prêts à l'emploi permettant l'identification de micro-organismes par la réalisation rapide et facile de tests biochimiques miniaturisés.
- **Gazoline C5+** : essence liquide, très volatile, obtenue à partir de la distillation du pétrole.
- **Halophiles** : est régulièrement employé pour désigner des organismes résistants à la présence de sel à de fortes concentrations dans leur milieu.
- **Hektoen** : est un milieu sélectif permettant l'isolement et différenciation des entérobactéries pathogènes
- **Kovacs** : réactif utilisé pour la mise en évidence de la production d'indole par les bactéries possédant une tryptophanase.
- **Mac Conkey** : un milieu de culture sélectif et différentiel pour bactéries conçu pour isoler sélectivement les bacilles Gram négatif et entériques et les différencier en fonction de la fermentation du lactose.
- **Milieu sélectif** : un milieu qui permet de sélectionner le type de bactéries qui pourront pousser sur celui-ci, alors que tous les autres micro-organismes présents sont inhibés.
- **Rothe** : bouillon utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et de dénombrement des entérocoques dans les eaux.
- **Sélénite Cystéine** : pour l'enrichissement de Salmonella qui a été préenrichie avec de l'eau peptonée tamponnée (EPT).

• **Solution de Méthyle Di éthanol Amine (MDEA)** : est un amines tertiaires sont des bases plus faibles. leur capacité d'absorption est nettement plus élevée que celle des amines primaires et secondaires, très utilisée pour le traitement des gaz acides en chimie, dans le raffinage du pétrole, la production de gaz de synthèse et le gaz naturel

• **Soupape de sécurité** : est un dispositif destiné à réguler la pression et à assurer la protection des installations.

• **Sulfite de sodium** : est un sel utilisé comme agent de conservation pour ses propriétés réductrices.

• **Technique du NPP** : cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau. L'estimation de la densité bactérienne est obtenue par application du principe de vraisemblance, à partir de réponses positives observées pour une ou plusieurs dilutions successives de la suspension bactérienne originelle dans des milieux de cultures liquides. Il s'agit d'une méthode quantique.

• **TGEA** : est un milieu développé pour la recherche et le dénombrement de la flore totale dans l'eau le lait...etc.



# *Introduction*

Pendant longtemps l'eau a été considérée comme un bien naturel, un « don du ciel » gratuit, d'exploitation facile, bon marché et pour aussi dire sans valeur. Mais l'évolution spectaculaire que connaît l'environnement urbain et industriel pose dans de nombreux pays le problème d'accès à l'eau devient de plus en plus inquiétant non seulement si on le considère du point de vue quantité mais encore et davantage peut-être sous l'aspect de la qualité (**Oucenina, 2018**).

En effet La pollution des eaux est l'un des problèmes qui préoccupe toute l'humanité. Cela résulte des activités humaines, la multiplication et de la croissance des industries le long des fleuves ou rivières, ainsi que de l'extension rapide des zones urbaines qui déversent leurs eaux usées épurées ou non dans le réseau fluvial, ce qui constitué une source de dégradation de l'environnement et suscite à l'heure actuelle un intérêt particulier à l'échelle internationale (**Sebihi, 2015 ; Aidi et al., 2014**).

Dans la région de Skikda (littoral Est Algérien) se trouve un important dispositif industriel (production d'énergie électrique, gaz naturel, pétrochimie, production de plastique et transport et raffinage des hydrocarbures) qui se situe directement sur la frange littorale. Le complexe GL1/K est situé au Nord-ouest de la zone industrielle. Malgré tout elles génèrent toujours des quantités considérables de déchets toxiques gazeux, liquides et solides à cause de la défaillance des équipements et le mauvais fonctionnement des stations de traitement. Ainsi, Leurs effluents se déversent directement dans le milieu naturel contaminant considérablement aussi bien les eaux du littoral que les réserves d'eau douce (**Mezedjri, 2008 ; Ben Ali, 2015**).

Face à cette situation précaire et pour une bonne préservation du milieu récepteur, de ce travail d'apprécier l'influence des rejets liquides de GL/1K qui sont déversés le biais de l'Oued Saf-Saf.

La partie théorique comporte deux chapitres :

Le premier chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude, nous avons aussi passé en revue le complexe GL1/K au niveau de la plateforme pétrochimique de Skikda. Il aide à comprendre l'impact de la présence de l'industrie à risque dans la ville et l'effet de cette présence sur l'espace et la société.

Le deuxième chapitre présente une description de l'Oued Saf-Saf : localisation géographique et les caractéristiques naturelles, la température et la pluviométrie... etc., à partir

des données récoltées auprès des services météorologiques de Skikda ce chapitre traite aussi le phénomène de pollution industrielle issu de complexe pétrochimique de Skikda.

La partie expérimentale comporte également deux chapitres :

Nous présentons dans le troisième chapitre les différentes techniques d'analyses ainsi que les approches statistiques adoptées dans notre étude, la zone d'échantillonnage, l'analyse physico-chimique et bactériologique.

Le quatrième chapitre est essentiellement consacré à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus.

A la fin de ce mémoire, une conclusion rappelle le travail effectué.



# *Chapitre I :*

## *Présentation de la Wilaya de Skikda*

## 1. Présentation de la wilaya de Skikda :

### 1.1. Situation géographique :

La wilaya de Skikda se situe dans la partie Nord-est de l'Algérie dans l'espace géographique compris entre l'Atlas Tellien et le littoral méditerranéen. Entre les altitudes  $36^{\circ}5'N$  et  $36^{\circ}15'N$  et les longitudes  $7^{\circ}15'E$  et  $7^{\circ}30'E$ . Couvrant une superficie totale de 4137,68 km et représentant ainsi 12% du littoral algérien avec 140km de côtes qui s'étalent de la Marsa à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest. Elle est limitée par :

- ✓ La mer Méditerranée au nord ;
- ✓ La wilaya d'Annaba à l'est ;
- ✓ La wilaya de Jijel à l'ouest ;
- ✓ Constantine et Guelma au sud ;
- ✓ Mila au Sud-ouest (Figure 1) (Aniref, 2013).



Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Skikda (Ben Rabah, 2006).

### 1.2. Géologie :

Le relief de la région de Skikda est assez accidenté, et plus particulièrement dans la partie littoral et le massif de Collo, ce relief est caractérisé par des plaines représentant la surface totale de la wilaya, et concentré au niveau des régions de Skikda, Collo, Ain Charchar et Ben Azouz. Ces plaines résultent des débouchés de Oued Guebli, Oued Saf-Saf et Oued El Kebir (Bousnane, 2015).

### 1.3. Réseaux hydrologique :

Les principaux Oueds sont permanents et prennent leur source à quelques kilomètres de la mer sont :

- ✓ Oued El-Kebir à l'est ;
- ✓ Oued Saf-Saf au centre ;
- ✓ Oued Guebli à l'ouest ;
- ✓ Oued Z'hour à l'extrême Ouest (Figure 2) (CCIS Saf-Saf, 2017).



A



B



C



D

**Figure 2 :** Principaux Oueds de la wilaya de Skikda.

(A : Oued Guebli [1], B : Zone humide de Oued-Zhor [2], C : Oued El Kebir [3], D : Oued Saf-Saf (Prise personnelle (pp), 2019)).

### 1.4. Agriculture :

La wilaya de Skikda reçoit entre 700mm/an et 1200mm/an de pluie par an elle dispose d'une superficie agricole de plus de 19000ha avec 91% de la surface agricole occupée par des cultures herbacées et 9% exploitées comme plantations arboricoles.

La grande majorité des terres agricoles productives est localisée dans de la plaine du Saf-Saf avec des cultures prédominantes les agrumes et la fraise (Bouhayene, 2015).

### 1.5. Population et activités :

La population totale de la wilaya est estimée à 964 045habitants, soit une densité de 235habitants par Km<sup>2</sup>.

- ✓ Taux de croissance de la population : 1,00% ;
- ✓ Population active : 307547hab ;
- ✓ Population occupée : 275103hab (Tableau 1) (Aniref, 2013).

**Tableau 1** : Répartition de la population occupée par secteur d'activité (Aniref, 2013).

Secteur d'activité	Nombre d'emplois	Part en %
Agriculture	91471	42
BTPH	17423,12	8
Industrie	15680,808	7.2
Service	55100,617	25.3
Administration	32014,983	14.7
Artisanat	3484,624	1.6
Tourisme	2613,468	1.2
Total	217 789	100

### 1.6. Industrie :

Mis à part la valorisation des hydrocarbures, la wilaya dispose d'un tissu industriel constitué d'unités de transformation de matériaux et de substances utiles (bois, liège), d'agroalimentaire, de textile et de sidérurgie.

Dans le domaine énergétique, neuf unités de production activent au niveau de la zone industrielle de Skikda. Ces unités œuvrent, pour l'essentiel, dans le domaine pétrochimique. Les plus importantes sont la raffinerie (RA1K), le complexe matière plastique (CP1K), le complexe liquéfaction de gaz naturel (GL1/K) l'existence d'une plate-forme industrielle de cette importance confère à la wilaya un cachet technologique de haut niveau (Tableau 2) [4].

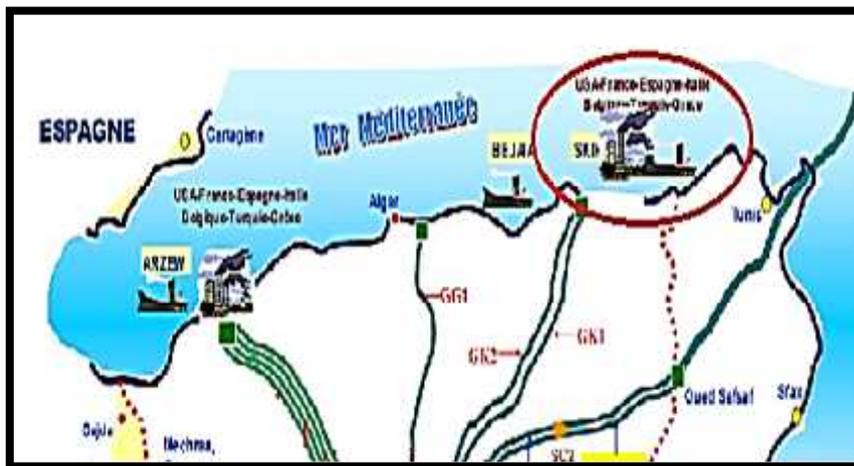
**Tableau 2 : Unités industrielles au niveau de la Daïra de Skikda (Sehab, 2013).**

Nom de l'unité	Nature de l'activité
Linde de gaz Algérie Entreprise de production et de distribution de gaz industriels	Production et distribution de gaz de l'aire Industriels
GL1/K complexe de liquéfaction du gaz naturel de Skikda	Liquéfaction du gaz naturel
DRGS société de transport par canalisation des hydrocarbures	Transport par canalisation des hydrocarbures liquides et gazeux
SOMIK société de maintenance industrielle de Skikda	Maintenance industrielle
Entreprise emballage métallique Hamrouche Hamoudi	Fabrication d'emballage métallique Industriel
Complexe de raffinage de pétrole	Raffinage du pétrole
Complexe des matières plastiques	Industrie chimique et pétrochimique
NAFTAL BITUME Skikda	Fabrication du cat back
Centrale Thermoélectrique de Skikda	production de l'électricité
Unité de traitement de marbre	Production de marbre

## 2. Zone industrielle de Skikda (ZIK) :

Skikda a été choisie pour l'implantation d'une zone industrielle pétrochimique de l'Est Algérien le 22/01/1970 (**Annexe 1**), cette zone industrielle est la seconde importante zone industrielle à l'échelle nationale après celle d'Arzew par l'inclusion d'important complexe, unité industrielle, de différentes entreprises et sociétés de services, elle assure 27% des exportations de GNL vers l'Europe

La zone industrielle de Skikda (ZIK) est située à l'est de la ville de Skikda et couvre une superficie de 1200ha, elle regroupe plusieurs unités spécialisées dans le transport, le raffinage et la transformation des hydrocarbures (Figure 3) (**Mezedjri et al., 2008**).



**Figure 3** : Position géographique de la zone industrielle Skikda (**Sedra, 2017**).

La zone industrielle est constituée des complexes suivants :

- ✓ Un complexe de raffinage (RA1K) ;
- ✓ Un complexe de liquéfaction de gaz naturel (GL1/K) ;
- ✓ Une unité de transport par canalisation des hydrocarbures (RTE) ;
- ✓ Un complexe de matières plastiques (CP1K) ;
- ✓ Une entreprise nationale de distribution et de production de gaz (ENGI) ;
- ✓ Une unité de production de polyéthylène (PEHD) ;
- ✓ Une centrale thermique électrique (CTE) (**Djema, 2013**).

Parmi ces différentes unités industrielles qui regroupe la plateforme pétrochimique de Skikda (ZIK) on s'intéresse à la présentation de complexe de liquéfaction de gaz naturel (GL1/K).

## 2.1. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K) :

### 2.1.1. Gaz naturel et le gaz naturel liquéfié :

Le gaz naturel est un combustible fossile. Trouvé naturellement sous forme gazeuse est la deuxième source d'énergie la plus utilisée dans le monde après le pétrole, est un mélange d'hydrocarbures dont la teneur en méthane est supérieure à 80 % il contient aussi de l'éthane, du propane, du butane, le pentane et des traces d'hydrocarbures lourds. Peut contenir aussi de l'hydrogène H<sub>2</sub>, l'azote N<sub>2</sub>, le gaz carbonique CO<sub>2</sub> et de l'eau H<sub>2</sub>O (Tabet, 2017).

Le Gaz Naturel Liquéfié est du gaz naturel rendu liquide, joue un rôle important parmi les matières premières dans l'industrie du gaz (Ould chikr, 2008).

### 2.1.2. Présentation de l'établissement :

Le complexe GL1/K est situé au Nord-ouest de la zone industrielle à hauteur de l'embouchure de l'Oued Saf-Saf sur la mer méditerranée, réalisé entre 1972 et 1977, s'étend sur près de 98ha. Distant de 2kilomètres par rapport aux habitations les plus proches. Reçoit par pipes de 40 pouces et 580 km du GN du gisement de Hassi R'mel, sa capacité annuelle de production est de 6 millions de m de GNL et celle de stockage est de 308 000 m<sup>3</sup>. Il emploie 1200 travailleurs permanents (Figure 4) (Cheguatmi, 2011 ; Rouainia *et al.*, 2012).



Figure 4 : Position du complexe GL1/K (source : Google Earth, 2019).

### 2.1.3. Composition du complexe :

Le complexe comprend principalement :

- 03 trains de liquéfaction de GN.
- 01 unité GPL pour le traitement et le stockage du propane et du butane.
- 01 parc de stockage.
- Une unité centrale pour la production des utilités : Vapeur, Air instrument et service, Azote Eau déminéralisée et distillée, Hypochlorite de soude (Eau de Javel) (Miles, 2009).

### 2.1.4. Description du procédé de de liquéfaction :

Le complexe GL1/K comprend des installations de réception du gaz naturel (GN) produit par les champs gaziers de Hassi R'mel. Les objectifs principaux du complexe sont :

- Le traitement et la liquéfaction du gaz naturel.
- L'extraction des sous-produits, à savoir l'éthane, le propane, le butane et le Pentane

Chaque unité de liquéfaction se compose de 04 sections :

- ✓ Section de traitement de gaz naturel.
- ✓ Section liquéfaction.
- ✓ Section fractionnement.
- ✓ Section stockage (Figure5) (Tabet, 2017).

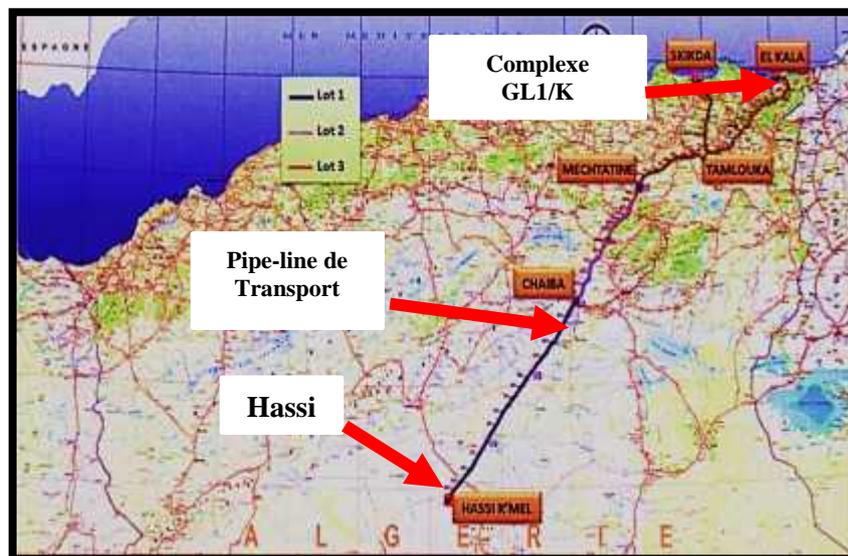


Figure 5 : Ligne de transport du gaz Hassi R'mel – Skikda (Tabet, 2017).

**❖ Traitement de gaz naturel :****✓ Procédé de décarbonatation :**

pour éliminer le CO<sub>2</sub> contenu dans le GN qui arrive à 0.19% doit être réduit à 50 Ppm pour éviter la solidification dans la section liquéfaction par adsorption chimique par une solution de Méthyle Di éthanol Amine activé (MDEA) (Miles, 2009).

**✓ Procédé de déshydratation :**

Lors de la liquéfaction, le GN est refroidit par étape depuis +35°C à -164°C. Si l'eau, contenue dans le gaz, n'est pas extraite elle se solidifierait et pourrait provoquer le bouchage de l'échangeur principal. Le séchage est réalisé par trois sécheurs qui fonctionnent alternativement. Le taux d'humidité à la sortie doit être inférieur à 1ppm (Sedra, 2017).

**✓ Procédé de démercurisation :**

La dernière unité de traitement, elle est conçue pour éliminer le mercure du gaz à travers l'adsorbent de mercure, qui contient un lit de charbon imprégné de soufre ce qui réduit la teneur en mercure est abaissée de 5 mg/Nm<sup>3</sup> (Miles, 2009).

**❖ Liquéfaction de gaz naturel :**

C'est l'étape la plus importante, elle consiste à combiner entre l'abaissement de la température du gaz et l'augmentation de sa pression. C'est-à-dire, en comprime suffisamment le gaz puis on enlève sa chaleur par un fluide réfrigérant (MR) dans l'échangeur principal, le GNL est liquéfié à une température de -162°C sous la pression Atmosphérique est stocké dans un bac de 150 000 m<sup>3</sup> (Bessam, 2008).

**❖ Fractionnement :**

Le rôle de cette section séparer les constituants lourds (éthane, propane, butane, gazoline C5+) du gaz traité pour avoir un GNL qui répond aux spécifications commerciales (Tabet, 2017).

**❖ Stockage :**

Selon le site de production, les caractéristiques du GNL, sont très différentes, notamment la densité, la réception de GNL de densités différentes pose des problèmes de stockage. Si l'on injecte, dans un réservoir du GNL plus dense, donc plus lourd que celui qui s'y trouve déjà deux possibilités :

- ✓ l'injection se fait par le haut du réservoir : les GNL se mélangent bien mais il y'a déperdition de gaz. On appelle cela « roll-over »
- ✓ l'injection se fait par le bas du réservoir : les GNL se mélangent mal mais la qualité du gaz n'est pas constante (Figure 6) (Bessam, 2008).

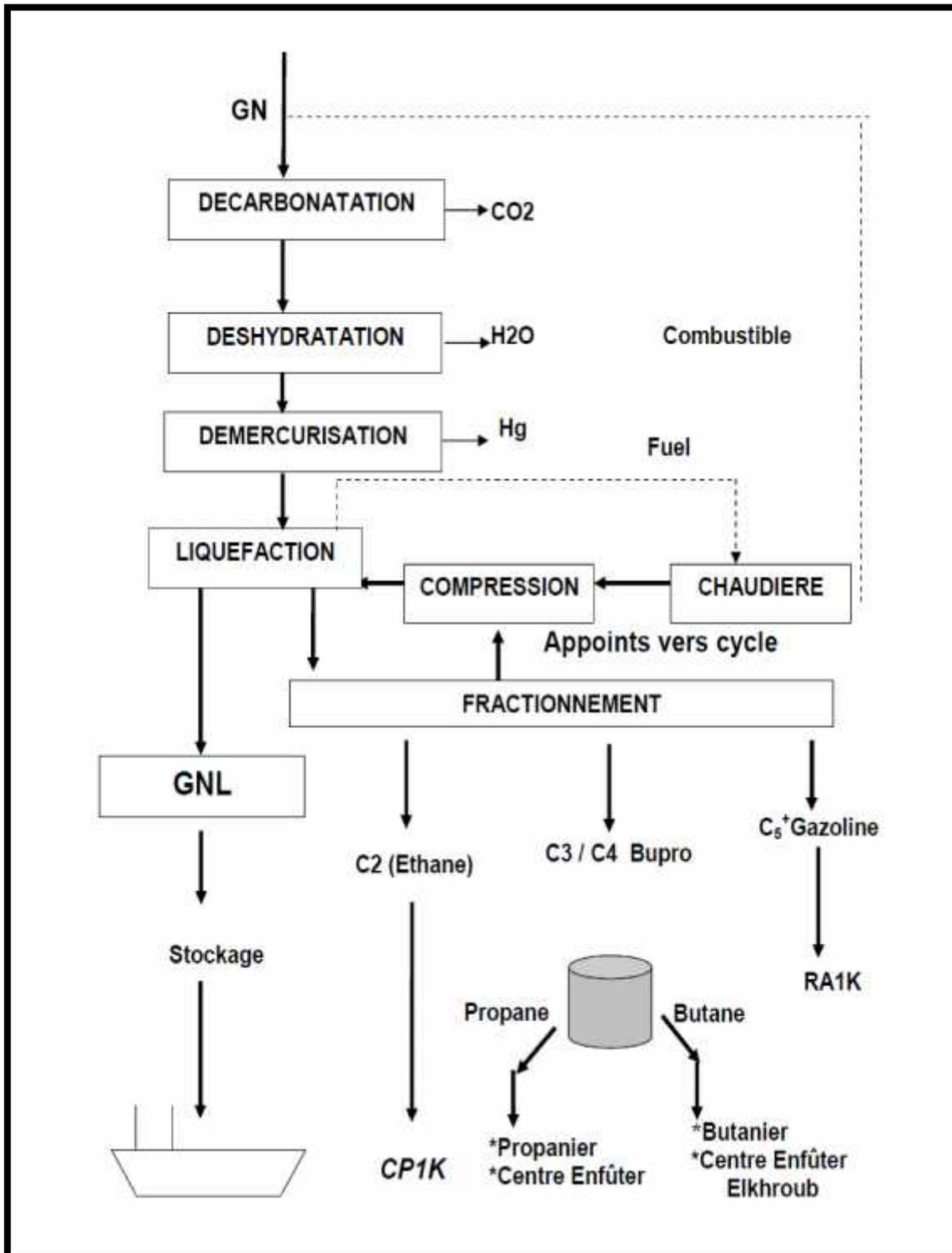


Figure 6 : Processus liquéfaction de GL1/K (Sedra, 2017).

### 2.1.5. Accident de Skikda : enchaînement d'évènements et conséquence :

#### ❖ Description de l'accident :

Le 19 janvier 2004 à 18h 40min, une explosion a eu lieu à l'usine de GL1/K de Skikda. Aucun événement anormal ne s'est produit avant l'accident. Cependant, vers 18h 39min, un opérateur de la salle de contrôle de l'unité 40 a remarqué que la pression de vapeur dans le tambour de la chaudière montait rapidement au point où la soupape de sécurité était actionnée. L'opérateur a réduit le débit de gaz combustible aux brûleurs au minimum, bien que cela n'ait pas arrêté la soupape de pression.

À 18h 40min, un opérateur près de l'unité 30 commence à signaler à la salle de commande de l'unité 40 en utilisant un interphone qu'un nuage de vapeur se formait sur l'unité 40. Au même moment, une première explosion se faisait entendre, suivie immédiatement d'une seconde explosion plus massive et d'une énorme boule de feu.

Les incendies qui ont suivi ont rapidement englouti les unités 40, 30 et 20. Après 8 heures, le feu sur les unités 20, 30 et 40 a été éteint (**Ouddai et al., 2012**).

Après l'occurrence de l'accident GL1/k, le décret 06-161 du 17 mai 2006 a été promulgué pour déclarer la zone industrielle de Skikda comme zone à risques majeurs (Figure 7) (**Boulkaibet, 2011**).



**Figure 7 :** Explosion de l'usine de GL1/K de Skikda [5].

**❖ Impacts de crise :****Economique :**

Perte de 3 trains de liquéfaction. Manque à produire de 04 années. Détérioration des infrastructures de base. Réadaptation du plan d'investissement et de développement remplacement des unités détruites. Indemnisation des victimes. Perte de 80% de la documentation des données informatisées.

**Social :**

Perte de 27travailleurs. Affectation directe de 112 blessés dont 70hospitalisés. Suivi social et psychologique des agents affectés. Angoisse et stress affectant le milieu industriel du pôle inquiétude et angoisse des riverains et des familles des travailleurs en milieu industriel. réadaptation du collectif du complexe GL1/K. Vulnérabilité et peur du danger  
Organisationnel



# *Chapitre III :*

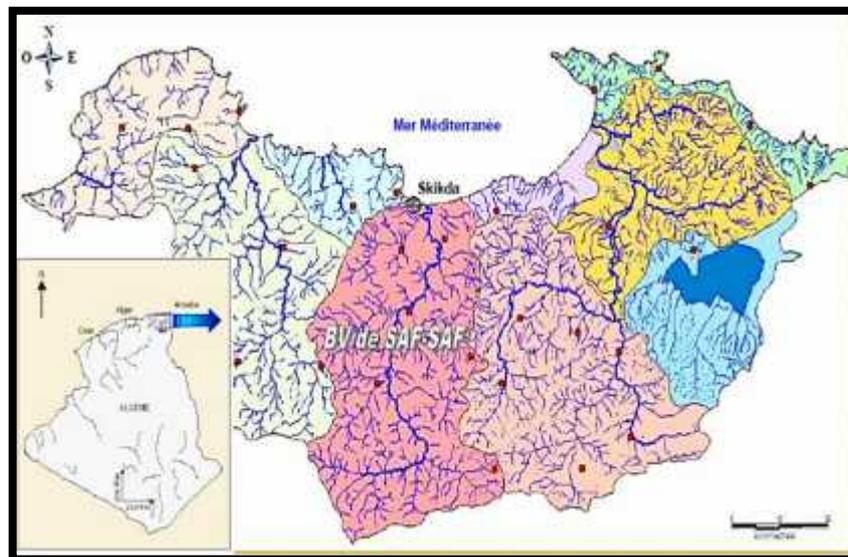
*Description de la zone  
d'étude et pollution issu de  
complexe GL1/K*

## **1. Présentation de la zone d'étude :**

### **1.1. Situation géographique de l'Oued Saf-Saf :**

Se trouvant au centre du terrain d'étude, c'est le principal oued dans le bassin versant de Saf-Saf, il débute au Sud dans les monts de Constantine, de direction Nord-Sud sa longueur est de 53.19 Km, ses principaux affluents sont l'Oued Zeramna, Oued Haddaratz et Oued Ghbel. Le profil en long du cours d'eau principal montre qu'en amont, les pentes sont beaucoup plus élevées qu'à l'aval, elles sont de 11.3 m/Km au niveau de l'oued Brahim et Bouadjeb, et de 2.3 m/Km au environ d'El Harrouch (Figure 8) (Ben Rabe, 2006).

Saf-Saf est une rivière qui borde la (ZIK) par l'ouest sur une longueur de 6 km. Sa largeur moyenne est d'environ vingt mètres avec un débit de 569m<sup>3</sup>/s (Mezedjri *et al.*, 2008).



**Figure 8 :** Carte de Situation Géographique du Bassin Versant de l'Oued Saf-Saf (Maou, 2011).

### **1.2. Principaux affluents de l'Oued Saf-Saf :**

- ✓ Oued Zeramna ;
- ✓ Oued Ghbel ;
- ✓ Oued Haddrats.

#### **1.2.1. Oued Zeramna :**

Le sous bassin versant de l'Oued Zeramna est situé au Nord-Ouest du bassin versant de l'Oued Saf-Saf dont ces latitudes sont : 36°-37° Nord et les longitudes sont : 6°30 et 7°.

Il est limité au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par la commune d'El-Hadaeik, à l'Ouest par Djebel Ksir-Sasi et à l'est par l'Oued Saf-Saf, ainsi que les communes de Hamadi Krouma et Hamrouch Hamoudi (Boucenna, 2007).

### 1.2.2. Oued Ghbel :

Le sous bassin drainé par l'Oued Ghbel est assez étendu, de faible pente formée par des formations du Quaternaire peu perméable d'où la présence de zones marécageuses assez fréquente. D'une longueur de 17.5km, l'Oued Ghbel prend naissance dans la région de Mdjez Ed chiche, qui se déverse ensuite dans l'Oued Saf-Saf sous le nom de Oued Aneur (**Ben Rabah, 2006**).

### 1.2.3. Oued Haddarats :

L'Oued Haddarats draine un terrain relativement large de 9.7km carré marqué par des pentes modérées il s'écoule du Sud vers le Nord en traversant des terrains quasiment quaternaire avec les sommets des koudiats recouverts de grés numidiens (Figure 9) (**Ben Rabah, 2006**).

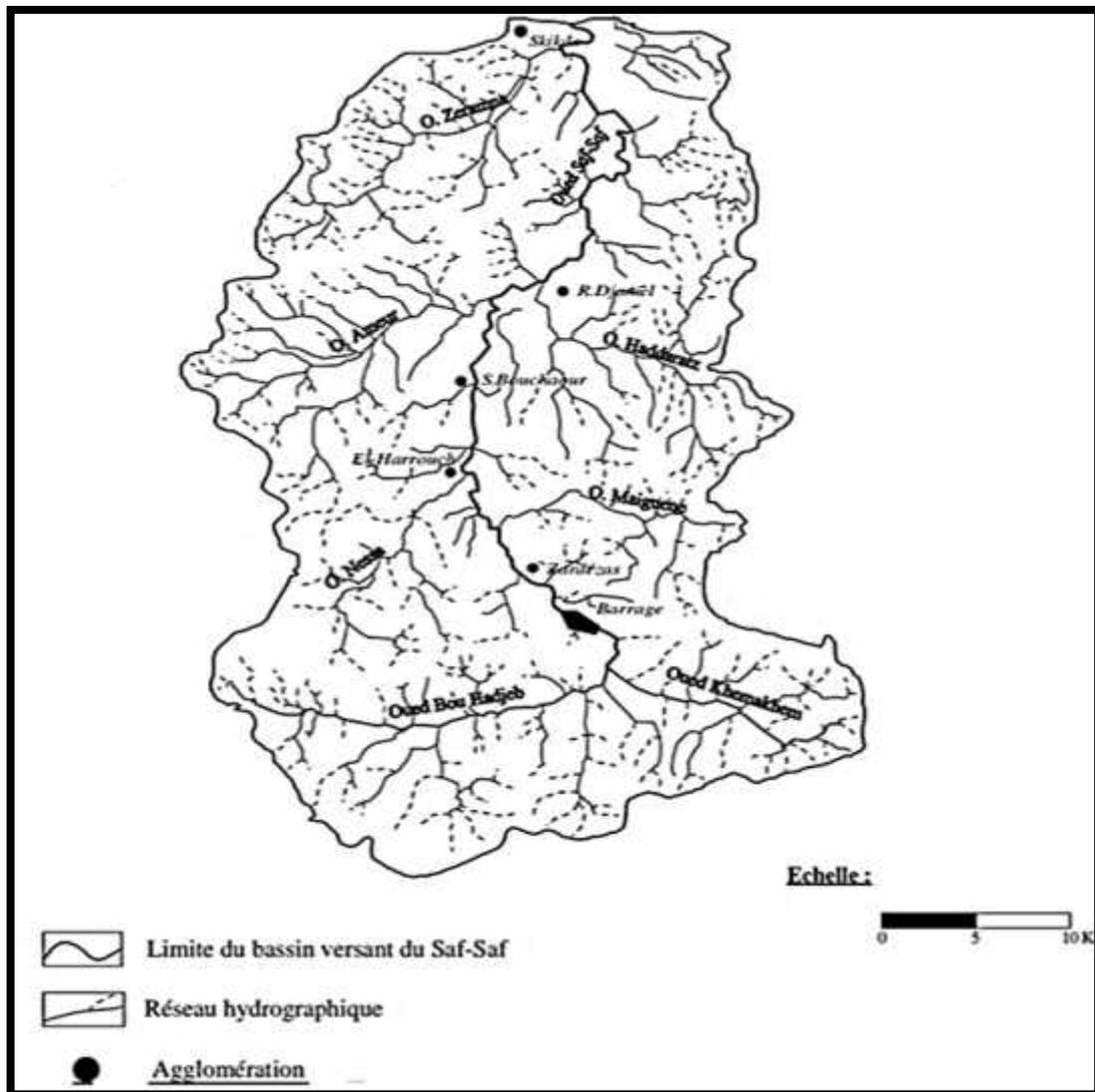
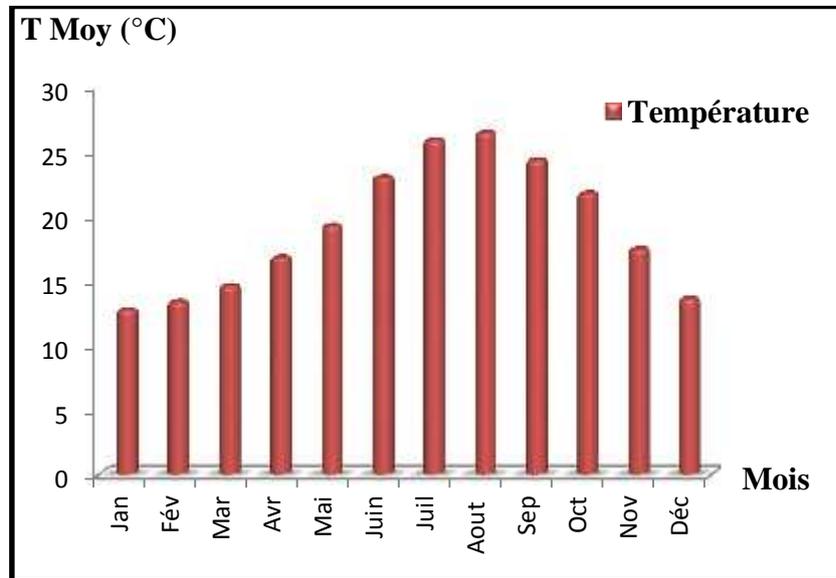


Figure 9 : Principaux affluents de l'Oued Saf-Saf (**Khelfaoui et al., 2010**).

### 1.3. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude :

#### 1.3.1. Température :

La température est un facteur climatique très important qui réagit directement, avec les autres facteurs météorologiques (précipitation, humidité, etc.), le développement de la végétation et le phénomène de l'évapotranspiration (Figure 10) (Belabed, 2010).

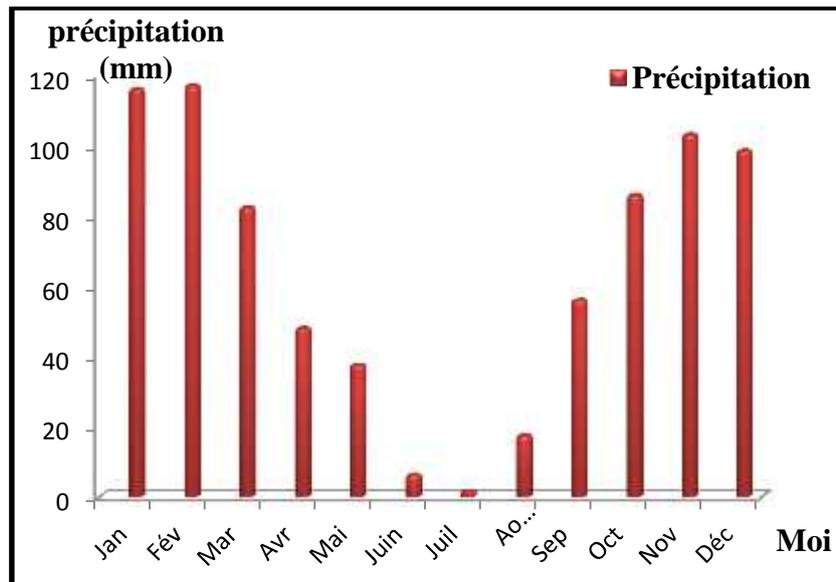


**Figure 10 :** Température mensuelle en (°C) durant la période (2009-2018)  
(Station de météo Skikda, 2019).

A partir des données présentées dans la figure 10, nous observons que les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période estivale (Juin à Septembre) dont le mois le plus chaud est le mois d'Août avec une température maximale de 26.37°C. Par contre, les températures les plus basses sont observées pendant la période d'hiver (Décembre à Mars) dont le mois de Janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 12.67°C.

#### 1.3.2. Précipitation :

Faisant partie de l'extrême Nord-est de l'Algérie, le bassin versant de l'Oued Saf-Saf jouit d'un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes : la saison humide, relativement fraîche et la saison sèche, plus chaude (Figure 11) (Maou, 2011).

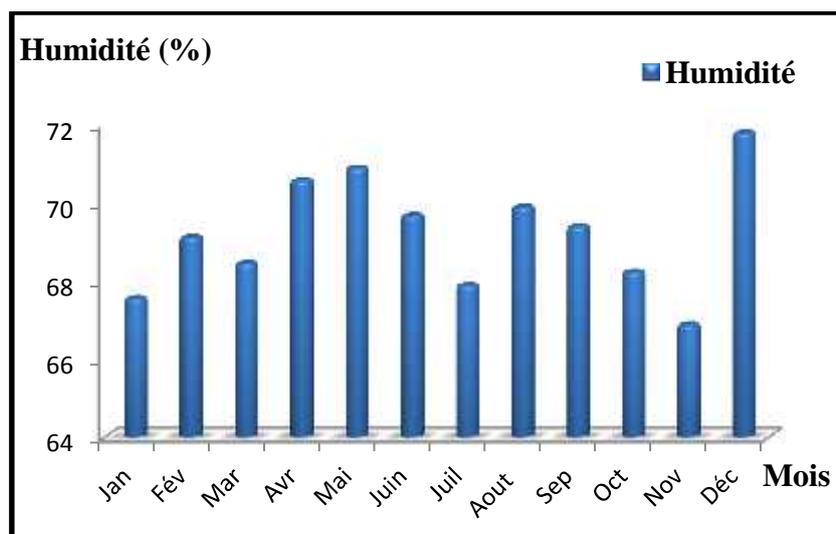


**Figure 11 :** Précipitation moyenne mensuelle en (mm) durant la période (2009-2018) (Station de météo Skikda, 2019).

A partir des données présentées dans la figure 11 le mois de Février est le mois le plus pluvieux avec une pluviométrie moyenne de 126,01mm, et le mois de juillet est le mois le plus sec avec une précipitation moyenne de 1,64mm.

### 1.3.3. Humidité :

La richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), la mer, les nombreux plans d'eau contribuent au maintien d'une humidité élevée pendant toute l'année (Figure 12) (Chettibi, 2014).



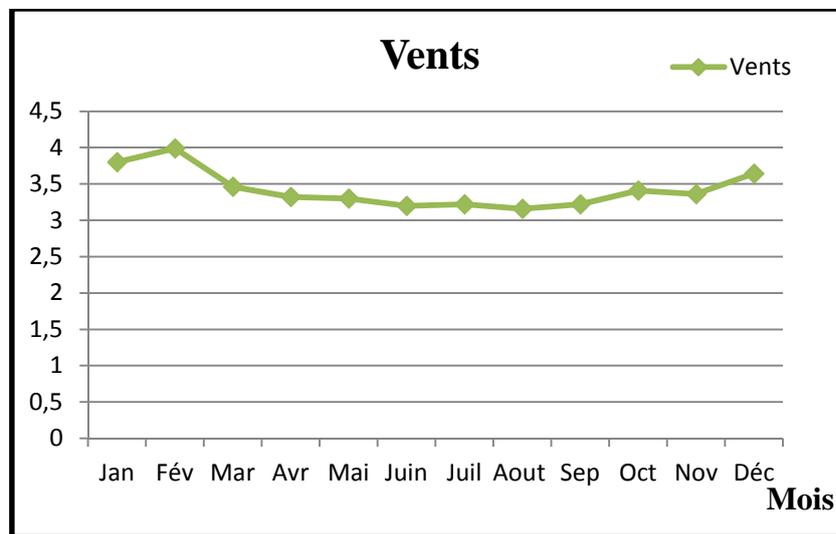
**Figure 12 :** Variation mensuelle de l'humidité relative durant la période (2009-2018) (Station de météo Skikda, 2019).

La figure 12 montre d'une humidité élevée pendant toute l'année. La valeur la plus élevée est pendant le mois de décembre avec 71,77% et la valeur la plus moins est observer pendant le mois de novembre avec 66,88%.

#### **1.3.4. Vents :**

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse (**Boumaraf, 2010**).

La zone littorale de Skikda, est particulièrement soumise à des vents violents en entraînant de multiples dommages tant sur la terre que sur la mer. La direction des vents est Sud-Ouest à Sud-Est et elle à une grande influence sur le mouvement des vagues et leur déferlement sur la côte (**Bouzeghaya et al., 2016**).

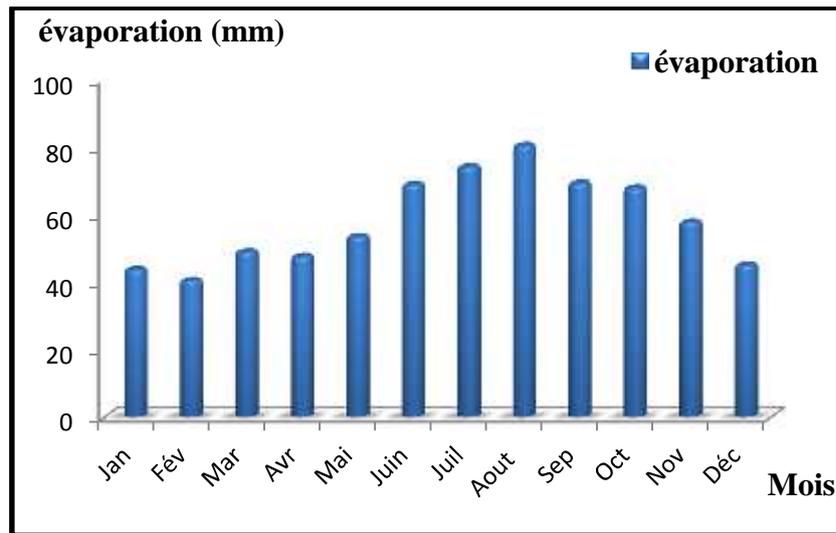


**Figure 13 :** Variation mensuelle de vent durant la période (2009-2018)  
**(Station de météo Skikda, 2019).**

Selon la figure 13 La vitesse maximale des vents a été enregistrée durant le mois de février avec une valeur de 4,1 m/s.

#### **1.3.5. Evaporation :**

L'évaporation est un phénomène très important puisqu'il concerne environ la moitié de l'eau issue des précipitations. Mesurée par unité de temps, elle varie bien sûr d'une époque de l'année à l'autre en fonction de la radiation nette, la vitesse du vent et l'humidité de l'air (**Vilaginès, 2010**).



**Figure 14 :** Variation mensuelle d'évaporation durant la période (2009-2018) (Station de météo, 2019).

Selon la figure 14 la valeur maximale de l'évaporation a été enregistrée pendant le mois d'Aout 80,26 mm tandis que la valeur minimale a été enregistrée pendant le mois de Février 41,01 mm.

#### **1.4. Réseau hydrographique :**

Réseau hydrographique est ensemble des cours d'eau affluents et sous affluents d'une même rivière ou d'un même fleuve dont il prend le nom Oued Saf-Saf s'écoule du Sud vers le nord en prenant une direction N140° vers son exutoire, il affiche diverses directions ainsi que des angularités lors de sa traversé de la plaine de Skikda (Lambert, 1996).

#### **1.5. Couvert végétal :**

##### **1.5.1. Surfaces bien protégées en permanence :**

Les terrains protégés en permanence correspondent aux forêts, et aux prairies naturelles ou artificielles permanentes. Dans le bassin versant du Saf-Saf, ils couvrent près de 25% de la superficie totale du bassin (28700ha) (Maou, 2011).

##### **1.5.2. Surfaces incomplètement protégées :**

Il s'agit d'une couverture végétale qui laisse le sol partiellement nu en permanence entre les plantes (vergers). La couverture végétale n'occupe densément le sol que pendant une partie de l'année (couverture saisonnière : terres labourées par les cultures maraîchères et de plein champ). Ce type de culture est le plus dominant dans le bassin versant du Saf-Saf (Maou, 2011).

### **1.5.3. Surfaces mal protégées ou nues :**

Ce type de surface favorise le ruissellement et l'érosion hydrique. Ce sont des terrains dénudés ou recouverts de broussailles de faible densité (Maou, 2011).

### **1.6. Dangers menaçant le cours Saf-Saf :**

Les questions de qualité de l'eau sont au cœur des enjeux futurs de la gestion des ressources hydriques dans le bassin du Saf-Saf. En plus de la pression exercée par les différents usagers, les ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf se trouvent donc menacées dans leur qualité, sous l'effet des pollutions qu'elles subissent, principalement des pratiques industrielles et agricoles intensives ainsi que celles de l'individu dans son habitat (pollution domestique). Il s'agit donc d'un problème à grande échelle, dont l'extension est constante (Khelfaoui *et al.*, 2010).

## **2. Pollution issu de complexe pétrochimique de Skikda :**

L'eau est le vecteur choisi par l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu à la formation d'eaux usées, présentes en différentes concentrations à l'état pur ou mélangé. Par ailleurs, presque tous les processus industriels et artisanaux consomment de l'eau et rejettent des eaux résiduelles. Sous cette terminologie, on groupe habituellement des eaux d'origine très diverses (Koller, 2009).

### **2.1. Pollution industrielle :**

C'est la contamination de masses d'eau naturelles par des substances chimiques, physiques, radioactives ou pathogènes causée par de nombreuses façons ; élimination des eaux usées, des effluents drainés, des déchets déversés par les industries dans des décharges situées à proximité d'une source d'eau et des rejets des mines (Sengupta, 2017).

### **2.2. Différents types de la pollution industrielle :**

#### **2.2.1. Pollution organique :**

C'est les effluents chargés de matières organique fermentescibles, fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucrerie ...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux (Belhadji *et al.*, 2016).

### **2.2.2. Pollution physique :**

#### **❖ Pollution thermique :**

Elle résulte des rejets d'eaux à température trop élevée (eaux de refroidissement par exemple) qui influent à la fois sur la solubilité de l'oxygène et sur l'équilibre biologique du milieu (Boeglin *et al.*, 1997).

#### **❖ Pollution radioactive :**

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouve sa source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire (installations et centrales nucléaires, exploitation de mines d'uranium, traitement des déchets radioactifs...) (Boeglin *et al.*, 1997).

#### **❖ Pollution mécanique :**

La pollution mécanique est caractérisée par une accumulation importante de matière en suspension (MES) (Tableau 4) (Le Pimpec *et al.*, 2002).

**Tableau 3 : Paramètre et origine de La Pollution mécanique (Le Pimpec *et al.*, 2002).**

<b>Paramètre caractéristiques</b>	<b>Origine présumée</b>
✓ Aspect de l'eau	✓ Industrie extractive : carrière. sablière forage géothermique
✓ MES	✓ Vidange de barrage d'étang

### **2.2.3. Pollution chimiques :**

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle regroupe les hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols, métaux lourds, cyanure, azote, phosphore (Sahnoun, 2010).

### **2.3. Mode de pollution :**

Selon l'origine et la manière avec lequel les polluants sont transportés vers les milieux aquatiques on distingue :

#### **2.3.1. Pollution diffuse :**

Due aux pesticides et des engrais sur les terres agricoles, elle concerne l'ensemble d'un bassin versant en mettant plus de temps pour atteindre les milieux aquatiques, et ne peut être traitée qu'à la source en diminuant l'usage de substances responsables (Chaoui, 2013).

**2.3.2. Pollution ponctuelle :**

Ils correspondent à l'exutoire d'un réseau, et peut s'apparenter à un affluent d'eau chargée en matières polluantes, la conduite d'évacuation d'une usine, le rejet d'un réseau d'eaux usées urbains ou d'une station d'épuration, le tuyau de la fosse septique d'une résidence, en sont autant d'exemples, ces rejets sont bien localisés (**Brigitte et al., 2003**).

**2.3.3. Pollution périodique :**

Celle qui apparait périodiquement suite à l'augmentation des rejets lié au tourisme et aux crues (**Chaoui, 2013**).

**2.3.4. Pollution permanente :**

Ce type de pollution est liée aux activités humaines, il s'agit des rejets domestiques des agglomérations (**Melquiot, 2003**).

**2.3.5. Pollution accidentelle ou aigue :**

Liée au déversement intempestif de produits toxiques d'origine industrielle, agricole, ou de lessivage des sols urbains (**Chaoui, 2013**).

**2.4. Pollution générée par le complexe pétrochimique de Skikda :**

Toute concentration d'activités génère des licenciements liquides. Ces licenciements sont soit, rejetés directement en mer, soit par la pente de l'Oued Saf-Saf qu'il a également réussi par la suite en mer.

**2.4.1. Pollution hydrique causé par le complexe pétrochimique de Skikda :**

Utilisant de grandes quantités d'eau de mer (traitée) lors du cycle de production, le GL1/K génère des eaux industrielles représentées par :

❖ **Eaux de refroidissement :**

Rejetées directement en mer (114000m<sup>3</sup>/h) sans traitement préliminaire.

❖ **Eaux de processus :**

Représentées par les eaux déshuilées évacuées par le canal de rejet vers la mer et les solutions de régénération (HCL, NaOH), ces solutions sont collectées dans une fosse de neutralisation qui est purgée vers la mer 1fois/semaine en moyenne (**Gueddah, 2003**).

❖ **Eaux domestiques :**

Au complexe GL1/K, les eaux usées domestiques sont collectées dans des fosses septiques et évacuées par la suite à la mer (à travers le canal de rejet) (Figure15) (**Gueddah, 2003**).



**Figure 15 :** Canal de rejet de complexe de gaz naturel liquéfié (GL1/K) (pp, 2019).

#### **2.4.2. Pollution atmosphérique causé par le complexe pétrochimique de Skikda :**

Le complexe de gaz naturel liquéfié (GL1/K) possède deux torches et deux brûleurs. Les gaz brûlés (pentanes, heptanes, octanes et autres) entraînent un dégagement de monoxyde de carbone polluant l'atmosphère (Figure 16) (Labar, 2009).



**Figure 16 :** Emissions des polluants atmosphériques de complexe (GL1/K) (pp, 2019).

#### **2.5. Effets de la pollution causée par le complexe pétrochimique de Skikda :**

Depuis les années 1969 avec la mise en route du complexe de liquéfaction du gaz naturel (GL1/K) et les autres complexes qui ont suivi qui rejettent le plus de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), et SONATRACH est classée 17ème pollueur mondial, puisque l'extraction et la production d'hydrocarbures, les centrales électriques, ...sont les activités les plus polluantes (Oudina, 2014).

La wilaya de Skikda était avant l'installation des industries à prédominance agricole, des études antérieures ont montré que la faune et la flore qu'elles soient marines ou terrestres

étaient riches mais, depuis c'est la descente aux enfers puisque de nombreuses espèces ont disparu ou en voie de l'être (**Oudina, 2014**).

### **2.5.1. Sur le milieu naturel :**

Les modifications de température et de pH, perturbent le développement normal de la faune et de la flore. Le rejet de matière organique entraîne une surconsommation d'oxygène par les microorganismes et en prive d'autant les poissons. Les matières en suspension conduisent aussi au colmatage des branchies des poissons, les rejets d'azote et de phosphore favorisent l'eutrophisation des lacs. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes (**Bougouizi, 2014**).

### **2.5.2. Sur l'économie :**

Les effets néfastes de la pollution des ressources en eau sont en effet multiples, sur les plans économique et social. On peut citer, en particulier :

- ✓ L'industrie est un gros consommateur d'eau et ses exigences, en termes de qualité de l'eau, sont parfois très élevées. C'est pourquoi, la dégradation des ressources peut devenir un frein au développement industriel (c'est d'ailleurs l'une des raisons qui a amené les pays industrialisés, avant les autres, à se soucier de l'état de leurs ressources) ;
- ✓ L'exploitation des milieux aquatiques (pisciculture, loisirs...) sera entravée en cas de pollution ;
- ✓ L'altération de la qualité de vie consécutive à la pollution du milieu influera sur la dépréciation d'un site ;
- ✓ L'agriculture a largement recours aux eaux brutes, non traitées, pour l'irrigation des sols. Une eau de mauvaise qualité ne sera donc pas sans conséquence sur la production agricole (**Diallo, 2005**).

### **2.5.3. Sur la santé :**

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues :

- ✓ Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites) ;
- ✓ Filaires (maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides) ;
- ✓ Le choléra, dû aux vibrions cholériques présent dans les eaux souillées ;
- ✓ L'hépatite A (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées) ;

**Chapitre II description de la zone d'étude et pollution issu de complexe GL1/K Skikda**

- ✓ Et les autres comme les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très grave chez le jeune enfant ;
- ✓ Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre ..., présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leurs natures, pathologies qui peuvent être très graves, voir mortelles (**Bougouzi, 2014**).



*Chapitre III :*  
*Matériel et Méthodes*

### 1. Choix du site de prélèvement :

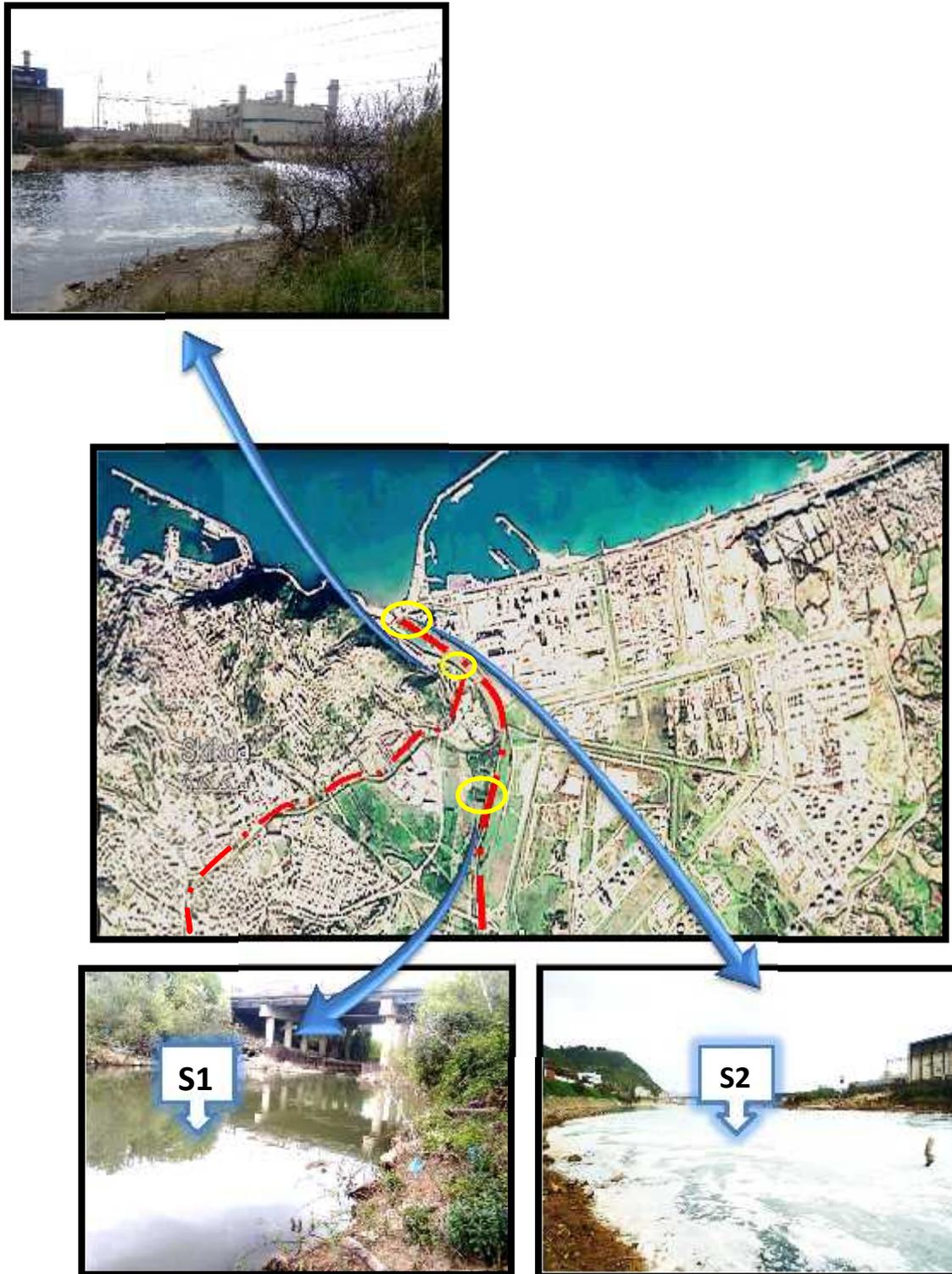
L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'Oued Saf-Saf. Les analyses bactériologiques ont été réalisées au sein du laboratoire de la microbiologie de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers de l'université 8 Mai 1945 Guelma. L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes prélèvement ; analyse et interprétation.

Pour mieux évaluer l'impact des rejets liquides de l'usine GL1/K sur la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de Saf-Saf de Skikda, nous avons choisi deux points de prélèvements tout au long du cours d'eau. Deux sorties étaient réalisées pratiquement depuis le mois de Mars et le mois d'Avril 2019. Les échantillons d'eau ont été prélevés au niveau de deux points choisis en fonction des rejets éventuels dans le bassin versant à proximité des deux sites de prélèvement dans le bassin versant de l'Oued Saf-Saf, cette approche servira au suivi de l'évolution des concentrations des différents paramètres physico-chimiques, et bactériologiques (Figure 17) (Tableau 5).

- 1<sup>ère</sup> station (S1) : se trouve en amont de l'Oued Saf-Saf.
- 2<sup>ème</sup> station (S2) : après les rejets liquides de la station GL1/K en aval de l'Oued Saf-Saf.

**Tableau 4** : Périodes et sites de prélèvement et informations sur le climat.

Sites de prélèvement	Nombre de prélèvement	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	OBS
P1	S1	18/03/2019	07: 40	Nuageux, 23°C
	S2		9 : 35	Point de rosée 7°C
P2	S1	20/04/2019	7 : 15	Nuageux, 28°C
	S2		8 : 10	Point de rosé 14°C



**Figure 17** : Image satellitaire de la localisation des points de prélèvements S1 et S2 (source : Google Earth, 2019) (pp, 2019).

## **2. Echantillonnage :**

L'échantillonnage n'est pas simplement une procédure de prélèvement d'une petite portion pour l'analyse. Il vise à fournir une information sur les caractéristiques microbiennes et physico-chimiques de cette eau prélevée. Une étude précise sur les courants, les marais ; les volumes, les types et les emplacements des rejets ainsi que sur les vents dominants aideront à déterminer les lieux d'échantillonnage (**Merzoug, 2009**).

### **2.1. Matériels de prélèvement :**

Les échantillons sont prélevés à l'aide de flacons en verre pyrex munis d'un bouchon à vis métallique, d'une contenance de 250ml, stériles pour faciliter les prélèvements et éviter tout type de contamination (**Merzoug, 2009**).

Les flacons en verre sont lavés et rincés avec de l'eau distillée. Après séchage. Ils sont ensuite stérilisés à l'autoclave (120°C pendant 15 minutes). Les bouchons sont aussi lavés, rincés de même manière, séchés, et stérilisés dans les mêmes conditions que les flacons (**Daifallah et al., 2016**).

Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (Figure 18) (**Rejsek, 2002 ; Merzoug, 2009 ; Rodier, 2009**).

### **2.2. Méthode de prélèvement :**

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 plongés à une distance qui varie de 25 à 30cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels ou artificiels.

Les récipients ne seront jamais remplis complètement. Toujours laisser un espace d'air d'au moins 2,5cm entre la surface du liquide et le bouchon, ce qui facilite l'homogénéisation et un mélange correct de l'échantillon au moment de son analyse en laboratoire (**Hedahdia et al., 2016**).

### **2.3. Etiquetage des flacons :**

Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables. Dans ces derniers, on

doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales (**Himoud et al., 2016**).

#### **2.4. Transport et conservation de l'échantillon avant l'analyse :**

La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon, pendant les transports, donc il faut éviter surtout la destruction de l'échantillon, ou inversement la surcroissance de micro-organismes à l'intérieur de l'échantillon.

Ceci peut être obtenu en mettant l'échantillon à l'abri de la lumière visible ainsi que dans des températures ambiantes donc après un prélèvement toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. 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 8 heures, après le recueil de l'échantillon (**Merzoug, 2009 ; Rodier et al., 2009**).

### **3. Paramètres physico-chimiques :**

Les propriétés physico-chimiques des eaux naturelles sont en relation avec le climat, la géologie, la biocénose et le temps (**Fouzari, 2009**).

Ces paramètres sont très variables aux conditions du milieu et ils permettent une estimation de la qualité générale de l'eau. En effet 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 site (**Sayad, 2008**).

#### **3.1. Température :**

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels (**Mazrou et al., 2017**).

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs : Situation géographique, la saison, la profondeur, la couleur de l'eau, et le volume de l'eau (**Bennamoun et al, 2018**).

#### **3.2. pH :**

Le potentiel hydrogène, est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution .Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau (**Debieche, 2002**).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ Etalonner l'appareil avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH=4 et pH=9. Après avoir rincé l'électrode en verre avec de l'eau distillée ;
- ✓ Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un bécher, mettre une agitation doucement puis tremper l'électrode dans le bécher. Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation et noter pH (**Kherchiche et al., 2013**).

### 3.3. Oxygène dissous :

Les organismes aquatiques ont besoin d'une quantité suffisante d'oxygène dissous dans l'eau pour survivre, ce qui en fait un important critère pour la vie aquatique. Les facteurs qui peuvent mener à la réduction de l'O<sub>2</sub> dissous sont l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de la matière organique (**Aissaoui, 2017**).

La teneur de l'eau en oxygène varie selon plusieurs facteurs L'origine de l'eau (eau superficielle riche ou presque saturée et l'eau profonde contenant quelque mg/l). La température, la pression atmosphérique et la salinité. La présence au niveau des eaux superficielles, des végétaux, des microorganismes, des algues et des phytoplanctons (**Charchar, 2009**).

### 3.4. Conductivité électrique :

La conductivité électrique (EC) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (mS/m) à 20°C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500µS/cm (**Devillers et al., 2005**).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ L'appareil a été étalonné par un produit d'étalonnage ;
- ✓ L'électrode a été rincée par l'eau distillée ;
- ✓ Un bécher est rempli avec une quantité d'eau suffisante pour l'immersion de l'électrode du conductimètre puis ce dernier est trempé dans le bécher ;
- ✓ La valeur de la conductivité est notée avec une unité de micro siemens par centimètre (µS/cm) (Figure 19) (**Kherchiche et al., 2013**).

### 3.5. La Salinité :

La salinité est une mesure sans unité qui exprime la masse de sels dissous que contient une eau. Le lessivage intense des sols se traduit par une augmentation de la salinité (ANGELIER, 2000).



Figure 18 : multi paramètre (pp, 2019).

## 4. L'analyse bactériologique :

### 4.1. Recherche et dénombrement des germes totaux à 37 °C et à 22 °C (germes revivifiables) :

Les microorganismes revivifiables ne sont pas des germes indicateurs de contamination fécale, ils sont recherchés dans certaines eaux à 22 °C et à 37° C car ils peuvent parfois exprimer un risque de contamination microbienne au-delà d'un certain seuil. Ils sont encore appelés « Germes totaux ou flore totale » (Dellaras, 2003).

La technique d'ensemencement en profondeur est utilisée en microbiologie des eaux pour rechercher et dénombrer les bactéries aérobies revivifiables sur une gélose TGEA.

#### ➤ Principe :

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans un milieu gélosé (Rejsek, 2002).

L'eau est inoculée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif. La lecture est faite après 48h d'incubation à 37°C ou après 72h d'incubation à 22°C (Rodier *et al.*, 2009).

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ A partir de l'eau à analyser (solution mère), porter aseptiquement 1ml dans le fond de deux boites de Pétri vides ;
- ✓ Compléter en suite avec environ 15 à 20ml de gélose TGEA fondue, maintenue à 45°C ;
- ✓ Agiter doucement par un mouvement circulaire et de en forme "8" pour assurer un mélange homogène de l'eau et de la gélose, sans faire de bulles d'air et sans mouiller les bords de la boite ;
- ✓ Le milieu doit être coulé 10minutes au plus tard après reproduction de l'eau à analyser, laisser solidifier sur la palliasse d'environ 5ml de la même gélose pour éviter toute contamination ;
- ✓ Retourner les boites et incuber le premier à 37°C pendant 48h et le second à 22°C pendant 72h.

➤ **Lecture :**

Après la période d'incubation, La lecture se fait après chaque 24h (**Hadef et al., 2017**).

➤ **Expression des résultats et Interprétation :**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte deux remarques suivantes :

- ✓ Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300colonies ;
- ✓ Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 22° et à 37°C (**Labres, 2002**).

Le nombre d'UFC (Unités Formant Colonies), correspondant au nombre (N) des microorganismes dénombrés par ml à 37°C et à 22°C, est donné par :

$$N = \frac{\sum c}{1.1 \times d}$$

Où :

**N** : Nombre d'UFC par ml de produit initial.

**c** : Somme des colonies comptées sur les deux boites retenues.

**d** : Taux de dilution correspondant à la première dilution (Figure 20) (**Djenidi, 2016**).

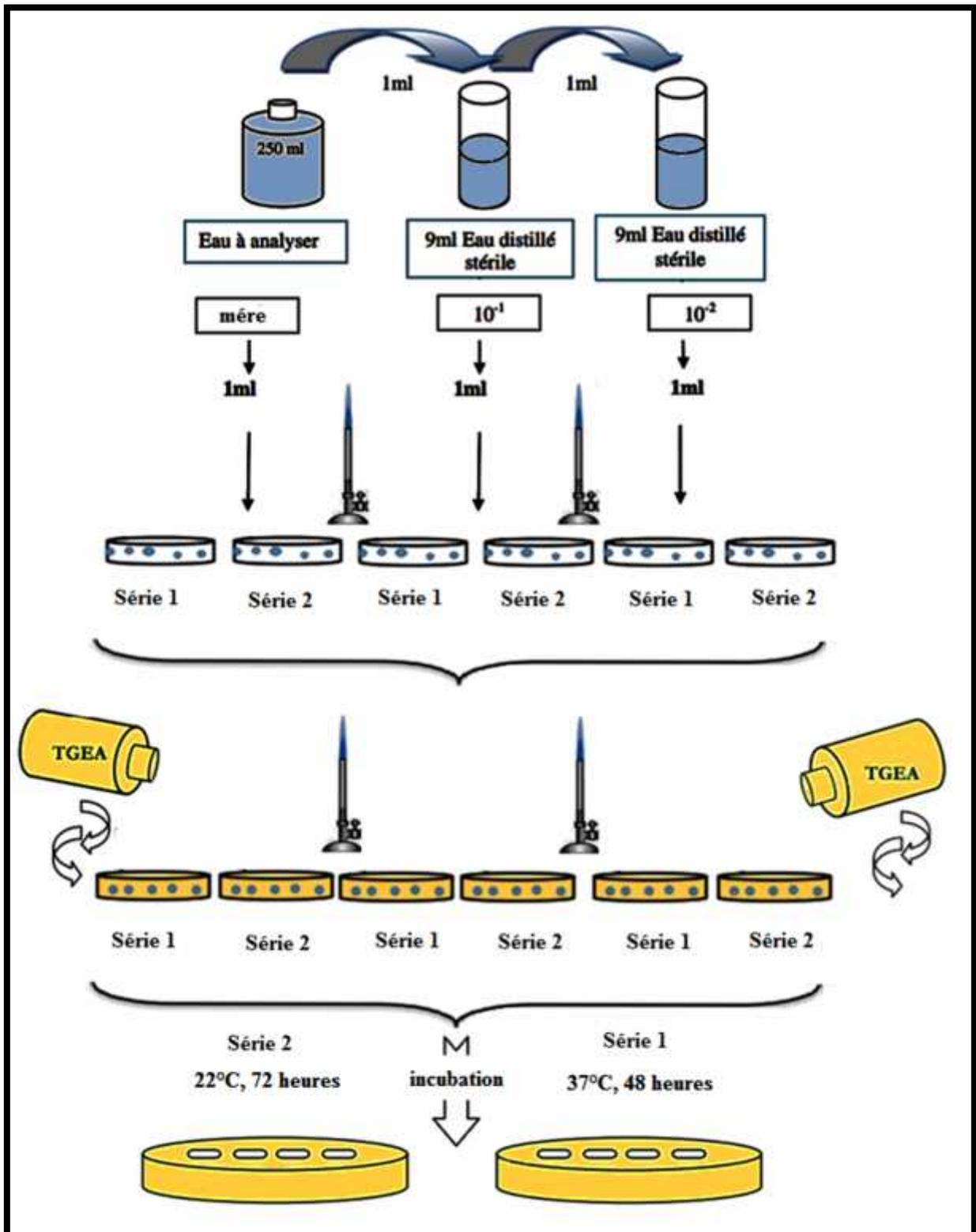


Figure 19 : Protocole de recherche et de dénombrement des germes totaux à 37°C et 22 °C dans les eaux.

## 4.2. Dénombrement des germes test de contamination fécale :

Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48h, à des températures de 35 à 37°C (Rejsek, 2002).

### ➤ Coliformes totaux :

Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (*E. coli*). Bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier (Chevalier *et al.*, 2017).

### ➤ Coliformes fécaux :

Appelées aussi coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Chevalier *et al.*, 2017).

### 4.2.1. Dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

#### ➤ Principe :

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermo-tolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes (Abdi, 2014).

#### ➤ Mode opératoire :

##### ❖ Test de présomption :

Il est effectué en utilisant le bouillon (BCPL S/C). Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel du gaz dans le milieu.

- ✓ Prélever 1ml de la solution mère à l'aide d'une pipette Pasteur stérile et la porter dans le premier tube de la première série contenant 9ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-1}$  ;
- ✓ Nous prélevons 1ml de la dilution 1/10 précédente et l'ajouter à un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-2}$  ;

- ✓ Transférer 1ml de la dilution  $10^{-2}$  dans un tube contenant 9ml de BCPL, pour obtenir la dilution  $10^{-3}$  ;
- ✓ Refaire la technique pour les 3 tubes restants de BCPL afin d'obtenir 6 tubes de BCPL, et refaire la même opération pour 2 autres séries (**Abdellioui et al., 2012**).

Après inoculation, agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham, et placer les tubes dans une étuve à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h, procéder à une première lecture après cette incubation (**Rodier et al., 2009**). Considérer comme positifs les tubes présentant à la fois :

- ✓ Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) ;
- ✓ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue un témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) (**Bouhaous et al., 2012**).

❖ **Test confirmatif :**

- ✓ On repique chaque tube de BPCL positif 2 à 3 gouttes par une anse bouclée ou une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ;
- ✓ On incube à  $44^{\circ}\text{C}$  pendant 24h (**Sari, 2014**).

➤ **Lecture :**

Les tubes qui présentent à la fois un anneau rouge en surface (Témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli*), après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs et un dégagement gazeux se considèrent comme positifs. Le dénombrement s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (Figure 21) (**Rejsek, 2002**).

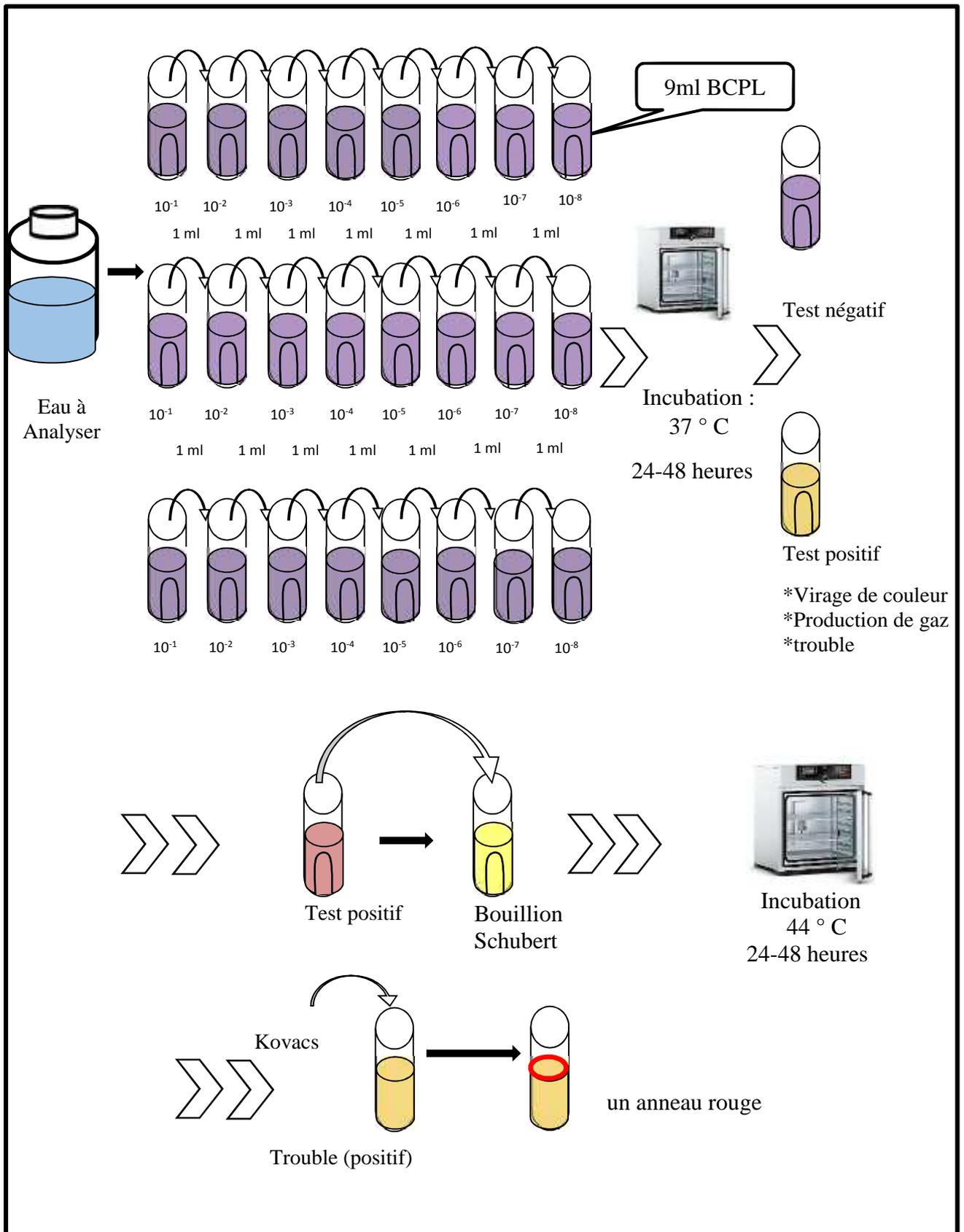


Figure 20 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

#### 4.2.2. Dénombrement des streptocoques fécaux :

Cette méthode consiste à la recherche des streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D, se présentent sous forme de cocci à Gram (+), formant quand ils sont cultivés en milieu liquide des diplocoques et/ou des chainettes, de catalase (-), immobile, anaérobie facultative, non sporulant et possédant de l'antigène de groupe D. Ils produisent de l'acide lactique par fermentation du glucose et sont anaérobies-aérotélorants (**Engelkirk, 2008**).

➤ **Principe :**

Les Streptocoques fécaux sont recherchés et dénombrés en milieu liquide à l'aide de deux bouillons de culture (milieu de Rothe et le milieu Eva Litsky). Cette méthode fait appel à deux tests consécutifs à savoir : test de présomption suivi du test de confirmation.

➤ **Mode opératoire :**

❖ **Test présomptif :**

Le dénombrement est réalisé en milieu liquide sur bouillon glucosé à l'azoture (Rothe) à simple concentration. L'incubation des tubesensemencés s'effectue dans l'étuve à 37°C pendant 24h. Si la réaction est négative les tubes sont laissés séjourner pendant 48h. Les tubes présentant un trouble microbien Seront considérés comme positifs (**Rejsek, 2002**).

❖ **Test de confirmation :**

- ✓ A partir des tubes de bouillon positif, ensemenecer 2 ou 3 gouttes dans un bouillon à l'éthyle violet et acide de sodium (Eva – Litsky). On incube les tubes à 37°C pendant 24h et/ou 48 h.
- ✓ Les tubes pour les quels, nous observons un trouble dû au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet sont considérés comme positif.
- ✓ On compte les tubes positifs dans chaque série et on se reporte à la table de Mac Grady (**Annexe 2**) pour obtenir le nombre de streptocoques fécaux présent dans 100ml d'eau à analyser (Figure 22) (**Guergueb, 2011**).

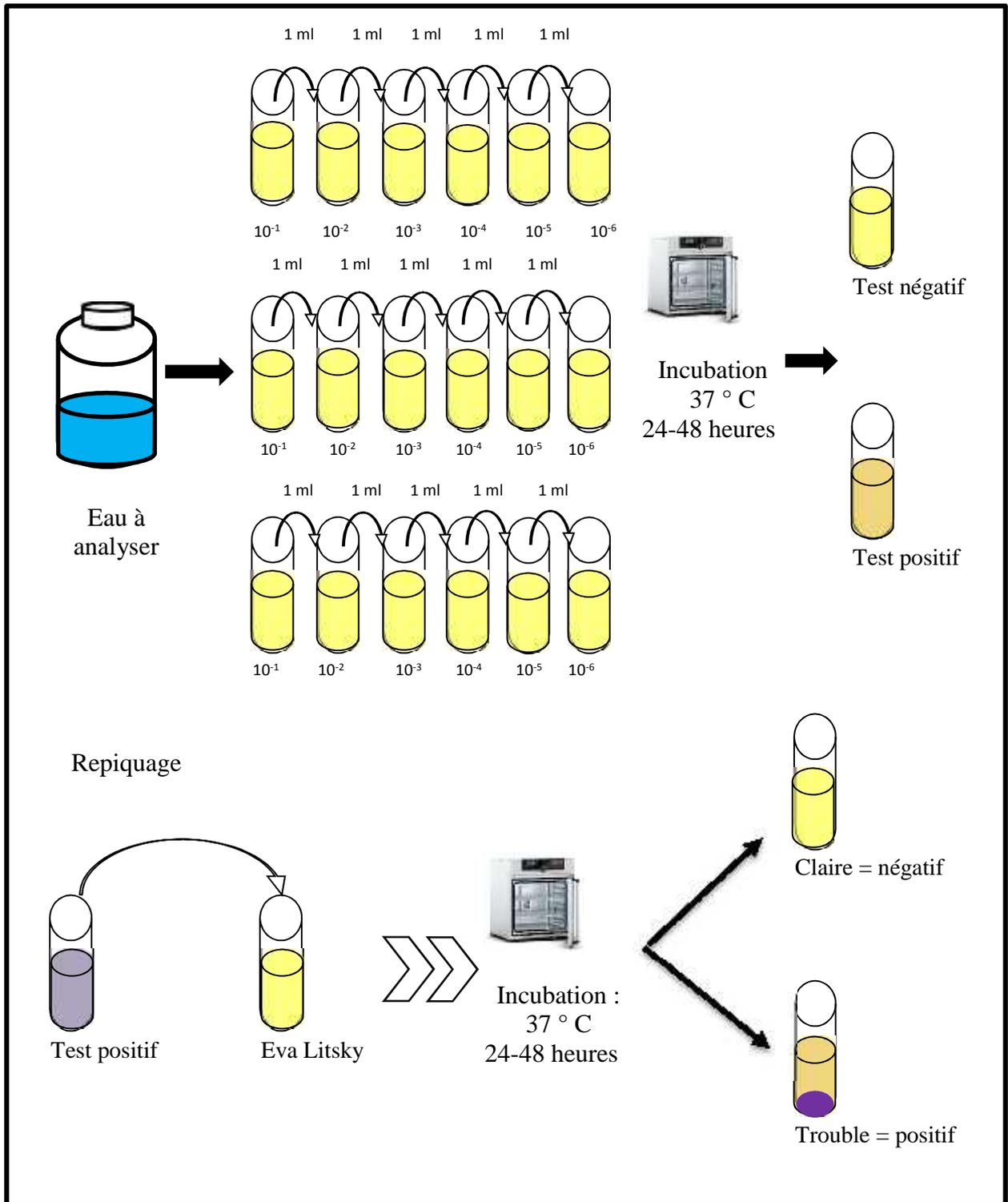


Figure 21 : Protocole de recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans les eaux.

**4.2.3. Recherche et dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :**

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram(+), se développant en 24 à 48h sur une gélose viande foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de  $\text{Fe}^{2+}$  donne  $\text{FeS}$  (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (**Rejsek, 2002**).

**➤ Mode opératoire :**

- ✓ Chauffer 25ml de l'échantillon à 80°C pendant 5 à 10minutes afin de détruire la forme végétative des ASR éventuellement présentes et préserver la forme sporulée, refroidir rapidement sous l'eau de robinet ;
- ✓ répartir le contenu dans quatre tubes stériles à raison de 5ml par tube, ajouter 20ml de gélose viande foie (VF) additionnée 1ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer ;
- ✓ mélanger soigneusement sans faire des bulles en évitant l'introduction d'air ;
- ✓ laisser solidifier sur paillasse pendant 30minutes environ, puis incubé à 37°C pendant 24-48h (**Guergueb, 2011**).

**➤ Lecture et expression des résultats :**

On considère comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Le résultat est exprimé en nombre de spore par 20ml d'eau à analyser (Figure 23) (**Rejsek, 2002**).

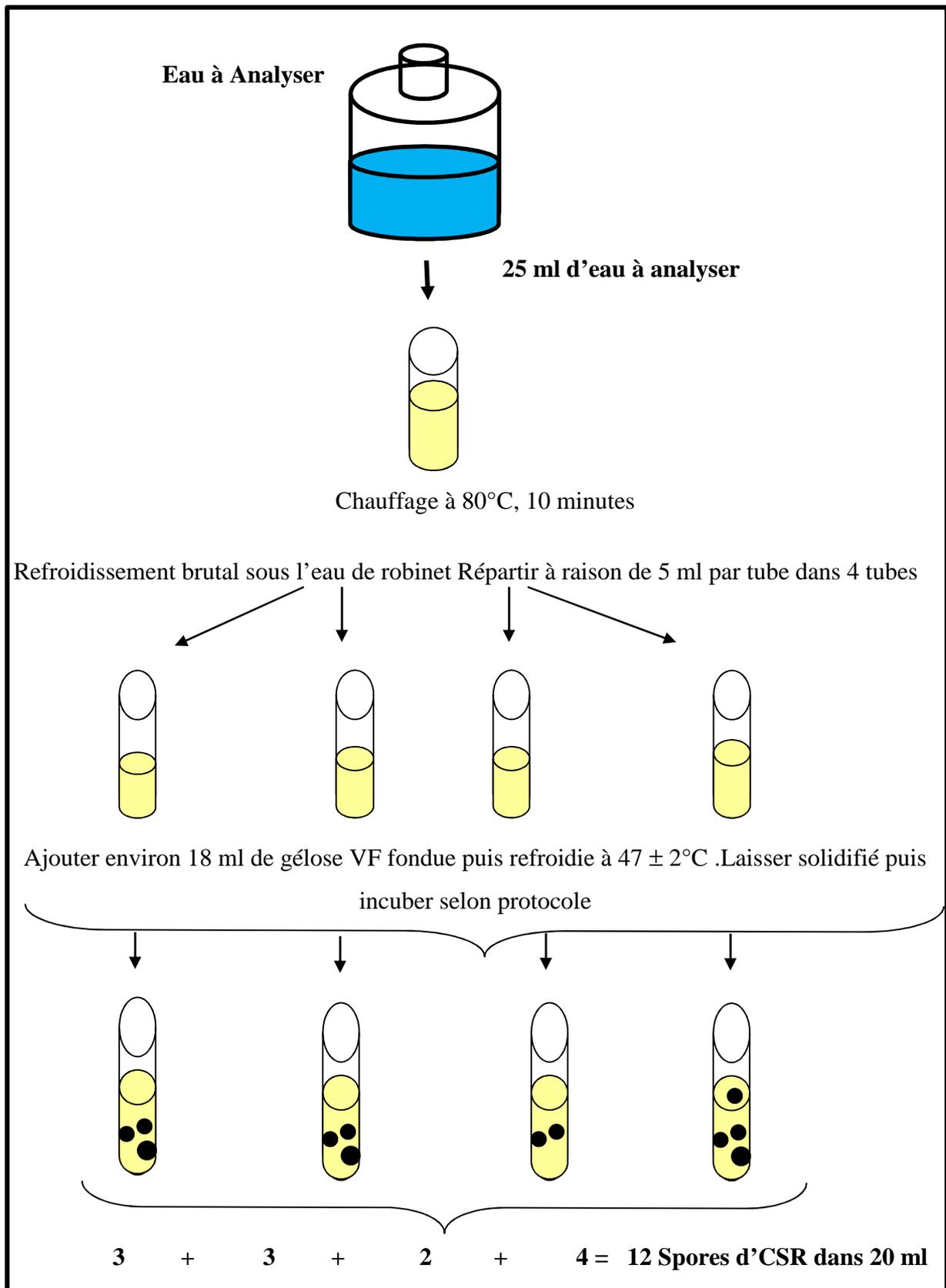


Figure 22 : Recherche et dénombrement des clostridium sulfato-réducteur (Abda, 2009).

### 4.3. Recherche des germes pathogènes :

Les agents biologiques pathogènes sont les micro-organismes, y compris les microorganismes génétiquement modifiés, les cultures cellulaires et les endoparasites humains, qui sont susceptibles de provoquer une infection, une allergie ou une intoxication (Delarras, 2007).

#### 4.3.1. Recherche des staphylocoques :

Sont des bactéries coque à Gram positif, non mobiles, non capsulées non sporulés. Ayant un aspect en grappe au microscope optique la plupart des espèces sont aéro-anaérobies facultatives et à catalase positive (Pebret, 2003).

##### ➤ Mode opératoire :

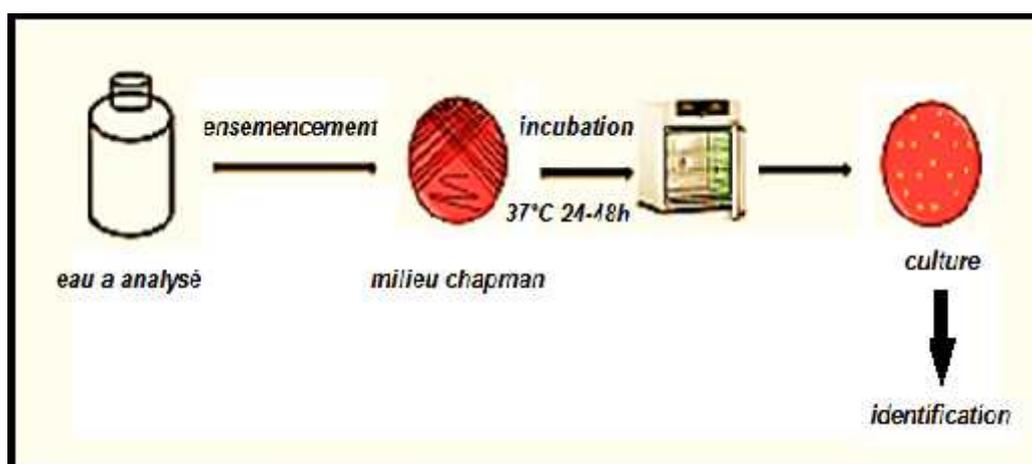
L'ensemencement se fait par des stries avec une l'anse de platine après avoir coulé la Gélose (Chapman) dans les boîtes de pétris, Incuber à 37°C pendant 24h (Bechaa *et al.*, 2013).

##### ➤ Lecture et interprétation :

Après période d'incubation spécifiée, les *staphylocoques aureus*, apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune (suite à la fermentation du mannitol) ou en blanc (Bechaa *et al.*, 2013).

##### ➤ Identification :

Les principaux caractères pour l'identification de *Staphylococcus* : la coloration de Gram. Le test catalase, le test oxydase, le test mannitol (Figure 24) (Freney *et al.*, 2000).



**Figure 23** : Protocole opératoire de recherche et d'identification des staphylocoques dans les eaux.

#### 4.3.2. Recherche des salmonelles :

Les Salmonelles possèdent les caractères des entérobactéries : bacilles droits à Gram négatif, souvent mobile et alors à ciliature périt riche, aéro-anaérobie facultative (**Brands et al., 2006**).

##### ➤ Mode opératoire :

Les Salmonelle se développant à température de  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  en 24 à 48h, sur milieu Hektoen, forment de petites colonies, lisses à contours réguliers, pigmentées en vert ou en bleu vert à centre noir. Le nombre de salmonelle étant en général faible dans le produit, il est nécessaire de procéder à un pré-enrichissement et à un enrichissement dans un milieu sélectif (**Attalah et al., 2017**).

##### ✓ Jour 1 : Premier enrichissement

Introduire 1ml de l'échantillon d'eau dans 10ml de Sélénite Cystéine (SFB), puis incubé à  $37^\circ\text{C}$  pendant 18 à 24h.

##### ✓ Jour 2 : Deuxième enrichissement et isolement

Ce flacon fera l'objet. D'une part, d'un deuxième enrichissement sur milieu SFB en tubes à raison de 1ml. D'autre part, d'un isolement sur les géloses Hektoen, SS et Mac Conkey.

##### ✓ Jour 3 : Lecture des boites et identification

D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement. D'autre part, les boites des géloses Hektoen, SS, et Mac Conkey, subira une lecture ( **Abdellioui et al., 2012**).

##### ➤ Lecture et interprétation :

Sur la gélose Hektoen, les présumées colonies de salmonelles ont présenté une coloration bleue ou verte à centre noir tandis que sur la gélose SS et Mac Conkey, les colonies sont incolores transparentes et incolores à centre noir (**Hounsounou et al., 2018**).

##### ➤ Identification :

A partir des colonies suspectes, réaliser l'identification biochimique Par une galerie classique. Ou par une galerie miniaturisée après avoir vérifié le caractère oxydase négative et la coloration de Gram (bacilles Gram négatif) (Figure 25) (**Rejsek, 2002**).

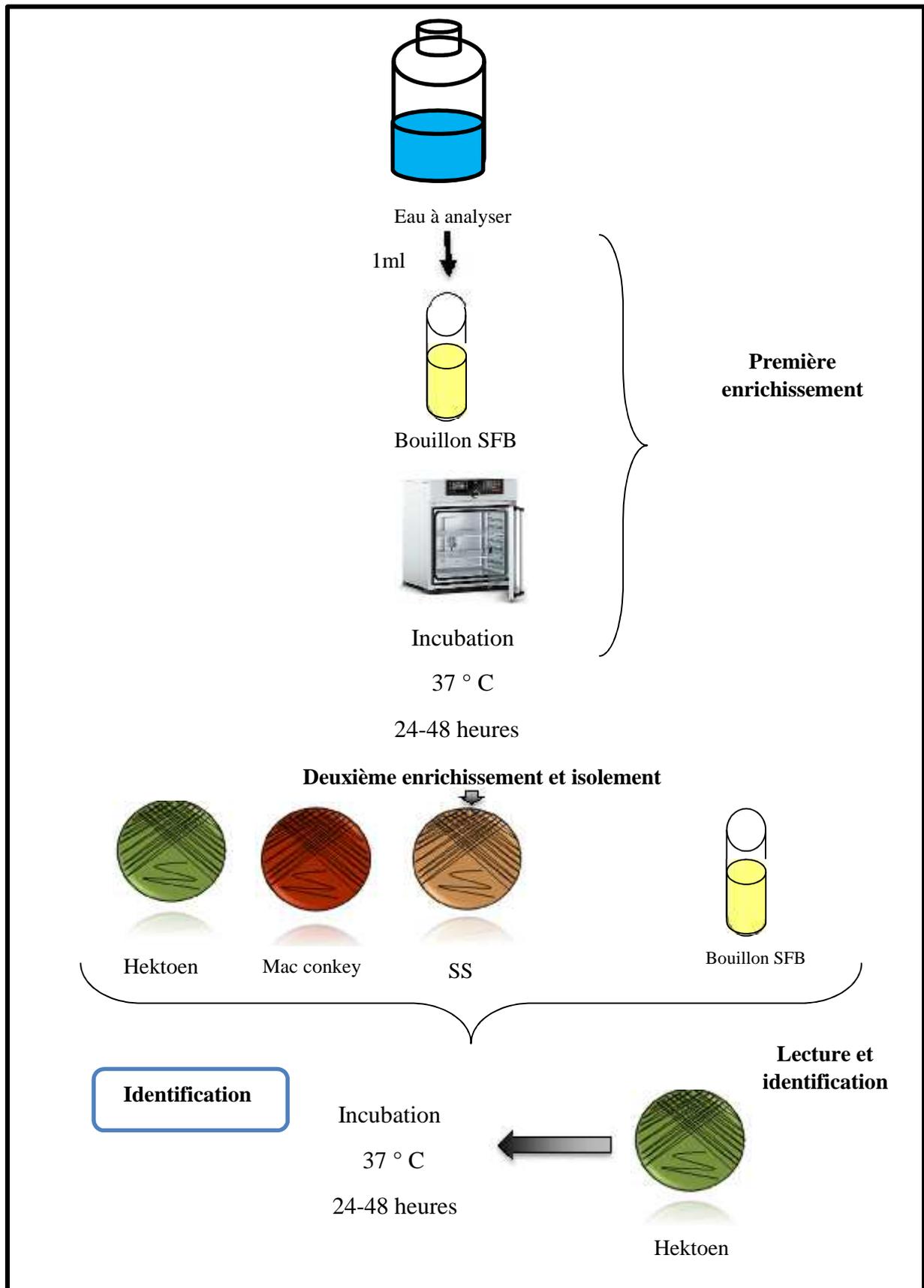


Figure 24 : Protocole opératoire de recherche et identification des salmonelles.

### 4.3.3. Recherche des *Vibrio* :

Appartient à la famille des *vibrionaceae*, anaérobie facultatif, Gram négatif, non sporulant oxydase positif ce sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droits, mobiles. Ils sont plus ou moins basophiles (pH 8,5 à 9), halophiles ou halotolérantes suivant les espèces (WHO, 1993).

La recherche des vibrions cholériques se fait sur milieu eau peptonée alcalin (EPA) et le repiquage sur milieu GNAB (gélose nutritive alcaline biliée) (Bengherbia *et al.*, 2014).

#### ➤ Mode opératoire :

##### ✓ Jour 1 : première enrichissement

- Le premier enrichissement s'effectue dans des tubes portés 10ml de milieu eau peptonée alcaline (EPA), Ce dernier sera par la suite incubé à 37°C pendant 18 à 24h.

##### ✓ Jour 2 : Deuxième enrichissement et isolement

- A partir du premier enrichissement (EPA1) on effectue un premier isolement sur gélose GNAB1 ;
- Nous réalisons un deuxième enrichissement en portant 1ml de flacon d'enrichissement sur eau peptone (EPA2). On incube pendant 24h à 37°C.

##### ✓ Jour 3 : Lecture des boîtes et identification

- D'une part, le tube d'EPA fera l'objet d'un isolement sur GNAB2 ; qui sera incubé à son tour à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 24h ;
- D'autre part, les boîtes de gélose GNAB1 subiront une lecture (Figure 26) (Zouag *et al.*, 2017).

#### ➤ Identification morphologique et biochimique :

Sur GNAB, les colonies de vibron cholérique sont rondes, de taille moyenne, environ 2mm de diamètre après 18 h de culture, translucides, à bord régulier.

À partir des colonies suspectes sur GNAB effectuer un état frais, une coloration de Gram, une réaction d'oxydase (Figure 26).

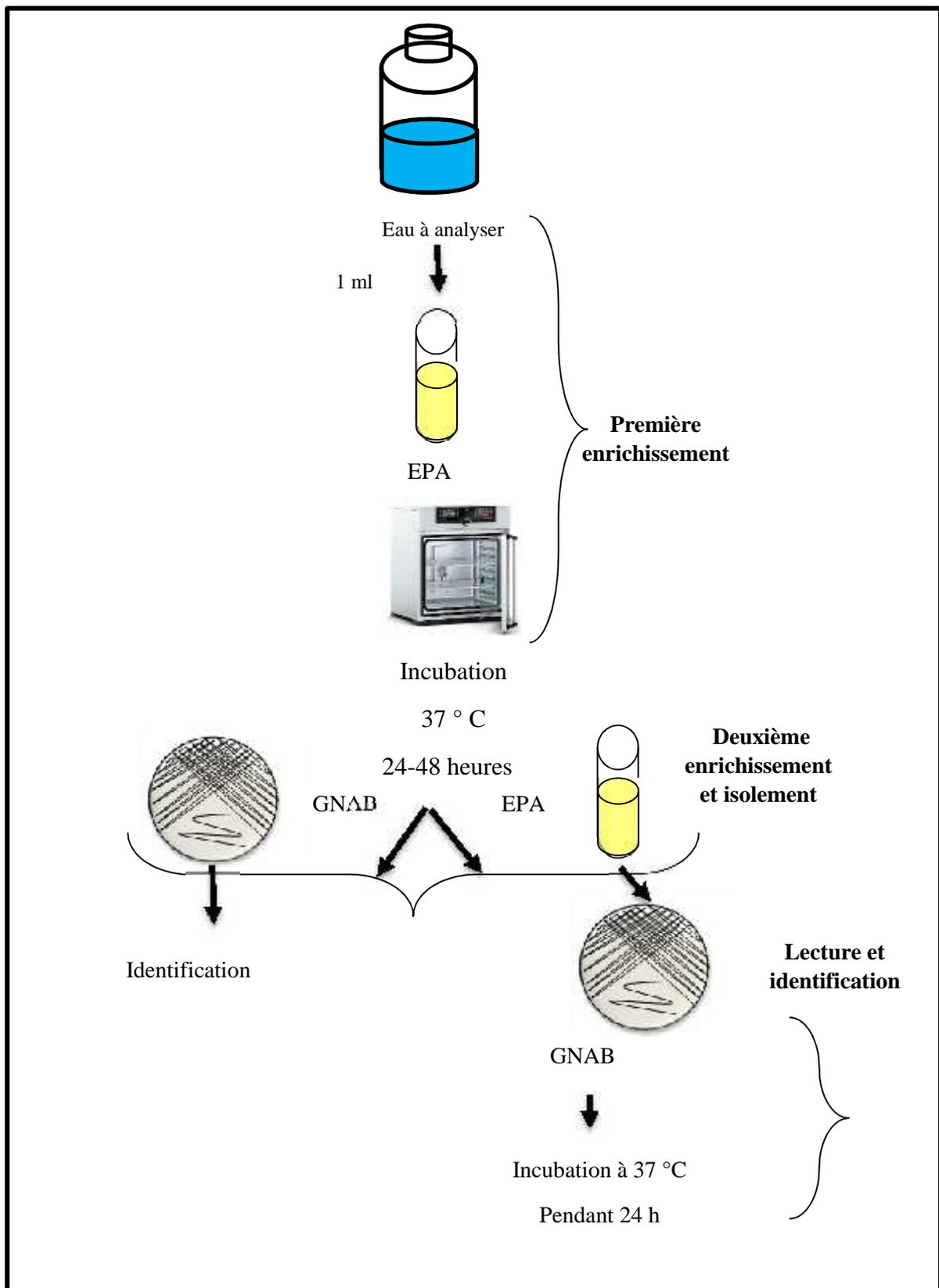


Figure 25 : Protocole opératoire de recherche et identification des *vibrio* dans les eaux.

#### 4.3.4. Recherche des Shigelles :

Les Shigelles sont Gram (-), anaérobies des bacilles appartenant à la famille *enterobacteriaceae* toujours immobiles ne fermentent pas généralement le lactose, ce sont des bactéries strictement humaines et pathogènes strictes du tube digestif, causent la Shigellose ou la dysenterie bacillaire (Falkow *et al.*, 2006).

##### ➤ Mode opératoire :

A partir de l'eau à analyser, on porte aseptiquement 0.1 ml et l'on étale à la surface de gélose MacConkey, gélose *Salmonella-Shigella* (gélose SS), et gélose Hektoen, par la méthode des quatre quadrants, puis les incubent à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 18 à 24 h (Abdi *et al.*, 2013).

##### ➤ Identification :

L'identification biochimique complète doit être réalisée à l'aide d'une galerie classique en tubes ou d'un microgalerie de type API 20E (Figure 27) (Freney *et al.*, 2000).

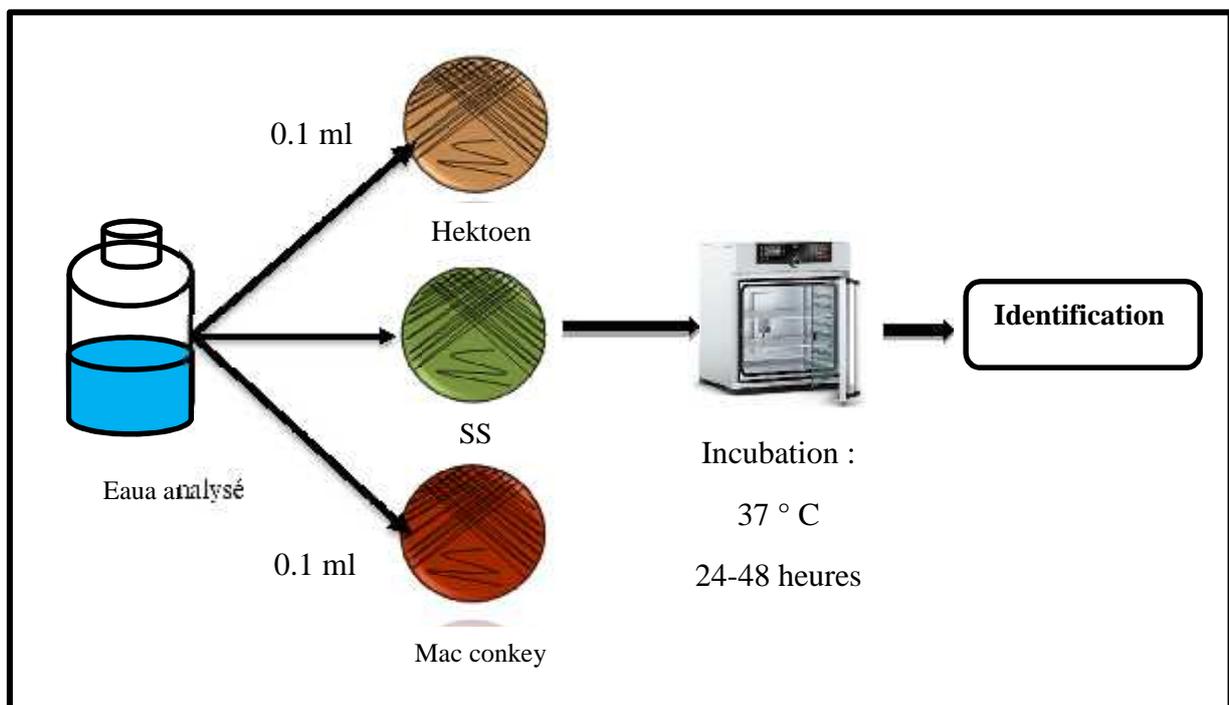


Figure 26 : Protocole opératoire de recherche et d'identification des *Shigelles* dans les eaux.

#### 4.3.5. Recherche de *Pseudomonas aeruginosa* :

Aérobie stricte, non sporulante, Gram négatif, bacille, appartient à la famille de *pseudomonadaceae*, mobile avec un flagelle polaire, oxydase positif, C'est la seule espèce de *Pseudomonas* produisant deux pigments, la pyocyanine et la pyoverdine, qui peuvent être mis en évidence sur les milieux de King A et de King B (Samadpour, 2001).

##### ➤ Mode opératoire :

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 0.1ml et l'on étale à la surface de gélose Cétrimide, par la méthode des quatre quadrants, puis les incuber à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 18 à 24h.

##### ➤ Lecture et interprétation :

Considérer comme colonie caractéristique toute colonie présentant une fluorescence. Du fait de la sélectivité du milieu Cétrimide, on peut suspecter les colonies présentes d'être *Pseudomonas*. Dans tous les cas, il faudra réaliser une identification de l'espèce (Rejsek, 2002).

##### ➤ Identification :

Il est possible de procéder aux recherches suivantes :

- ✓ Un examen microscopique après coloration de Gram, il permet de s'assurer que les colonies ne contiennent que des bacilles à Gram négatif, non sporulés ;
- ✓ Un examen direct entre lame et lamelle. Il permet de constater la mobilité des germes de type polaire ;
- ✓ Une recherche de la pyocyanine et la pyoverdine, deux pigments caractéristiques cde *Pseudomonas aeruginosa*, mis en évidence à partir des colonies développées, en ensemencant sur les milieux King A et King B ;
- ✓ Une recherche du nitrate réductase sur bouillon (Figure 28) (Rodier *et al.*, 2009).

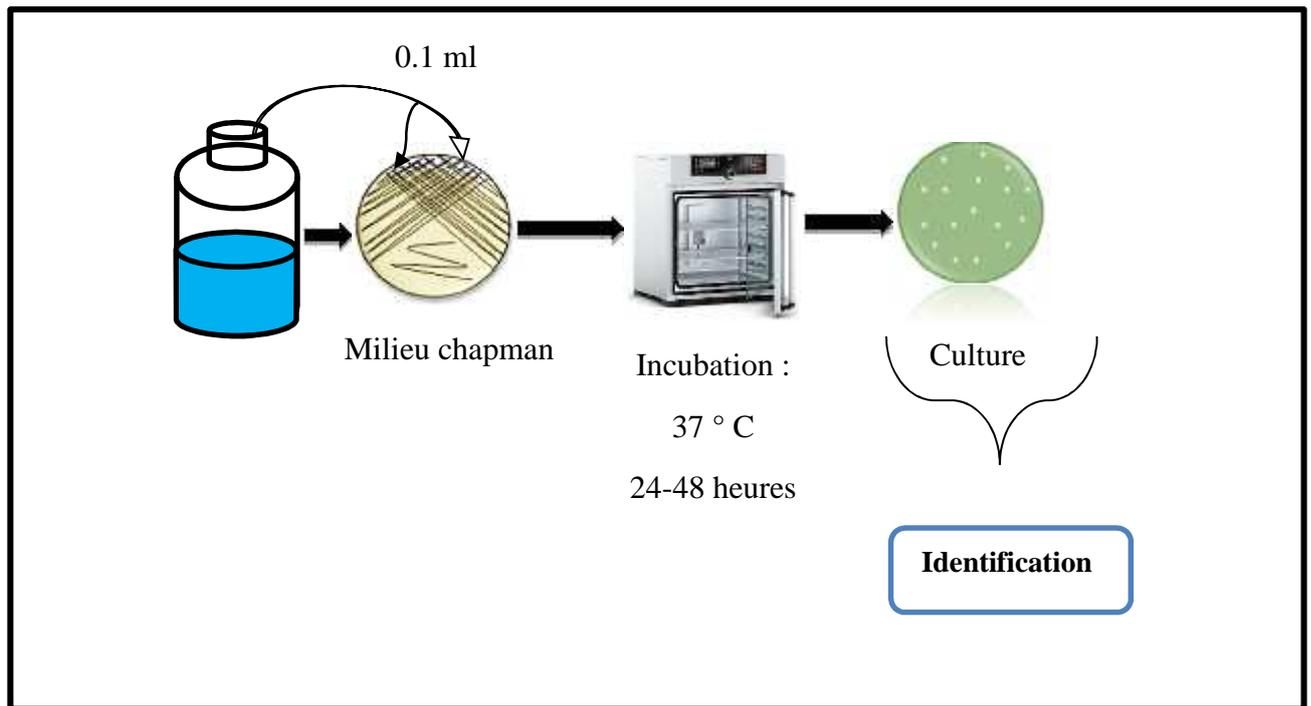


Figure 27 : Protocole opératoire de recherche et identification de *Pseudomonas aeruginosa* dans les eaux.

## 5. Identification des germes :

### 5.1. Examen macroscopique :

L'examen macroscopique des cultures est le premier examen effectué à partir de l'isolement après incubation.

#### 5.1.1. Aspect de colonies en surface sur milieu solide :

##### ❖ Taille :

Elle peut être mesurée à l'aide d'une règle graduée pour les grandes colonies. Il est possible aussi d'utiliser le microscope au grossissement le plus faible pour mesurer la taille des petites colonies en utilisant de micromètres oculaires (**Bent Mohamed *et al.*, 2008**).

##### ❖ Forme :

- **Allure de contours** : lisse, dentelés, déchiquetés, irréguliers ;
- **Relief** : surface bombée, demi-bombée, plate ;
- **Centre** : parfois surélevé, parfois ombiliquée (en creux).

##### ❖ Aspect de la surface :

La surface d'une colonie bactérienne peut être lisse, rugueuse, renvoyer la lumière de façon à leur donner un reflet métallique ou un aspect irisé. (**Bent Mohamed *et al.*, 2008**).

##### ❖ Opacité :

Les colonies sont décrites comme :

- Opaques (ne laissent pas passer la lumière) ;
- Translucides (laissent passer la lumière mais on ne voit pas les formes au travers, comme le verre dépoli) ;
- Transparentes (laissent passer la lumière et voir les formes au travers, comme le verre, on parle de gouttes de rosée" (**Bent Mohamed *et al.*, 2008**).

##### ❖ Consistance :

Au moment du prélèvement il est possible d'apprécier si les colonies sont grasses, crémeuses, sèches ou encore muqueuses.

**❖ Couleur et/ou pigment :**

Plusieurs colonies n'ont pas une couleur bien définie (blanc, gris). Par contre, certaines bactéries produisent un pigment insoluble qui donnent un aspect bien caractéristique à la colonie (rose, jaune, rouge ...), tandis que d'autres produisent un pigment soluble qui diffuse et colore le milieu (**Bent Mohamed et al., 2008**).

**5.1.2. Aspect des colonies en profondeur :**

- Colonies régulières en formes de lentilles ;
- Colonies irrégulières de formes diffuses et floues.

**5.1.3. Aspect des colonies en surface sur gélose linéaire :**

- Filiformes ;
- légèrement envahissantes avec bords ondulés ;
- légèrement envahissantes avec bord érodé ;
- envahissante (**Bent Mohamed et al., 2008**).

**5.1.4. Aspect de la pousse en milieu liquide :**

Les bouillons nutritifs sont aussi utilisés pour cultiver les bactéries. la croissance microbienne se traduit par l'apparition d'un trouble ou opalescence mais l'aspect varie selon les espèces (**Bent Mohamed et al., 2008**).

**5.2. Examen microscopique bactériologique :**

L'examen microscopique en bactériologie peut être effectué sans coloration de l'échantillon par observation directe entre lame et lamelle (technique de l'état frais), ou bien après coloration de l'échantillon (coloration de Gram, ...) (**Denis et al., 2011**).

**5.2.1. État frais :****➤ Intérêt :**

Une méthode rapide consiste à observer entre lame et lamelle une suspension bactérienne à l'objectif 40. Les renseignements obtenus par cette observation concernent principalement la mobilité des bactéries (**Denis et al., 2011**).

➤ **Technique :**

- ✓ Dans le cas d'une culture en milieu liquide (bouillon), déposer sur la lame une goutte de cette culture, à l'aide d'une pipette Pasteur stérile ou un inoculum avec une anse de platine ;
- ✓ Dans le cas d'une culture sur milieu solide (gélosé) en tube ou sur boîte de Pétri, déposer tout d'abord sur la lame une goutte d'eau distillée ou d'eau physiologique stérile, puis apporter et dissocier dans l'eau un inoculum bactérien ;
- ✓ Recouvrir d'une lamelle, observer au microscope optique à l'objectif x40 (**Delarras, 2014**).

### 5.2.2. Examen après coloration de Gram :

Découvert en 1884 par le microbiologiste Christian Gram, permet de distinguer deux grands groupes de microorganismes fournissant ainsi un outil très important pour les travaux ultérieurs en microbiologie (**Chaby, 2010**).

➤ **Intérêt :**

L'intérêt de cette coloration est de donner une information rapide et médicalement importante, particulièrement la morphologie cellulaire et la différenciation des bactéries en deux groupes gram positive colorées en mauve et gram négative colorées en rose (**Flandrois, 1997 ; Knechtges, 2011**).

➤ **La technique :**

C'est la coloration de référence en bactériologie. Elle est réalisée comme suit et le résultat obtenu. Sur frottis fixé à la chaleur puis à l'alcool :

- ✓ Recouvrir la lame de violet de gentiane 1minute après le rejeter ;
- ✓ Recouvrir de lugol 1minute après le rejeter ;
- ✓ Décolorer à l'alcool, la lame étant tenue inclinée. La durée de décoloration à l'alcool est variable selon l'épaisseur du frottis ;
- ✓ Stopper la décoloration par un nouveau lavage à l'eau ;
- ✓ Recouvrir la lame de fuchsine diluée, 30secondes à 1minute, laver à l'eau ;
- ✓ Sécher entre deux feuilles de papier filtre, puis à la chaleur ;
- ✓ Examiner à l'immersion.

Les bactéries à Gram positif doivent apparaître colorées en violet et les bactéries à Gram négatif en rose (Denis, 2007).

### **5.2.3. Recherche de l'oxydase :**

L'enzyme oxydase utilisé pour faire la différenciation de *Pseudomonas* de certaine autre bactérie gram négative contrairement à des bactéries Gram positive qui sont majoritairement négative (Narang, 2004).

#### **➤ Technique :**

Déposer, sur une lame porte-objet propre, un disque «ox» et l'imbiber avec une goutte d'eau distillée ou d'eau physiologique stérile. Prélever une partie de la colonie à étudier à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée stérile et l'étaler sur le disque.

Une coloration violet foncé apparaît immédiatement sur le disque ou en quelques secondes puis vire au noir : test oxydase + (Delarras, 2014).

### **5.3. Caractères biochimiques :**

#### **5.3.1. Galerie biochimique classique :**

##### **✧ Nitrate réductase :**

Utilisé pour déterminer les bactéries qu'elles possèdent un nitrate réductase, sont capables de transformer les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) et éventuellement en azote ( $\text{N}_2$ ). (Parija, 2009).

Une bouillon nitraté estensemencé avec la bactérie à étudier et incubé 18h à 37 °C. Après incubation, 3 gouttes de réactif nitrate réductase 1 (NR1) et 3 gouttes de (NR2) sont ajoutées au bouillon, si une coloration rose apparaît, les nitrates ont été réduits au stade nitrite. En absence de coloration, soit les nitrates ont été réduits au stade azote, soit la bactérie ne possède pas de nitrate réductase (Denis *et al.*, 2007).

Elle est complétée par l'épreuve de Zo-Bell (ajout de poudre de zinc) pour certaines bactéries qui réduisent les nitrates au-delà du stade nitrite (Delarras, 2014).

**✧ Utilisation de TSI ou Triple Sugar Iron Agar :**

Le milieu TSI contenant trois carbohydrates : lactose, glucose et saccharose ce test est principalement utilisé pour la détermination de la capacité des microorganismes à attaquer du glucose, du lactose et/ou saccharose ainsi que la production d'hydrogène sulfuré et avec ou sans la production de gaz.

Le test est effectué par l'ensemencement de la pente de milieu par des stries et le culot par simple piqûre, et l'incuber à 37°C pendant 18 à 24h (**Parija, 2009**).

**✧ Le mannitol-mobilité :****➤ Objet :**

Déterminer si une bactérie donnée fermente le mannitol et s'elle est mobile ou non.

**➤ Principe :**

La fermentation est indiquée par le changement de couleur du milieu. La mobilité est facilitée par la nature semi-solide du milieu.

**➤ Méthode :**

Ensemencer la souche à étudier en piqûre centrale jusqu'au fond du tube Incuber à 37°C pendant 24h.

**➤ Résultat :**

La fermentation de mannitol est indiquée par le changement de couleur du milieu en jaune. Les bactéries Mobile se développent à partir de la piqure dans le milieu est aidé par la nature semi-solide du milieu. Les organismes non mobiles ne se développent que le long de la ligne de piqure centrale (**Ramakrishnan et al., 2012**).

**✧ Milieu Clark et Lubs :**

Le milieu RM-VP permet de différencier les fermentations acides mixtes et la fermentation butane diolique chez les entérobactéries (**Delarras, 2007**).

À partir de milieu Clark et Lubs contenant de l'acide pyruvique la formation de l'acide formique et d'acide acétique (Réaction méthyle au rouge de méthyle, RM) et la formation d'acétoïne ou acétylcarbinol (Réaction de Voges-Proskauer, VP) (**Denis, 2007**).

On ensemence le milieu, après l'incubation à 37°C pendant 24h on ajoute les réactifs de Voges Proskauer (VPI et VP II) et on chauffe, VP + : coloration rouge cerise du milieu (**Mameri, 2012**).

**✘ Test de Citrate de Simmons :****➤ Objet :**

Ce test permet d'identifier les *Enterobacteriaceae* en fonction de leur capacité à utiliser le citrate comme seule source de carbone.

**➤ Principe :**

Permet de déterminer l'aptitude des micro-organismes à utiliser le citrate comme seule source de carbone et l'ammoniac comme seule source d'azote.

L'utilisation du citrate est suivie d'une réaction alcaline (milieu contenant un indicateur de bleu de bromothymol qui passe du vert) formation de couleur bleue (**Ramakrishnan et al., 2012**).

**➤ Méthode :**

Ensemencer la pente de ce milieu gélosé en stries longitudinales et parallèles à l'aide d'une pipette, préalablement stérilisée à la flamme, à partir d'une colonie isolée. Incuber à 37°C pendant 24h (**Delarras, 2007**).

**➤ Résultat :**

Une utilisation du citrate se traduit par une culture sur la gélose et, le plus souvent, cette croissance s'accompagne d'une libération d'ammoniac à partir des sels d'ammonium, ce qui traduit par un virage du bleu de bromothymol au bleu (**Denis et al., 2011**).

**✘ Test de l'indole :**

L'objectif du test à l'indole est de vérifier si une bactérie est capable de produire l'indole (**Da Silva et al., 2012**). On ensemence le milieu et on l'incube à 37°C pendant 24h.

Pour mettre en évidence la production d'indole on additionne quelques gouttes du réactif de Kovacs. Production d'indole : apparition d'un anneau rouge à la surface (**Mameri, 2012**).

**✘ La recherche de l'uréase :****➤ Objet :**

Permet de différencier certaines espèces d'*Enterobacteriaceae*.

**➤ Principe :**

Les organismes testés sont cultivés dans un milieu urée tryptophane (improprement appelé milieu urée indole). La décomposition de l'urée par l'enzyme uréase produite par la bactérie entraîne la production d'ammoniac et de CO<sub>2</sub>.

Le milieu devient alcalin et la couleur du milieu change en rose (**Ramakrishnan et al., 2012**).

➤ **Méthode :**

Inoculer le milieu avec une colonie bactérienne Incuber à 37 ° C 24h puis examiner le milieu en recherchant une coloration rouge-rose de l'inclinaison.

➤ **Résultat :**

Milieu Rouge rose : Test positif (Production d'uréase) Pas de couleur rouge-rose : test négatif (aucune uréase n'est produite) (**Ramakrishnan et al., 2012**).

### 5.3.2. La galerie API :

✧ **La galerie API 20 E :**

➤ **Principe :**

La galerie API 20E est un système standardisé se basant sur des tests biochimiques qui mettent en évidence les métabolismes bactériens. Elles sont utilisées en diagnostic in vitro pour la classification, la détermination et l'identification bactérienne des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif (**Kari et al., 2013**).

➤ **Inoculation de la galerie :**

A partir d'une culture fraîche sur milieu gélosé une suspension bactérienne dense est préparée en dissociant 4-5 colonies dans 5ml d'eau physiologique stérile. Les microtubes sont remplis soigneusement par cette suspension à l'aide d'une Micropipette. Le remplissage des microtubes est effectué en évitant la formation de bulles d'air qui empêcheraient le contact entre les bactéries à identifier et le réactif ou substrat à tester (**Kari et al., 2013**).

Les cupules ont été remplies en veillant à créer un niveau horizontal ou légèrement convexe pour les trois tests CIT, VP et GEL. Les cupules incomplètement remplies ou trop remplies peuvent engendrer des résultats incorrects.

Afin de créer les conditions d'anaérobiose requises pour les tests biochimiques de la transformation des acides aminés arginine, lysine et Ornithine, respectivement, par les enzymes ADH, LDC et ODC. La libération d'ammoniac à partir de l'urée grâce à la présence de l'enzyme uréase d'ammoniac (urée) et la production d'H<sub>2</sub>S. Les cupules correspondantes ont été recouvertes d'huile de vaseline. (**Kari et al., 2013**).

➤ **Lecture de galerie :**

Après incubation à 37°C pendant 24h, on note sur la fiche des résultats de toutes les réactions spontanés puis on révèle les tests nécessitant l'addition de réactifs (TDA, VP et

Kovacs). L'identification est ensuite obtenue à l'aide d'un logiciel d'identification La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture (**Annexe 3**) (**Kari et al., 2013**).

#### ✘ **Galerie API 20NE :**

##### ➤ **Principe :**

La galerie API 20NE est une version miniaturisée et standardisée des techniques biochimiques conventionnelles pour l'identification des bactéries à Gram négatif.

La galerie API 20NE comporte 20 microtubes contenant des substrats sous forme déshydratée, ces microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition des réactifs. (**Boukhatem, 2013**).

##### ➤ **Technique :**

###### • **Préparation de la galerie :**

- ✓ Mettre de l'eau distillée stérile sur le fond de la boîte (partie alvéolée) ;
- ✓ Placer la galerie sur le fond la boîte ;
- ✓ Recouvrir la boîte avec son couvercle ;
- ✓ Inscrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.

###### • **Préparation de l'inoculum :**

- ✓ Ouvrir une ampoule d'API Na Cl 0,85% et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé ;
- ✓ Réalisez une suspension bactérienne en homogénéisation soigneusement.

###### • **Inoculation de la galerie :**

- ✓ Introduire la suspension bactérienne dans les microtubes de la galerie à l'aide d'une pipette stérile ;
- ✓ Refermer la boîte d'incubation, incuber à 37°C pendant 24 heures. (**Boukhatem, 2013**).

##### ➤ **Lecture :**

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture (**Annexe 4**) et l'identification des souches est obtenue à l'aide du tableau d'identification du catalogue analytique (**Boukhatem, 2013**).

### ✧ API Staph :

La galerie API Staph est composée de vingt microtubes, déshydratés qui permettent de réaliser dix-neuf tests bio-contenant des substrats correspondant au métabolisme respiratoire, glucidique et protéique chimiques des bactéries.

La galerie est inoculée avec API Staph Medium, milieu de culture disponible en ampoule de 7ml. Après un ensemencement de la galerie et incubation à  $36 \pm 2$  pendant 18 à 24h

Le rouge de phénol, indicateur de pH vire aux jaunes en présence des acides produits par l'utilisation des différents sucres testés dans le cas contraire, il conserve sa couleur rouge initiale. À partir de ces résultats le profil numérique de la souche est établi et permet l'identification de celle-ci à l'aide du logiciel api web (Delarras, 2007).

Cette galerie est assez performante pour distinguer les principales espèces de coagulase négative. Par contre, elle est totalement incapable de staphylocoques distinguer les différentes espèces de staphylocoques coagulase positive. Cette difficulté a conduit à la mise au point plus récente de la deuxième galerie (Le loir *et al.*, 2010).

La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture (Annexe 5).

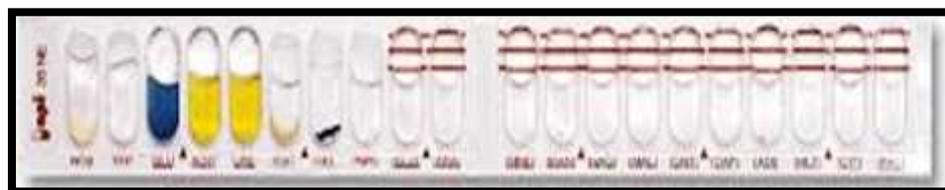


Figure 28 : Galerie API20 NE (pp, 2019).



Figure 29 : Galerie API20 E (pp, 2019).

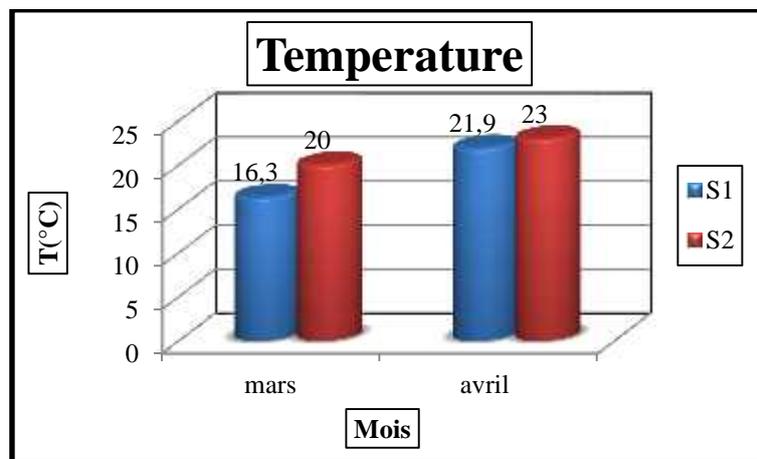


*Chapitre IV :*  
*Résultats et discussion*

## 1. Résultats des analyses physico-chimiques :

### 1.1. Température :

La température de l'eau est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques. Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels, de même que les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (Mahamat *et al.*, 2015). Les résultats de mesure de la température de l'eau sont résumés ci-dessous :



**Figure 30 :** Variations de la température de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars – Avril 2019).

D'après les résultats présentés dans la figure 29, nous observons que la valeur maximale 23°C a été enregistrée dans la station 2 pendant le mois d'Avril, la température minimale 16,3 °C a été enregistrée dans la station 1 pendant le mois de Mars.

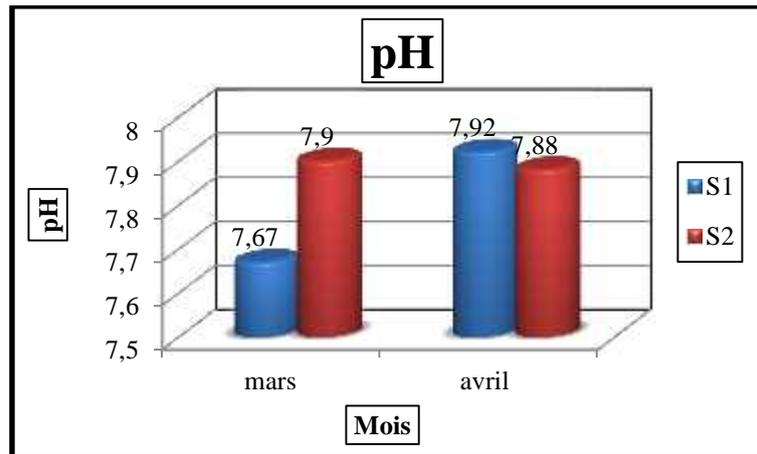
La moyenne de la température de la station 2 est le plus élevé avec 21,5°C comparant à la station 1 avec 19,1°C.

L'augmentation de la température au niveau de la station 2 par rapport à la station 1 pendant les deux mois peut être influencée par plusieurs facteurs comme l'heure à laquelle les mesures ont été prises mais le facteur la plus influente est la température des rejets des eaux usées (rejets industriels).

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température, notre eau est de qualité normale (< 20°C) à bonne (20°C – 22°C) (Annexe 7).

## 1.2. pH :

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons  $H^+$  contenus dans l'eau (Djedaoune, 2015). Le pH est l'un des facteurs les plus importants qui influe sur l'activité biologique microbienne. Cependant les souches seront différentes suivant que le milieu est acide (levures, champignons) ou neutre ou basique (bactéries) (Hassaine, 2015). Les résultats de mesure de pH de l'eau sont résumés ci-dessous :



**Figure 31 :** Variations de pH de l'eau de l'Oued Saf-Saf

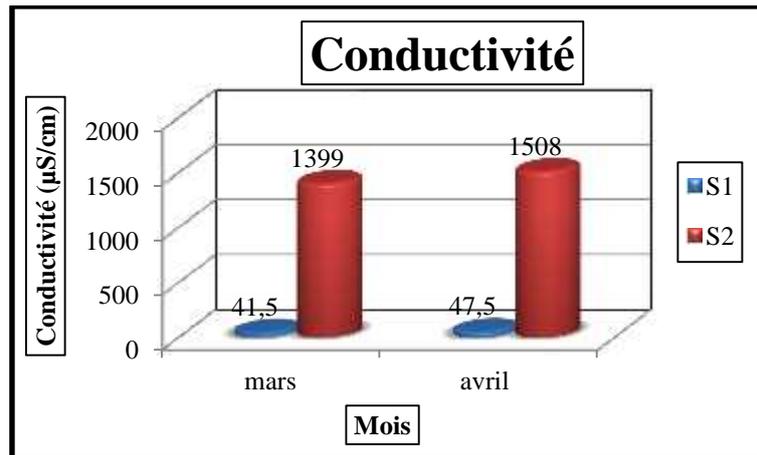
(Mars – Avril 2019).

A partir des valeurs du pH enregistrée au niveau de l'eau de l'Oued Saf-Saf et selon la Figure 30 nous avons remarqué que les variations du pH sont très faibles. La valeur moyenne est de 7,80 pour la station 1 et 7,89 pour la station 2, Une légère différence apparait entre les deux stations de prélèvement.

Ces valeurs présentent une neutralité approchée qui favorisent le développement et la croissance des microorganismes, ce qui est le cas majoritaire des eaux de surface (Merzoug, 2015). Selon la grille de classification des eaux d'Oued, la qualité d'eau est très bonne ( $< 8$ ) (Annexe 8).

## 1.3. Conductivité électrique :

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, en effet, des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration (Ghazali *et al.*, 2013). Les résultats de mesure de la conductivité de l'eau sont résumés ci-dessous :



**Figure 32 :** Variations de La conductivité électrique l'eau de l'Oued Saf-Saf  
(Mars – Avril 2019).

Selon la figure 31 les mesures de la conductivité montrent des variations remarquables d'une station à une autre. La valeur la plus élevée 1508µS/cm a été enregistrée dans la station 2 pendant le mois d'Avril, la valeur minimale 41,5µS/cm a été enregistrée dans la station 1 pendant le mois de Mars, avec une valeur moyenne de 1453,5µS/cm pour station 2 et une valeur moyenne de 44,5µS/cm pour station 1.

La concentration des éléments et des sels minéraux de l'eau augmente avec la température ce qui conduit à une élévation de la conductivité électrique au mois d'Avril par rapport au mois de Mars où la température est basse avec l'intervention des précipitations qui provoquent la dilution du milieu et diminuent la conductivité électrique (**Abdellioui et al., 2012**).

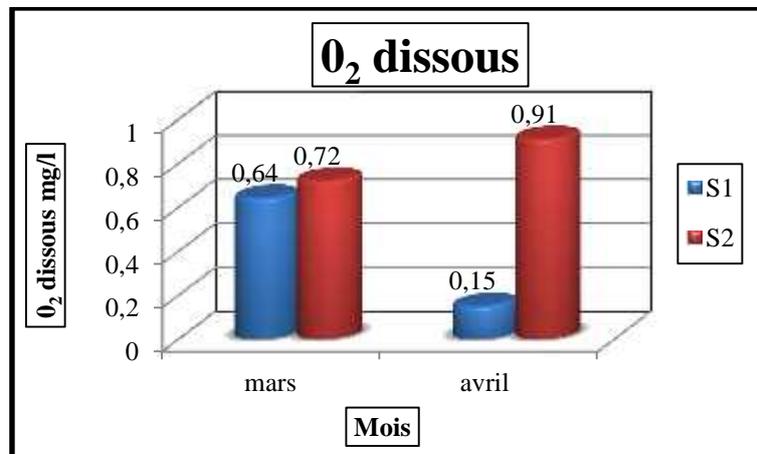
L'augmentation de la conductivité électrique au niveau de station 2 cette pourrait être liée à la géologie du terrain traversé riche en sels minéraux et pourrait prévenir aussi des rejets d'eaux usées.

D'après la grille de la qualité des eaux des rivières, les eaux des zones d'étude sont bonnes (< 400µS/cm) à passables (750 - 1500µS/cm) (**Annexe 9**).

#### 1.4. Oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de

l'autoépuration d'un cours d'eau (Makhoukh *et al.*, 2011). Les résultats de mesure de l'oxygène dissous de l'eau sont résumés ci-dessous :



**Figure 33** : Variations de l'oxygène dissous de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars – Avril 2019).

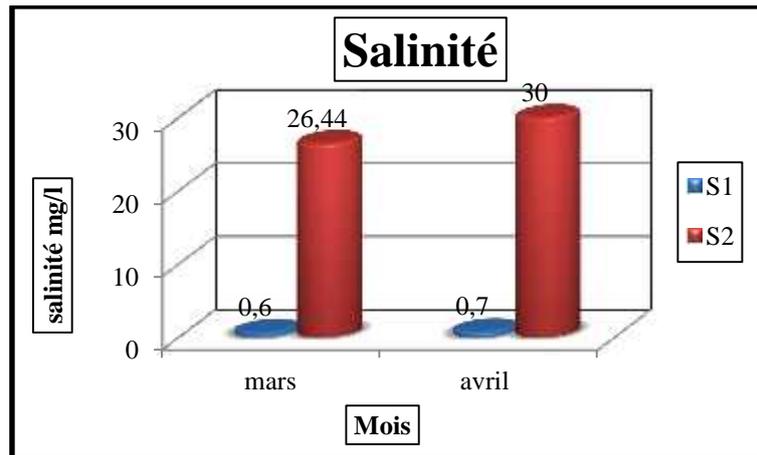
Selon les résultats de les variations de l'oxygène dissous de l'eau de l'Oued Saf-Saf dans la figure 32, nous observons des valeurs très faible d'oxygène dissous dans l'eau avec une valeur minimale 0,15mg/l au niveau de la station 1 pendant le mois d'Avril et une valeur maximale 0,91 mg/l au niveau de la station 2 pendant le mois d'Avril aussi.

Les facteurs pouvant mener à une réduction de l'oxygène dissous dans les deux sites, l'augmentation de la température de l'eau et la décomposition de grandes quantités de matière organique qui proviennent généralement des animaux et des rejets domestique (Merzoug, 2015). En général, les valeurs faibles de l'oxygénées dissous favorisent le développement des germes pathogènes.

Selon la grille d'appréciation de la qualité d'eau, la qualité de nos eau est médiocre (< 3mg/l) (Annexe 10).

### 1.5. Salinité :

La salinité est une mesure qui exprime la masse de sels dissous que contient une eau. Le lessivage intense des sols se traduit par une augmentation de la salinité (Angelier, 2000). Les résultats de mesure de la salinité de l'eau sont résumés ci-dessous :



**Figure 34 :** Variations de la Salinité de l'eau de l'Oued Saf-Saf  
(Mars – Avril 2019).

La variation de la salinité d'eau de l'Oued Saf-Saf entre les 2 stations est très élevée. Les valeurs de la salinité enregistrées lors de la station 1 varient de 0,6 à 0,7mg/l. La moyenne est de 0,65mg/l. Pour la station 2, elles varient de 26,44 à 30 mg/l. La moyenne est de 28,22mg/l. Les valeurs de la salinité sont toutes supérieures à la norme fixée par l'OMS qui est de 0mg/l.

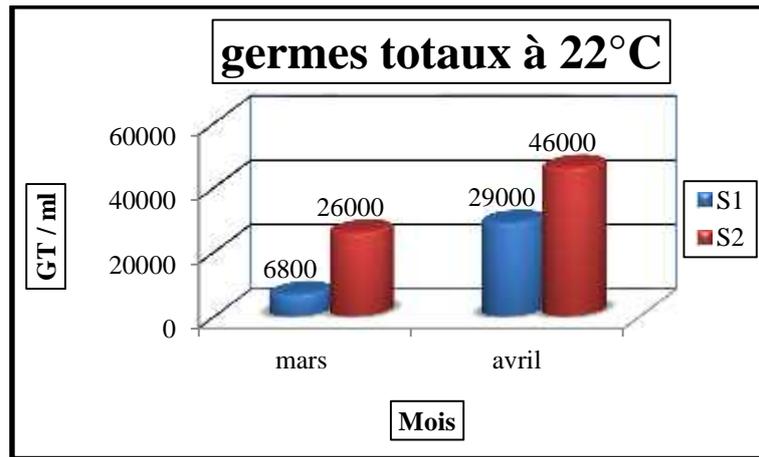
L'élévation de la salinité au niveau de la station 2 est due aux rejets des eaux usées industrielles (origine anthropique). Elle pourrait également provenir de la dissolution des terrains salifères (origine naturelle).

## 2. Résultats des analyses bactériologiques :

### 2.1. Dénombrement des germes totaux (GT) :

La flore mésophile aérobie totale est utilisée comme un indicateur de pollution globale (Tabet, 2015). Cependant le dénombrement de ces germes nous donne une idée sur la charge en microorganismes dans les eaux usées traitées, il est également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement biologique (Fagrouch *et al.*, 2010).

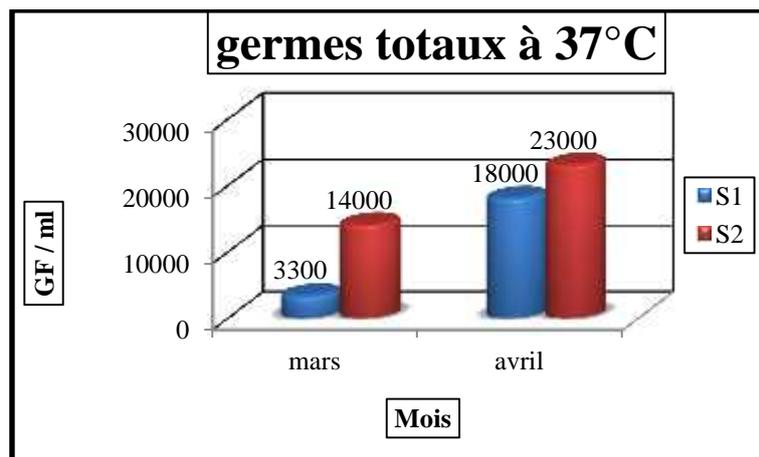
Les résultats de dénombrement des germes totaux à 22°C nous indiquent que le nombre des germes totaux est très variable d'un mois à un autre et même d'une station à une autre (Annexe 11).



**Figure 35 :** Estimation des germes totaux à 22°C de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars – Avril 2019).

D'après les résultats de dénombrement des germes totaux à 22 °C, la valeur maximale  $4,6 \times 10^4$  UFC/ml a été enregistrée au niveau de la station 2 pendant le mois d'Avril. La valeur minimale  $6,8 \times 10^3$  UFC/ml a été enregistrée au niveau de la station 1 pendant le mois de Mars.

Les résultats de dénombrement des germes totaux à 37°C nous indiquent que le nombre des germes totaux est très variable d'un mois à un autre et même d'une station à une autre (**Annexe 11**).



**Figure 36 :** Estimation des germes totaux à 37°C de l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars – Avril 2019).

D'après les résultats de dénombrement des germes totaux à 37 °C, la valeur maximale  $2,3 \times 10^4$ UFC/ml a été enregistrée au niveau de la station 2 pendant le mois d'Avril. La valeur minimale  $3,3 \times 10^3$ UFC/ml a été enregistrée au niveau de la station 1 pendant le mois de Mars.

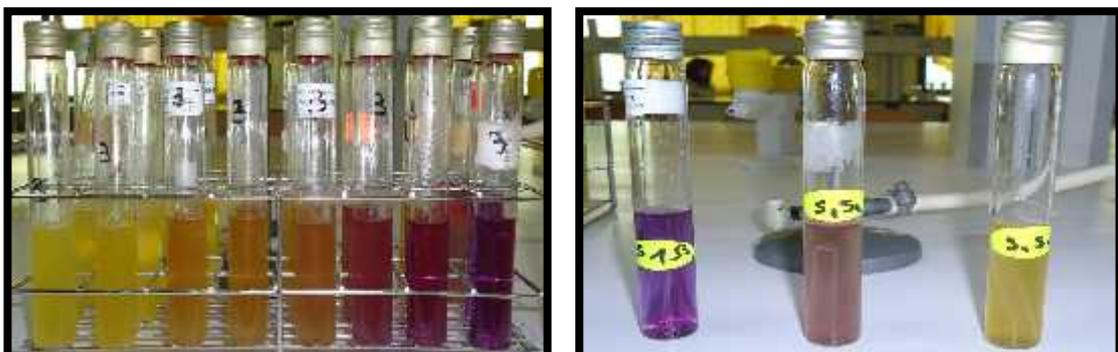
A partir de ces deux dénombrements en remarque que les germes totaux à 22°C sont plus élevé qu'à 37°C et à la station 2 par rapport au station 1 pendant les deux mois, cette variation du nombre de ces germes est due à la situation climatique durant cette période et essentiellement l'influence de la température et la pluviométrie.

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le nombre des germes totaux à 37°C pour les échantillons étudiés est supérieur à celui exigé par les normes de l'organisation mondiale de la santé (**Annexe 12**) et le même aussi pour le nombre des germes totaux à 22°C (supérieur au normes de l'OMS), ce qui nous indique que l'Oued Saf-Saf est pollué avec les rejets directs que ce soit par les déchets industriels ou par les eaux usées domestiques.

## 2.2. Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale :

Ces germes sont dénommés indicateurs de pollution fécale et leur présence témoigne l'existence d'une contamination fécale au moment de prélèvement, leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence des germes pathogène, mais elle permet de la suspecter fortement. (**Abdi et al., 2013**).

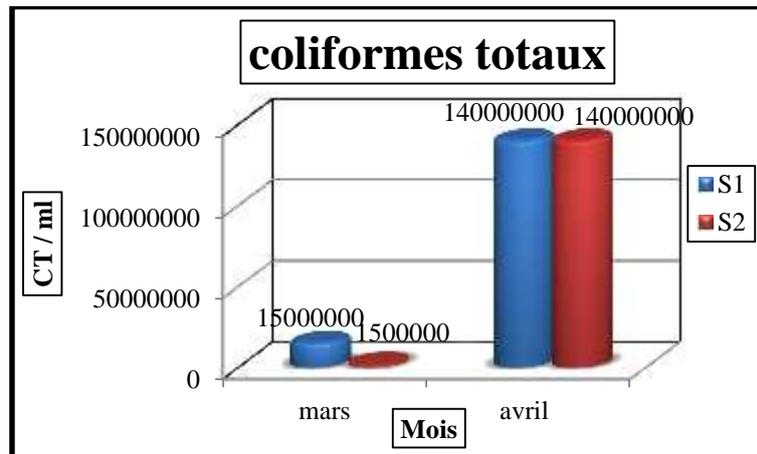
### 2.2.1. Le dénombrement des coliformes totaux :



**Figure 37** : Dénombrement des coliformes totaux par la méthode de NPP

(Mars 2019)(**pp, 2019**).

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 38** : Estimation des coliformes totaux dans l'eau de l'Oued Saf-Saf

(Mars – Avril 2019).

D'après les résultats de dénombrement des coliformes totaux la figure 37, nous observons que la valeur maximale  $140 \times 10^6$  CT/ml a été enregistrée au niveau des deux stations pendant le mois d'Avril, tandis que la valeur minimale  $15 \times 10^5$  CT/ml a été enregistrée au niveau de la station 2 pendant le mois de Mars.

Les coliformes totaux dans les stations ne conformes pas aux normes d'OMS (**Annexe 12**) , On peut expliquer l'augmentation de nombre des coliformes totaux par la présence des déjections animales, des eaux usées domestiques et aussi Ceci est en relation de la présence des rejets industriels qui se reflètent dans l'absence de traitement ou le traitement inadéquat des eaux usées industriels et qu'il faut donc intervenir.

Le 2<sup>ème</sup> prélèvement (Avril) a montré une différence quantitative de décharge industrielle par conséquent une augmentation de niveau d'Oued après le canal de rejet (S 2)

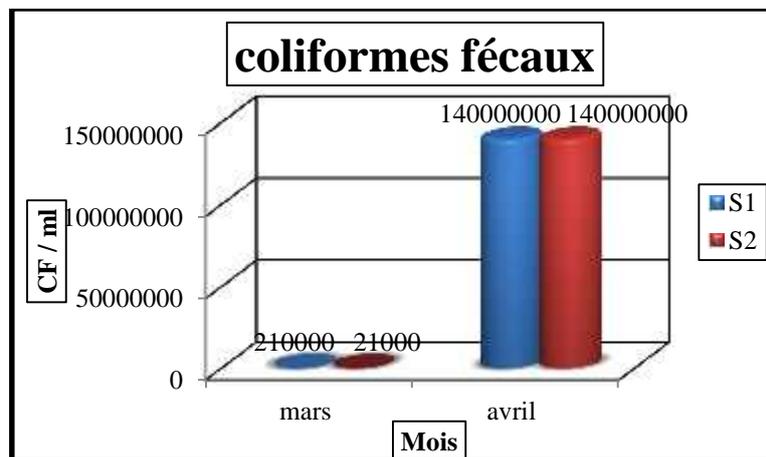
Les coliformes totaux sont beaucoup plus nombreux pendant le mois d'Avril comparant au mois de Mars en raison du faible débit de l'eau et aussi à la température élevée de l'eau pendant le mois d'Avril conduisant à la prolifération de ces germes.

### 2.2.2. Le dénombrement des coliformes fécaux :



**Figure 39** : Test d'*E. Coli* positif et négatif (pp, 2019).

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux sont présentés dans le tableau (Annexe 11).



**Figure 40** : Estimation des coliformes fécaux dans l'eau de l'Oued Saf-Saf

(Mars – Avril 2019).

D'après les résultats de dénombrement des coliformes fécaux la figure 39, nous observons que la valeur maximale  $140 \times 10^6$  CF/ml a été enregistrée au niveau des deux stations pendant le mois d'Avril, tandis que la valeur minimale  $21 \times 10^3$  CF/ml a été enregistrée au niveau de la station 2 pendant le mois de Mars.

La présence de coliformes fécaux dans l'eau signifie une contamination récente du milieu aquatique par la matière fécale humaine ou d'animaux à sang chaud, Les coliformes fécaux dans les stations ne conformes pas aux normes d'OMS (Annexe 12), l'augmentation de ces germes pendant le mois d'Avril en particulier lorsque la température de l'eau dépasse

15°C, des proliférations de bactéries sont parfois observées de manière récurrente. Il est alors possible que l'énumération révèle des coliformes fécaux qui n'ont pas une origine fécale.

### 2.2.3. Le dénombrement des streptocoques fécaux :

Ce sont des témoins de contamination fécale. Ils sont assez résistants même dans les milieux sales. Leur prolifération est due au déversement des matières organiques et des substances nutritives azotées, par conséquent utilisés comme indicateur de la présence d'organismes pathogènes (Mouaz *et al.*, 2017).



Figure 41 : Dénombrement des streptocoques fécaux (pp, 2019).

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux sont présentés dans le tableau (Annexe 11).

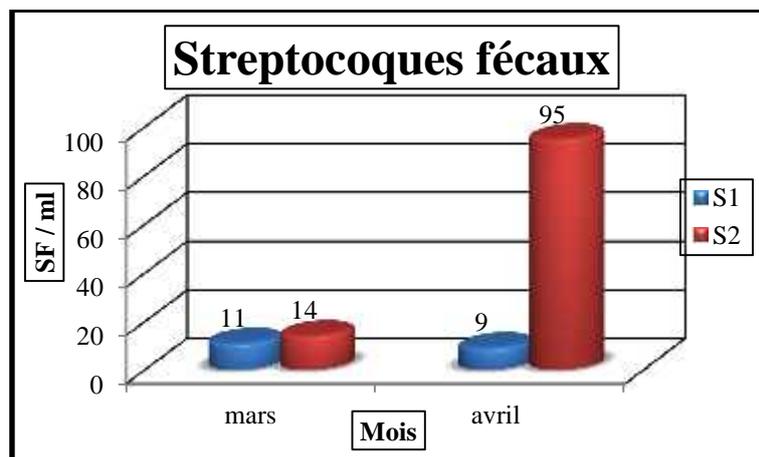


Figure 42 : Estimations des streptocoques fécaux/ml dans l'eau de l'Oued Saf-Saf (Mars – Avril 2019).

D'après les résultats de dénombrement des streptocoques fécaux, nous observons que la valeur maximale 95 SF/ml a été enregistrée au niveau de la station 2 pendant le mois

d'Avril, tandis que la valeur minimale 9 SF/ml a été enregistrée au niveau de la station 1 aussi pendant le mois d'Avril.

La contamination par les Streptocoques peut provenir soit d'une infiltration d'eau de surface soit d'une eau restée stagnante ou bien encore de la présence d'une source de matières fécales.

#### 2.2.4. Le dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des témoins d'une pollution ancienne d'origine fécale. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection.



**Figure 43** : Dénombrement des ASR dans les deux stations (pp, 2019).

Les résultats du dénombrement des ASR sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 6).

**Tableau 5** : Dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs.

Station \ Mois	S 1	S2
Mars	Indénombrable	Indénombrable
Avril	Indénombrable	Indénombrable

À partir des résultats de dénombrement des ASR (Tableau 6), nous observons que tous les résultats sont positifs et indénombrable, ce qu'ils montrent la présence des espèces sulfito-réductrices pendant les deux mois de prélèvement dans les deux stations.

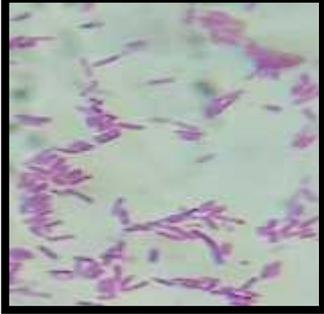
**2.3. Recherche et identification des germes pathogènes :**

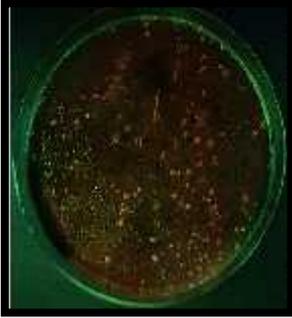
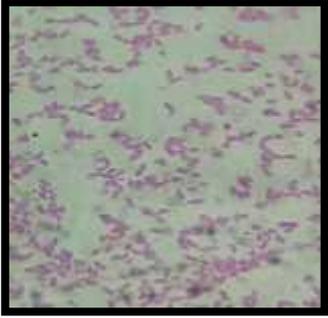
**2.3.1. Caractères morphologiques et coloration de Gram de différents germes isolés :**

La recherche de germes pathogènes a été effectuée sur plusieurs milieux de culture. De plus pour la recherche de certains germes, (les staphylocoques, les entérobactéries, les non entérobactéries), pathogène nous avons fait une observation macroscopique morphologique et microscopique après coloration de Gram des colonies isolées et on a utilisé tests biochimiques. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivants :

**Tableau 6 :** Aspect macroscopiques et microscopiques des colonies bactériennes isolées à partir de nos prélèvements.

Milieux de culture	Observation macroscopique	Observation microscopique
<p>Gélose Chapman</p>  	<p>➤ <b>En amont (S1) :</b></p> <p>-Colonies blanchâtres, crémeuses, petites, rondes, opaques, lisses à contours réguliers, bombés, isolé, avec dégagement d’odeur et virage de couleur de milieu.</p> <p>➤ <b>En aval (S2) :</b></p> <p>-Colonies jaunâtres, très petites, ronds, opaques, lisses à contours réguliers, isolés, plate,</p> <p>-Colonies jaunes, lisses, moyenne, rondes, bombées, opaque, a contours réguliers, plate, isolés.</p>	<p>- Cocci, Gram positif, isolées ou regroupés en diplocoques, tétrades ou en grappes de raisin.</p> 
<p>Gélose Nutritif Alcaline Bilée(GNAB).</p>	<p>➤ <b>En amont :</b></p> <p>-Colonies, blanchâtres, rondes, moyennes, lisses, plates, à contour réguliers, crémeuses avec dégagement d’odeur.</p>	

	<p>➤ <b>En aval :</b></p> <p>-L'apparition du même type des colonies.</p>	<p>Bacilles, Gram négatif, isolés ou en amas.</p> 
<p>Gélose Cétrimide</p>  	<p>➤ <b>En amont :</b></p> <p>-Absence totale des colonies</p> <p>➤ <b>En aval :</b></p> <p>-Colonies petites, isolé ou en amas, vertes, rondes, bombé, a contour régulier, bombé lisses.</p> <p>-Colonies moyennes, plates, lisses à contours réguliers, à contours réguliers, opaques, blanchâtres, crémeuses, avec dégagement d'odeur.</p> <p>-Colonies petites, incolores circulaires, bombées, lisses et transparentes, à contours réguliers, opaques, avec dégagement d'odeur.</p>	<p>Bacilles, Gram négatif, isolés</p> 
<p><b>Gélose Salmonella Shigella (SS)</b></p>	<p>➤ <b>En amont :</b></p> <p>-Colonies moyenne, isolé, incolore, rondes, lisses, plates, contour réguliers, opaques, muqueuses avec dégagement d'une odeur.</p> <p>- Colonies petite, incolore, isolé, rondes, lisses, plates, contour réguliers,</p>	

 	<p>opaques, avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies petite, centre noire, isolé, rondes, lisses, muqueuse, bombé, contour réguliers, opaques, avec dégagement d'une odeur.</p> <p>➤ <b>En aval :</b></p> <p>-Colonies petite, noire, isolé, rondes, lisses, muqueuse, bombé, contour réguliers, opaques, avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies petite, rose a rouge, isolé, rondes, lisses, plate, rugueuses, contour réguliers, sèche, opaques, avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies petites, rondes, bombés, lisses à contours irréguliers, opaques, muqueuses.</p>	<p>Bacilles, Gram négatif, isolés ou en amas</p> 
<p><b>Gélose Hektoen</b></p> 	<p>➤ <b>En amont :</b></p> <p>-Colonies jaune saumon, moyenne, diplocoque ou en amas, bombées lisses à contours irréguliers, opaque, crémeuse, avec un dégagement d'odeur, virage de couleur de milieu.</p> <p>-Colonies moyennes verdâtres avec centre, à contour irrégulier, lisses, plates, translucide, muqueuses, avec un dégagement d'odeur.</p> <p>-Colonies moyennes, marron, plate, opaques, lisse, contour irrégulier avec un dégagement d'odeur.</p>	<p>Bacilles, Gram négatif, isolés ou en amas</p> 

	<p>-Colonies moyenne jaune, rondes, lisses, bombé, transparente, muqueuses avec dégagement d'odeur.</p> <p>➤ <b>En aval :</b> Les mêmes colonies</p>	
<p><b>Gélose Mac conkey</b></p>  	<p>➤ <b>En amont :</b></p> <p>-Colonies moyennes et petite, lisses, incolore, plate, muqueuses aux bords réguliers.</p> <p>-Colonies jaune, opaques, lisses, rondes, moyenne, contour irrégulier crémeuse avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies moyennes et petite, lisses, plate, muqueuses aux bords réguliers, opaque, translucide, envahissante avec un dégagement d'odeur et virage de couleur de milieu.</p> <p>➤ <b>En aval :</b></p> <p>-Colonies moyennes, lisses, bombés, muqueuses, violettes, rondes à contours irréguliers avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies rose, opaques, lisses, rondes, crémeuse avec dégagement d'une odeur.</p> <p>-Colonies grandes, lisses, petite, opaque, plate sèche, rose à rouge entouré d'un halo, circulaires à contours réguliers.</p> <p>-Colonies incolore, opaques, lisses, rondes, plate, moyenne, muqueuse avec dégagement d'une odeur</p>	<p>Bacilles, Gram négatif, isolés ou en amas</p> 

### 2.3.2. Résultats de l'identification biochimique :

#### ➤ Profil biochimique des *Pseudomonas* :

L'observation macroscopique (morphologique) et microscopique après coloration de Gram des colonies isolées sur milieu Cétrimide sont présentées dans les figures suivantes :



**Figure 44** : Bacilles Gram négatifs (Grossissement x100) (pp, 2019).



**Figure 45** : Aspect des colonies sur gélose cétrimide (pp, 2019).

Les résultats de différents tests effectués pour l'identification des *Pseudomonas* sont résumés dans le tableau et la figure ci-dessous (Tableau 8) :

**Tableau 7** : Résultats du profil biochimique des *Pseudomonas* isolés.

	Site
<b>Oxydase</b>	+
<b>Mobilité</b>	+
<b>King A</b>	-
<b>King B</b>	-
<b>Nitrate</b>	+
<b>Citrate de Simmons</b>	+
<b>Espèces trouvées</b>	<i>P. stutzeri</i>

➤ **Identification par la galerie biochimique classique :**

Les espèces bactériennes qui sont présentes identifiées par la galerie biochimique classique sont résumées dans le tableau et la figure ci-dessous (Tableau 9).

**Tableau 8 :** Espèces identifiées par la galerie biochimique classique.

Milieux de cultures	Espèces bactériennes identifiés
Cétrimide	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>E.coli</i></li> <li>- <i>Citrobacter brakii</i></li> <li>- <i>Klebsiella pneumoniae</i></li> </ul>
SS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Salmonella arizonae</i></li> <li>- <i>Shewanella putrefaciens grp</i></li> <li>- <i>Proteus mirabilis</i></li> <li>- <i>Proteus vulgaris</i></li> </ul>
Mac Conkey	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Proteus vulgaris</i></li> </ul>



**Figure 46 :** Résultats de quelques galeries biochimiques classiques (pp, 2019).

➤ **Identification par les API systèmes :**

L'étude biochimique réalisée par trois types de systèmes bio Mérieux (API 20 E, API 20 NE, API Staph) nous a permis d'identifier des espèces bactériennes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* et d'autres espèces bactériennes *non Enterobacteriaceae* dans l'eau. Les résultats sont représentés dans les tableaux et les figures suivantes (Tableau 10).

**Tableau 9** : Résultats de l'identification par les API systèmes (API 20 E, API 20 NE).

API système	Milieux de culture	Espèces bactériennes identifiées
<b>API 20 E</b>	<b>Hektoën</b>	<i>Citrobacter freundii</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> gr. 2 <i>Enterobacter sakazakii</i>
	<b>SS</b>	<i>Serratia marcescens</i> <i>Serratia liquifaciens</i>
	<b>Mac Conkey</b>	<i>Salmonella</i> spp <i>Serratia odorifera</i> 2 <i>Klebsiella terrigena</i> <i>Enterobacter aerogenes</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Serratia liquefaciens</i>
<b>API 20 NE</b>	<b>GNAB</b>	<i>Pseudomonas luteola</i>
	<b>Cétrimide</b>	<i>Pseudomonas Stutzeri</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

<b>API Staph</b>	<b>Chapman</b>	<i>Staphylococcus hoemolyticus</i> <i>Staphylococcus capitis</i> <i>Staphylococcus hominis</i>
------------------	----------------	--

❖ Profil biochimique des souches en amont :



Figure 47 : Profil biochimique de la souche *Serratia liquefaciens* (pp, 2019).



Figure 48 : Profil biochimique de la souche *Aeromonas hydrophila* gr. 2 (pp, 2019).



Figure 49 : Profil biochimique de la souche *Salmonella* spp (pp, 2019).



Figure 50 : Profil biochimique de la souche *Serratia odorifera* 2 (pp, 2019).



Figure 51 : Profil biochimique de la souche *Serratia liquefaciens* (pp, 2019).

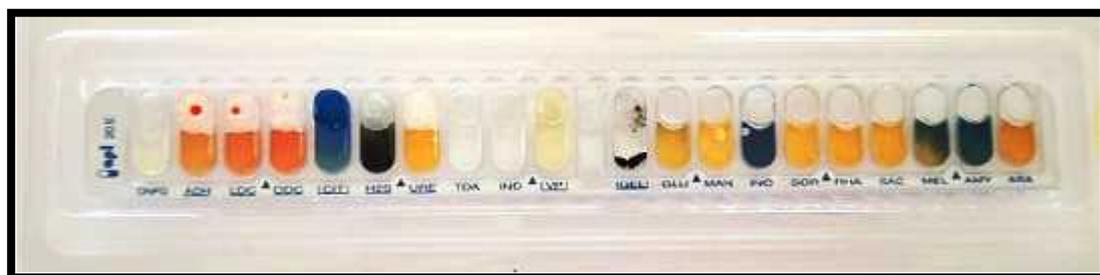


Figure 52 : Profil biochimique de la souche *Citrobacter freundii* (pp, 2019).



Figure 53 : Profil biochimique de la souche *Pseudomonas luteola* (pp, 2019).

❖ Profil biochimique des en aval :



Figure 54 : Profil biochimique de la souche *Enterobacter sakazakii* (pp, 2019).



Figure 55 : Profil biochimique de la souche *Klebsiella terrigena* (pp, 2019).

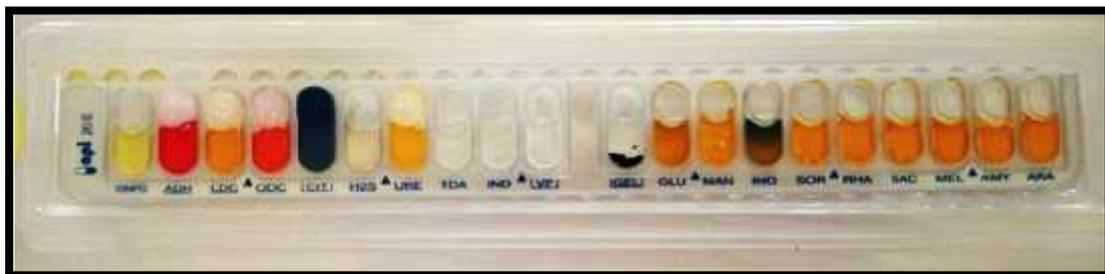


Figure 56 : Profil biochimique de la souche *Enterobacter cloacae* (pp, 2019).

**Tableau 10 :** Répartition des espèces bactériennes isolées entre les prélèvements et les stations.

Espèces bactériennes	Prélèvement 01		Prélèvement 02	
	S1	S2	S1	S2
<i>Shewanella putrefaciens group</i>				X
<i>Proteus mirabilis</i>				X
<i>Proteus vulgaris</i>	X			X
<i>Salmonella arizonae</i>	X	X		
<i>Citrobacter freundii</i>	X	X	X	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>				X
<i>Citrobacter brakii</i>				X
<i>E.coli</i>				X
<i>Enterobacter cloacae</i>	X	X	X	
<i>Aeromonas hydrophila gr. 2</i>	X	X		
<i>Enterobacter sakazakii</i>			X	X
<i>Serratia liquefaciens</i>	X	X		
<i>Serratia marcescens</i>	X	X		
<i>Salmonella spp</i>	X	X		
<i>Serratia odorifera 2</i>	X	X		
<i>Klebsiella terrigena</i>			X	

<i>Enterobacter aerogenes</i>			X	X
<i>Serratia liquefaciens</i>			X	X
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				X
<i>Proteus mirabilis</i>		X		
<i>Pseudomonas luteola</i>	X	X	X	X
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	X	X		
<i>Staphylococcus capitis</i>				X
<i>Staphylococcus hominis</i>				X
<i>Pseudomonas Stutzeri</i>	X			
ASR	X	X	X	X



*Conclusion*

La zone industrielle de Skikda occupe la partie aval du bassin versant de l'Oued Saf-Saf qui soumise à l'influence d'un climat méditerranéen tempéré caractériser par deux saisons, l'une pluvieuse et froide l'autre sèche et chaude.

Elle reçoit en moyenne une pluviométrie de l'ordre de 769,33 mm/an, répartie de façon irrégulière au cours de l'année. La température moyenne est de l'ordre de 19°C.

Ce travail intitulée L'influence des rejets liquides du complexe GL/1K sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de Oued Saf-Saf vise un principale objectif de évaluer l'effet des rejets liquides (eaux usées) de la complexe de liquéfaction de gaz naturel sur le milieu récepteur (Oued Saf-Saf).

Notre étude a été portée sur l'analyse physico-chimiques et bactériologiques d'eau d'Oued Saf-Saf à Skikda. Il est basé sur le suivi de deux stations, pendant les deux mois de Mars et Avril.

Après l'étude, il s'est avéré que l'eau d'Oued Saf-Saf change complètement après son passage par la zone industrielle de Skikda. Lors de leur passage par le complexe GL/1K l'eau d'Oued Saf-Saf atteignent des concentrations très importantes en bactéries indicatrices de contamination fécale. Ces densités, plus élevées au niveau de l'Oued, sont sujettes à des variations spatiotemporelles importantes, les germes pathogènes du genre *pseudomonas aeruginosa*, *staphylocoques* ainsi que *Klebsiella*, ont été détectés au niveau d'Oued Saf-Saf.

Pour l'analyse physicochimique, les résultats obtenus montrent que l'eau de Saf-Saf est de qualité bonne et conforme aux normes pour la température, le pH, et la conductivité Sauf pour l'Oxygène dissous et la salinité.

Perspectives :

- ✓ L'application des textes juridiques
- ✓ Le traitement et l'épuration des eaux usées avant leur évacuation dans les milieux récepteurs s'avère une nécessité urgente.
- ✓ un suivi régulier de la qualité des rejets industrielle est recommandé en vue de préserver ces ressources



*Références*

*Bibliographique*

- 📖 **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 8 Mai 1945, Guelma. 45, 49, 59,92 p.
- 📖 **Abdi S., Razkallah Z. et Zerari A. 2013.** *Etude de la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (Wilaya de Skikda)*. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 25,33, 54 p.
- 📖 **Abrekane M., Hambli S. et Tebbikh O. 2011.** *Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la tourbiere de lac Noir (Nord-est algérien)*. Mémoire de Master. Université 8 mai 1945, Guelma. 31 p.
- 📖 **Adjloua E. et Azrou M. 2015.** *Analyse statistique du couple pluie-température du bassin versant de la SOUMMAM*. Université Abderrahmane Mira, bejaia. 43 p.
- 📖 **Aidi Z T M. 2014.** *Etude de la dépollution des eaux contaminées par le Toluene utilisant l'adsorbant naturel Zizyphus Lotus*. Mémoire de Master. Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi. 1 p.
- 📖 **Aissaoui M., Benhamza M. et Guettaf M. 2017.** *Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'Oued Seybouse - Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien)*. *Revue des Sciences et de la Technologie* .35 (1).178-186 p.
- 📖 **Ait Kaki R ., Bourefis A ., Benabbes C . et Karboua A 2016.** *Mouvements Gravitaires : Cas De La Region De Skikda*. *Revue Sciences & Technologie* .0(43). 9-16 p.
- 📖 **Angelier E. (2000).** *Ecologie des eaux courantes. Technique et documentation*. Paris. 199 P.
- 📖 **ANIREF.2013.** *Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière Rubrique Monographie Wilaya. Wilaya de Skikda.14/10/2013.*
- 📖 **Attalah K. et Ghennai A. 2017.** *Contribution à l'étude bactériologique de l'Oued El Kebir Skikda*. Mémoire de Master. Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi. 46 p.
- 📖 **Bechaa B. et Khanfri A. 2013.** *Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de rejets industriels. Cas de la conserverie Amor BENAMOR (CAB) Guelma*. Mémoire de Master. Université 08mai45, Guelma. 31 p.
- 📖 **Boukezzoula N. 2005.** *Enjeux d'une gestion de crise Cas : explosion GL 1K du 19/1/2004 skikda, algerie*. Séminaire sur les risques majeurs urbains. 14/15/16 juin 2005. Alger
- 📖 **Belabed B. 2010.** *La pollution par les métaux lourds dans la région d'Annaba« Sources de contamination des écosystèmes aquatiques »*. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba.43 p.

- 📖 **Belhadji H. et Moumeni O. 2016.** *Etude des performances épuratoires d'une station d'épuration des eaux usées de l'industrie textile : cas de la STEP de Sebdou.* Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 7 p.
- 📖 **Ben Ali Rim M. 2015.** *Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda.* Mémoire de Magister. Université Constantine. 25,1 p.
- 📖 **Bengherbia A., Hamaidi F., Zahraoui R., Hamaidi M. et Megateli S. 2014.** Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physicochimiques et bactériologique de l'Oued Beni Aza (Blida, Algérie). *Lebanese Science Journal* 15 (2): 13 p.
- 📖 **Bennamoun S. et Boumazbar M. 2018 .***Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Koudiet M'daour (Wilaya de Batna).*Mémoire de Master .Université des Frères Mentouri, Constantine. 3 p.
- 📖 **Ben Rabah S. 2006.** *Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (essai de synthese) Bilan – Gestion – Perspective.* Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 29-30 p.
- 📖 **Bent Mohamed A. et Mint Sidi baba A. 2008.** *Manuel de travaux pratiques de microbiologie.* Université de Nouakchot. 12-13 p.
- 📖 **Bessam S. 2008.** *Étude des propriétés thermodynamiques, structurales et de transport du méthane liquide et des mélanges d'hydrocarbures par Dynamique Moléculaire de corps flexibles.* Mémoire de Magister. Université d'Oran. 35-36 p.
- 📖 **Boeglin J. C., et Roubaty J-L. 1997.** *Pollution industrielle de l'eau Caractérisation, classification, mesure.* 1 p.
- 📖 **Boucenna N. 2007.** *impact de la décharge publique sur la qualité des eaux souterraines cas de zef-zef (skikda).* Mémoire de Magister. université badji mojhtar, annaba. 23, 39 p.
- 📖 **Bougouzi M. 2014.** *Contribution à l'étude bactériologique et physicochimique de l'eau d'Oued El-Kebir (Wilaya de Skikda).* Mémoire de Magister. Université du 20 Août 1955, Skikda. 39-40 p.
- 📖 **Bouhaous M. et Bengharez Z. 2012.** *Contamination des eaux souterraines par les nitrates : analyse microbiologiques, source de contamination et évaluation sanitaire.* Editions Universitaires Européennes. Allemagne. 80 p.
- 📖 **Bouhayene S. 2015.** *évaluation bactériologique des zones de baignade de la baie de Skikda (N.E.Algérien).* Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, annaba. 17p.

- 📖 **Boukhatem L. 2013.** *Etude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à Gram négatif non fermentants isolés au niveau du service de réanimation du CHU de Tlemcen.* Mémoire de Master. Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen. 31 p.
- 📖 **Boumaraf W. 2010.** *Cartographie et impact de la qualité des eaux du lac Oubeïra sur la relation sol-végétation (Parc National d'El Kala).* Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 24 p.
- 📖 **Bousnane M. 2015.** *Evaluation de la pollution (Hydrocarbure et métaux lourds) des eaux marines superficielles de la ville de Skikda.* Mémoire de Master. Université 20 AOUT 1955, Skikda. 4 p.
- 📖 **Bouzeghaya F. et Chergui R. 2016.** *Etude de la dispersion du Goéland leucophaé « Larus michahellis ».* Mémoire de Master. Université 08 mai 1945, Guelma. 32 p.
- 📖 **Brands D., Alcamo E. et Heymann D. 2006.** *Salmonella.* Chelsea House Publishers. 14-15 p.
- 📖 **Brigitte G., Christian C. et Françoise M. 2003.** *Cours d'eau et indices Biologiques.* 2ème Edition. Educagri éditions. France. 4 p.
- 📖 **CCIS . 2017.** la chambre de commerce et d'industrie Saf-Saf, Skikda.
- 📖 **Chaby R. 2010.** *Des endotoxines aux lipopolysaccharides.* Lavoisier. 11 p.
- 📖 **Chaïbi M. et Khedoussi F. 2012.** *Etude de la qualité des eaux du barrage Tichi Haf : les algues bioindicatrices.* Mémoire de Master. Université Abderrahmane Mira, Bejaïa. 47 p.
- 📖 **Chaoui M. 2013.** *Contribution à 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 Stage de Fin d'Etudes. Université Cadi Ayyad, Marrakech. 14, 54 p.
- 📖 **Charchar N. 2009.** *Contribution à l'étude de la pollution d'Oued Seybouse (Guelma) par les tensioactifs anioniques (LAS).* Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma. 121 p.
- 📖 **Cheguatmi S. 2011.** *Les risques majeurs de la ZI de Skikda.* Thèse de magistère en architecture. Université de Constantine. 32-39 p.

- 📖 **Chettibi F. 2014.** *Ecologie de l'Érismature à tête blanche Oxyura leucocephala dans les zones humides de la Numidie algérienne (du Littoral Est de l'Algérie)*. Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 22 p.
- 📖 **Chevalier P., INSPQ., DSP., et MDDELCC .2017.** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. *Institut national de santé publique du Québec*.
- 📖 **Da Silva N., Taniwaki M., Junqueira V., Silveira N., Nascimento M. et Gomes R. 2012.** *Microbiological Examination Methods of Food and Water: A Laboratory Manual*. CRC Press. 52 p.
- 📖 **Debieche T.H. 2002.** *Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la base plaine de la Seybouse Nord-Est Algérien*. Thèse de doctorat. Université de Besançon, France. 44 p.
- 📖 **Dellaras C. 2003.** *Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux: Règlementation - Prélèvements - Analyses*. tec et doc. Paris. 105 p.
- 📖 **Delarras C. 2007.** *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire*. Tec & Doc/Lavoisier. Paris. 376-377, 149 p.
- 📖 **Delarras C. 2014.** *Pratique en microbiologie de laboratoire Recherche de bactéries et de levures-moisissures*. Tec & Doc/Lavoisier. 65-66, 114-115 p.
- 📖 **Denis F., Ploy M., Martin C., Bingen E. et Quentin R. 2007.** *Bactériologie médicale: Techniques usuelles*. Elsevier Masson. 130-131 p.
- 📖 **Denis F., Ploy M., Martin C., Bingen E. et Quentin R. 2011.** *Bactériologie médicale : Techniques usuelles*. 2<sup>e</sup> éd. Paris: Elsevier Masson. 8 p.
- 📖 **Devillers J., Squilbin M. et Yourassowsky C. 2005.** *Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface*, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement. 12 p.
- 📖 **Diallo Y. 2005.** *Evaluation de la pollution des ressources en eau superficielle de la ville de Ouagadougou : établissement d'un profil des sources de pollution et proposition de solutions de mitigation*. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur. Ecole inter états d'ingénieurs de l'équipement rural, Ouagadougou - Burkina Faso. 11 p.
- 📖 **Djedaoune A. 2015.** *Comportement des polluants des eaux pluviales urbaines en réseaux d'assainissement (caractéristiques et origines) : cas de la plaine d'Annaba*. *Revue des Sciences et de la Technologie* 30 (1). 40-47 p.

- 📖 **Djema F. 2013.** *Problématique du développement urbain vis-à-vis des risques technologiques majeurs –cas de la ville de Skikda-*. Mémoire de Magister. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 42 p.
- 📖 **Djenidi R. 2016.** Étude de la contamination superficielle des carcasses ovines à l'aide d'examen bactériologiques au niveau de l'abattoir de Bordj Bou Arréridj. *Revue Agriculture*. 47-56 p.
- 📖 **Daifallah M. et Maoui Y. 2016.** *Recherche des endoparasites chez une famille des Calpterigidae (Odonates) et évaluation de la qualité bactériologique de l'eau d'Oued Chénior et d'Oued Zénati (Guelma)*. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 28 p.
- 📖 **Engelkirk P. et Engelkirk J. 2008.** *Laboratory Diagnosis of Infectious Diseases: Essentials of Diagnostic Microbiology*. 1<sup>st</sup> edition. Lippincott Williams & Wilkins. 215-216 p.
- 📖 **Fagrouch A., Amyay S., Berrahou A., El Halouani H. et Abdelmoumen H. 2010.** Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride : Cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt. *Afrique Science*. 6(3). 87-102 p.
- 📖 **Falkow S., Rosenberg E., Schleifer K. et Stackebrandt E. 2006.** *The Prokaryotes: Vol. 6: Proteobacteria: Gamma*. Subclass third Edition. Springer. 99 p.
- 📖 **Flandrois J. 1997.** *Bactériologie médicale*. Presses Universitaires de Lyon. 20 p.
- 📖 **Fouzari A. 2009.** *Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse Diptera, Coleoptera et Gasteropoda*. Thèse de Doctorat. Université 8 mai 1945, Guelma. 80 p.
- 📖 **Freney J., Renaud F., Hansen W. et Bollet C. 2000.** *Bactériologie clinique*. ESKA. Paris. 801-804, 1365 p.
- 📖 **Ghazali D. et Zaid A. 2013.** Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (REGION DE MEKNES/MAROC). *Larhyss Journal*, n° 12. 25-36 p.
- 📖 **Goel P.K. 2006.** *Water pollution: causes, effects and control*. Revised second edition. New Age International. 1 p.
- 📖 **Gueddah D. 2003.** *Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda : impact sur l'écosystème marin côtier*. Mémoire de Magister. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 48 p.

- 📖 **Guergueb E. 2011.** *Diversité microbiologique et étude physicochimique de l'eau de la zone humide Garat Timerganine (wilaya de Oum al bouaghi, hauts plateaux du constantinois).* Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma. 36 p.
- 📖 **Hadef D. et Hasni M. 2017.** *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana -Ain Defla-.* Mémoire de Master, université Djilali Bounaâma, Khemis Miliana. 24, 40, 41 p.
- 📖 **Hassaine A. 2015.** *Biodégradation des Hydrocarbures (Pétrole brut et Kérosène) par la Microflore Microbienne des Eaux de la région de Skikda.* Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 132 p.
- 📖 **Hounsounou E., Ayi-Fanou L., Ayéna A., Agassounon Djikpo Tchiboza M. et Mama D. 2018.** Contamination Des Eaux De Puits Par Les Salmonelles Et Les Vibrions non-O1/non-O139 Dans Les Quartiers Précaires Du Sixième Arrondissement De Cotonou (Sud-Bénin). *European Scientific Journal, ESJ.* 14 (6). 6 p.
- 📖 **Himoud S. et Brahimi S. 2016.** *Approche qualitative du phytoplancton du marais de Bousedra (El-Bouni, Annaba).* Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 28 p.
- 📖 **Hedahdia A. et Aliouche S. 2016.** *Contribution à l'étude de l'origine de la contamination fécale des eaux du barrage Bouhamdane-Guelma.* Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 18 p.
- 📖 **Kari N., et Laifaoui S. 2013.** *Etude de la résistance aux Antibiotiques Chez les Bacilles à Gram négatif isolés à partir des Effluents de deux Hôpitaux de la Wilaya de Béjaia (Akbou et Sidi Aich).* Mémoire de Master. Université Abderrahmane MIRA, Bejaia. 8-9 p.
- 📖 **Khelfaoui F. et Derradji Z. 2010.** Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin versant du (wilaya de Skikda, nord-est algérien) ; *Revue « Nature et Technologie ».* 50-56 p.
- 📖 **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. 24 p.
- 📖 **Knechtges P.L. 2011.** *Food Safety: Theory and Practice.* Jones & Bartlett Publishers. 311p.
- 📖 **Koller E. 2009.** *Traitement des pollutions industrielles.* 2ème. Dunod, L'Usine Nouvelle. Paris. 21 p.

- 📖 **kouti A. 2014.** *Contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des principales zones humides de l'éco-complexe de Guerbes Sanhadja (wilaya de Skikda).* Mémoire de Magistère. Université 20 Août 1955, Skikda. 45 p.
- 📖 **Labar S. 2009.** *Evaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industriel (Cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien).* Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 48 p.
- 📖 **Labres E. 2002.** Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments. Institut Pasteur. 34 p.
- 📖 **Laifa A E. et Boutadjine S. 2013.** *Etude comparative entre deux procédés de liquéfaction du gaz (PRICO et APCI).* Mémoire de Master Académique. Université de Kasdi Merbah, Ouargla. 2 p.
- 📖 **Lambert R. 1996.** *Géographie du cycle de l'eau.* Presses Universitaires du Mirail. 103 p.
- 📖 **Le loir Y. et Gantier M. 2010.** *Staphylococcus aureus.* Lavoisier. 8 p.
- 📖 **Le Pimpec P., Liénard A., Bonnard R., Lafont M., Cazin B., Bossard Ph., Hubert B. et Bray M. 2002.** *Guide pratique de l'agent préleveur chargé de la police des milieux aquatiques.* cemagraf. 96 p.
- 📖 **Louati F. 2008.** *Utilisation des arbres ligneux comme bioindicateurs de pollution atmosphérique : Arbre : *Penus halipensis*.* Mémoire ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Université de Ferhat Abbas, Sétif. 22 p.
- 📖 **Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A. et Clooster Van M. 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). *Larhyss Journal*, n° 09. 149-169 p.
- 📖 **Malloum MSA., Theophile M., Tidjani A., Ndoumtamia G. et Bichara L. 2015.** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la Société Tchadienne des Eaux à N'djamena au Tchad. *Journal of Applied Biosciences*. vol 93. 8973 – 8980 p.
- 📖 **Mameri N. 2012.** *Etude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à Gram négatif isolés au niveau de l'EPSP de Boghni, Tizi-Ouzou.* Mémoire de Master. Université Abderrahmane MIRA, Bejaia. 12 p.
- 📖 **Maou A. 2011.** *Estimation des crues de référence pour les Plans de Prévention du Risque Inondation. Cas du bassin versant du Saf-Saf , NE algérien.* Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 7,8, 36-38 p.

- 📖 **Melquiot P. 2003.** *1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable.* Librairie environnement. 148 p.
- 📖 **Merzoug S. 2009.** *Etude de la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, Wilaya Skikda).* Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma.15, 25-27 p.
- 📖 **Merzoug S. 2015.** *Structure du Fuligule nyroca Aythya nyroca dans les zones humides du littoral Est de l'Algérie : Statut et description des habitats.* Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 65,68 p.
- 📖 **Mezedjri L., Ali T. et Borhane D.A. 2008.** Statistical Approach on the Impact of the Activity of the Industrial Zone of Skikda on the Quality of the Waters of Wadi (Skikda Algerian East Coasts). *European Journal of Scientific Research.* Vol.20. No.2 (2008). 343-347 p.
- 📖 **Miles A. 2009.** Optimisation des cycles de liquéfaction du Gaz Naturel. Mémoire de Magister. Université de Mentouri, Constantine. 9, 11,14 p.
- 📖 **Mouaz N. et Bentchich K. 2017.** *Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'Oued de Cheliff.* Mémoire de master. Université de Khemis-Miliana. 37p.
- 📖 **Mazrou L. et Tekili D. 2017.** *Analyse de quelques paramètres physicochimiques et de métaux lourds dans les zones humides de la Kabylie et leurs impacts potentiels sur la faune.* Mémoire de Master. Université Abderrahmane MIRA, Bejaia. 5 p.
- 📖 **Narang S P. 2004.** *Food Microbiology.* APH Publishing. 71 p.
- 📖 **Oucenina H. 2018.** Analyse bactériologique des eaux de certaines écoles à la wilaya de Mila. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine.1 p.
- 📖 **Oudina M .2014.** Skikda : Pollution industrielle La mort silencieuse. L'est républicain journal.08 Jan 2014.
- 📖 **Ould Chikr M. 2008.** *Etude des Propriétés Thermodynamiques, Structurales et de Transport du Méthane liquide et d'un Mélange d'Hydrocarbures par Dynamique Moléculaire des Corps Moléculaires Rigides.* Mémoire de Magister. Université d'Oran. 9 p.
- 📖 **Parija. S.C. 2009.** *Textbook of Microbiology & Immunology.* Elsevier India. 46 p.
- 📖 **Pebret F. 2003.** *Maladies infectieuses : toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales.* Heures de France.188 p.

- 📖 **Quilici M. 2011.** Le diagnostic bactériologique du choléra. *Revue Francophone des Laboratoires*. 51-65.
- 📖 **Ramakrishnan S. et Sulochana KN. 2012.** *Manual of Medical Laboratory Techniques*. JP Medical Ltd. 312-314 p.
- 📖 **Reggam A. 2015.** *Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse*. Thèse de Doctorat, Université 8 mai 1945, Guelma, 131 p.
- 📖 **Rejsek F. 2002.** *Analyse des eaux : aspect réglementaires et techniques*. CRDP. 116, 144, 302, 159, 307, 328 p.
- 📖 **Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R. 2009.** *L'analyse de l'eau - 9e éd. : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. 9<sup>e</sup> éd. Dunod. 721, 727, 750, 762, 798 p.
- 📖 **Rouaïnia M., Bouras I et Medjram MR S. 2012.** Chemical Sensors Evaluation in Explosion Risk Assessment: A Case of the Petrochemical Plant of Skikda (Algeria). *The World Congress on Engineering and Computer Science*. Vol II. San Francisco, USA.
- 📖 **Saadali R. 2007.** *Détermination des paramètres hydro dispersifs de la basse vallée de l'Oued (W.Skikda)*. Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba. 4 p.
- 📖 **Sahnoun F. 2010.** *Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew*. Université des sciences de la technologie Mohamed Boudiaf, Oran .11 p.
- 📖 **Samadpour M. 2001.** *Molecular Typing of Pseudomonas Aeruginosa in Distribution Systems*. awwa research foundation and American water works associations . 7 p.
- 📖 **Sari H. 2014.** *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar »*. Mémoire de Master. Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen. 40 p.
- 📖 **Sayad L. 2016.** *Le pouvoir autoépurateur de l'Oued de seybouse sur les rejets de la laiterie de L'edough (Annaba- Algerie) et les objectifs environnementaux des rejets*. Thèse de Doctorat. Université de Badji Mokhrar, Annaba. 67p.
- 📖 **Sebihi Z. 2015.** *La qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Rhumel*. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine. 1 p.
- 📖 **Sedra A. 2017.** *Contribution à l'étude des compresseurs du process MR (Mixed Refrigerant) du complexe GLI-K Skikda*. Mémoire de Master. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 3, 7 p.

- 📖 **Sehab H. 2013.** *Le conflit entre le tourisme et l'industrie dans la Daïra de Skikda.* Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 83 p.
- 📖 **Sengupta P .K. 2017.** *Industrial water resource management: challenges and opportunities for corporate water Stewardship.* Wiley. 210 p.
- 📖 **Tabet M. 2015.** *Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration.* Thèse de doctorat. Université 8 Mai 1945, Guelma. 75 p.
- 📖 **Tabet R. 2017.** *Etude de la section de réfrigération au propane pour une meilleure exploitation durant les périodes chaudes ( $T$  d'air ambiant  $> 42^{\circ}\text{C}$ ). Modélisation mathématique.* Mémoire de Master. Université de Badji Mokhtar, Annaba. 12, 16 p.
- 📖 **Vilaginès R. 2010.** *Eau, environnement et santé publique.* 3e éd. Lavoisier. 9 p.
- 📖 **Villalba B. 2003.** 1.001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable. Recyconsult. 72 p.
- 📖 **World Health Organization. 1993.** *Guidelines for Drinking-water Quality.* Geneva. Second edition. 119 p.
- 📖 **Zouag B. et Belhadj Y. 2017.** *Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen ».* Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 155 p.

### **Les sites:**

- [1].<https://fr.alltravels.com/algerie/skikda/kerkera/photos/courant-photo-85391493> (Consultée le 26/04/2019)
- [2].<http://www.nouara-algerie.com/article-les-zones-humidesne-doivent-pas-rester-des-zones-de-non-droit-en-algerie-par-karim-tedjani-116544185.html> (Consultée le 26/04/2019)
- [3].<https://fr.alltravels.com/algerie/skikda/ben-azouz/photos/courant-photo-2663752>(Consulté le 26/04/2019)
- [4].<http://www.elmoudjahid.com/fr/mobile/detail-article/id/32259publie.le29/08/2012> (Consulté le 26/04/2019)



*Annexe*

Annexe 01: Décrit n° 70-28 du 22 Janvier 1970.

---

---

**MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS  
ET DE LA CONSTRUCTION**

---

---

**Décret n° 70-28 du 22 janvier 1970 portant désignation de l'organisme public chargé du lotissement de la zone industrielle de Skikda.**

Le Chef du Gouvernement, Président du Conseil des ministres,  
Sur le rapport du ministre des travaux publics et de la construction,

Vu l'ordonnance n° 65-182 du 10 juillet 1965 portant constitution du Gouvernement ;

Vu l'ordonnance n° 70-13 du 22 janvier 1970 relative au projet d'aménagement de la zone industrielle de Skikda et notamment son article 3 ;

Vu l'arrêté interministériel du 12 juillet 1968 portant création d'un comité consultatif pour l'aménagement de la zone industrielle de Skikda ;

**Décète :**

Article 1<sup>er</sup>. — En application des dispositions prévues à l'article 3 de l'ordonnance n° 70-13 du 22 janvier 1970 susvisée, la caisse algérienne d'aménagement du territoire (C.A.D.A.T.) est désignée en qualité d'organisme public spécialisé chargé du lotissement de la zone industrielle de Skikda. La C.A.D.A.T. devra élaborer le plan d'aménagement de cette zone industrielle, en collaboration avec les services intéressés du ministère de l'industrie et de l'énergie, ainsi qu'avec les organismes et sociétés nationales concernés.

Art. 2. — Le ministre des travaux publics et de la construction est chargé de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 22 janvier 1970.

**Houari BOUMEDIENE**

## D E C R E T S

**Décret présidentiel n° 19-159 du 14 Ramadhan 1440 correspondant au 19 mai 2019 portant transfert de crédits au budget de fonctionnement de la Présidence de la République.**

Le Chef de l'Etat,

Sur le rapport du ministre des finances,

Vu la Constitution, notamment ses articles 91-6°, 102 (alinéa 6) et 143 (alinéa 1er) ;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances ;

Vu la loi n° 18-18 du 19 Rabie Ethani 1440 correspondant au 27 décembre 2018 portant loi de finances pour 2019 ;

Vu le décret présidentiel du 21 Joumada El Oula 1440 correspondant au 28 janvier 2019 portant répartition des crédits ouverts, au titre du budget de fonctionnement, par la loi de finances pour 2019, au budget des charges communes ;

Vu le décret présidentiel n° 19-25 du 21 Joumada El Oula 1440 correspondant au 28 janvier 2019 portant répartition des crédits ouverts, au titre du budget de fonctionnement, par la loi de finances pour 2019, à la Présidence de la République ;

### Décrète :

Article 1er. — Il est annulé, sur 2019, un crédit de trois cent sept millions de dinars (307.000.000 DA), applicable au budget des charges communes et au chapitre n° 37-91 « Dépenses éventuelles — Provision groupée ».

Art. 2. — Il est ouvert, sur 2019, un crédit de trois cent sept millions de dinars (307.000.000 DA), applicable au budget de fonctionnement de la Présidence de la République et au chapitre énuméré à l'état annexé à l'original du présent décret.

Art. 3. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 14 Ramadhan 1440 correspondant au 19 mai 2019.

Abdelkader BENSALAH.

**Décret présidentiel n° 19-160 du 14 Ramadhan 1440 correspondant au 19 mai 2019 portant transfert de crédits au budget de fonctionnement du ministère des affaires étrangères.**

Le Chef de l'Etat,

Sur le rapport du ministre des finances,

Vu la Constitution, notamment ses articles 91-6°, 102 (alinéa 6) et 143 (alinéa 1er) ;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances ;

Vu la loi n° 18-18 du 19 Rabie Ethani 1440 correspondant au 27 décembre 2018 portant loi de finances pour 2019 ;

Vu le décret présidentiel du 21 Joumada El Oula 1440 correspondant au 28 janvier 2019 portant répartition des crédits ouverts, au titre du budget de fonctionnement, par la loi de finances pour 2019, au budget des charges communes ;

Vu le décret présidentiel n° 19-26 du 21 Joumada El Oula 1440 correspondant au 28 janvier 2019 portant répartition des crédits ouverts, au titre du budget de fonctionnement, par la loi de finances pour 2019, au ministre des affaires étrangères ;

### Décrète :

Article 1er — Il est annulé, sur 2019, un crédit de cinquante-cinq millions quatre cent trente-huit mille dinars (55.438.000 DA) applicable au budget des charges communes et au chapitre n° 37-91 « Dépenses éventuelles — Provision groupée ».

Art. 2. — Il est ouvert, sur 2019, un crédit de cinquante-cinq millions quatre cent trente-huit mille dinars (55.438.000 DA) applicable au budget de fonctionnement du ministère des affaires étrangères et au chapitre n° 42-03 « Coopération internationale ».

Art. 3. — Le ministre des finances et le ministre des affaires étrangères, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 14 Ramadhan 1440 correspondant au 19 mai 2019.

Abdelkader BENSALAH.

## DECISIONS INDIVIDUELLES

**Décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019 mettant fin aux fonctions de sous-directeurs au ministère des affaires étrangères.**

Par décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019, il est mis fin aux fonctions de sous-directeurs au ministère des affaires étrangères, exercées par Mmes. et MM. :

— Faïza Rahim, sous-directrice « Canada-Mexique », à compter du 25 septembre 2018 ;

— Toufik Laïd Koudri, sous-directeur « Amérique Centrale et Caraïbes », à compter du 15 août 2018 ;

— Belhadri Bekhti, sous-directeur de la vérification et du suivi de la gestion financière des postes diplomatiques et consulaires à la direction générale des ressources, à compter du 14 août 2018 ;

— Sid Ahmed Arslan Bouzid, sous-directeur du patrimoine à la direction générale des ressources, à compter du 23 août 2018 ;

— Farid Benoudina, sous-directeur de la gestion prévisionnelle des compétences et du mouvement diplomatique à la direction générale des ressources, à compter du 5 septembre 2018 ;

— Rachid Azzoug, sous-directeur des télécommunications, à compter du 20 août 2018 ;

— Imen Belhimer, sous-directrice de l'Océanie et du Pacifique, à compter du 19 août 2018 ;

— Salim Berkat, sous-directeur de l'Asie Centrale, à compter du 14 août 2018 ;

— Tewfik Abdelkader Mahi, sous-directeur de l'environnement et des développements durable et social, à compter du 21 août 2018 ;

— Nadjeh Baaziz, sous-directrice des traités multilatéraux et du droit international, à la direction générale des affaires juridiques et consulaires, à compter du 16 octobre 2018 ;

— Samia Laribi, sous-directrice des affaires judiciaires et administratives, à compter du 14 août 2018 ;

— Brahim Chennouf, sous-directeur de l'état civil et de la chancellerie, à compter du 29 août 2018 ;

— Manel El Ayoubi, sous-directrice de la communication extérieure à la direction générale de la communication, de l'information et de la documentation, à compter du 15 août 2018 ;

— Nora Djafri, sous-directrice des accords bilatéraux, à compter du 14 août 2018 ;

— Dalal Soltani, sous-directrice du suivi des programmes et du soutien à l'entreprise, à compter du 30 août 2018.

**Décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019 mettant fin aux fonctions du directeur général des finances et des moyens à l'ex-ministère de l'intérieur et des collectivités locales.**

Par décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019, il est mis fin aux fonctions de directeur général des finances et des moyens à l'ex-ministère de l'intérieur et des collectivités locales, exercées par M. Hocine Chachoua.

**Décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019 mettant fin aux fonctions d'un sous-directeur à l'ex-ministère de l'intérieur et des collectivités locales.**

Par décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019, il est mis fin aux fonctions de sous-directeur des études et de la programmation à la direction de la formation à l'ex-ministère de l'intérieur et des collectivités locales, exercées par M. Haroun Oulmi, appelé à exercer une autre fonction.

**Décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019 mettant fin aux fonctions d'un sous-directeur à la direction générale de la protection civile.**

Par décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019, il est mis fin aux fonctions de sous-directeur des équipements et de la logistique à la direction générale de la protection civile, exercées par M. Khaled Menoun, appelé à exercer une autre fonction.

**Décret présidentiel du 25 Ramadhan 1440 correspondant au 30 mai 2019 mettant fin aux fonctions du directeur général de l'office central de répression de la corruption.**

Par décret présidentiel du 25 Ramadhan 1440 correspondant au 30 mai 2019, il est mis fin aux fonctions de directeur général de l'office central de répression de la corruption, exercées par M. Mohamed Mokhtar Rahmani.

**Décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019 mettant fin aux fonctions du directeur de l'énergie à la wilaya de Skikda.**

Par décret présidentiel du 22 Jomada El Oula 1440 correspondant au 29 janvier 2019, il est mis fin aux fonctions de directeur de l'énergie à la wilaya de Skikda, exercées par M. Kamel Smati, admis à la retraite.

## Annexe 2 : La table de Mac Grady

3 tubes par dilution					
Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules	Nombre caractéristique	Nombre de cellules
000	0.0	201	1.4	302	6.5
001	0.3	202	2.0	310	4.5
010	0.3	210	1.5	311	7.5
011	0.6	211	2.0	312	11.5
020	0.6	212	3.0	313	16.0
100	0.4	220	2.0	320	9.5
101	0.7	221	3.0	321	15.0
102	1.1	222	3.5	322	20.0
110	0.7	223	4.0	323	30.0
111	1.1	230	3.0	330	25.0
120	1.1	231	3.5	331	45.0
121	1.5	232	4.0	332	110.0
130	1.6	300	2.5	333	140.0
200	0.9	301	4.0		

## Annexe 3 : Lecture de l'API 20E

Tests	Composants	QTE (mg/cup.)	Réactifs / Enzymes	Résultats	
				Négatif	Positif
<b>ONPG</b>	2-nitrophényl-β-D-galactopyranoside	0,223	β-galactosidase (Ortho-NitroPhényl-β-D-Galactopyranosidase)	Incolore	Jaune
<b>ADH</b>	L-arginine	1,9	Arginine Dihydrolase	Jaune	rouge / orangé
<b>LDC</b>	L-lysine	1,9	Lysine Décarboxylase	Jaune	rouge / orangé
<b>ODC</b>	L-ornithine	1,9	Ornithine Décarboxylase	Jaune	rouge / orangé
<b>CIT</b>	trisodium citrate	0,756	utilisation du Citrate	vert pâle / jaune	bleu-vert / bleu
<b>H<sub>2</sub>S</b>	sodium thiosulfate	0,075	production d'H <sub>2</sub> S	incolore / grisâtre	dépôt noir / fin liseré
<b>URE</b>	Urée	0,76	Uréase	Jaune	rouge / orangé
<b>TDA</b>	L-tryptophane	0,38	Tryptophane Désaminase	TDA / immédiat	
				Jaune	marron- rougeâtre
<b>IND</b>	L-tryptophane	0,19	production d'Indole	JAMES / immédiat	
				incolore vert pâle / jaune	Rose
<b>VP</b>	sodium pyruvate	1,9	production d'acétoïne (Voges Proskauer)	VP 1 + VP 2 / 10 min	
				incolore / rose pâle	rose / rouge
<b>GEL</b>	Gélatine (origine bovine)	0,6	Gélatinase (Gelatine)	non diffusion	diffusion du pigment noir
<b>GLU</b>	D-glucose	1,9	Fermentation oxydation(Glucose)	bleu / bleu-vert	jaune / jaune gris
<b>MAN</b>	D-mannitol	1,9	fermentation / oxydation (Mannitol)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>INO</b>	Inositol	1,9	fermentation / oxydation (Inositol)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>SOR</b>	D-sorbitol	1,9	fermentation / oxydation (Sorbitol)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>RHA</b>	L-rhamnose	1,9	fermentation / oxydation (Rhamnose)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>SAC</b>	D-saccharose	1,9	fermentation / oxydation (Saccharose)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>MEL</b>	D-melibiose	1,9	fermentation / oxydation (Melibiose)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>AMY</b>	amygdaline	0,57	fermentation / oxydation (Amygdaline)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>ARA</b>	L-arabinose	1,9	fermentation / oxydation (Arabinose)	bleu / bleu-vert	Jaune
<b>OX</b>	(voir notice du test oxydase)		cytochrome-Oxydase	(voir notice du test oxydase)	

## Annexe 4 : Lecture de l'API NE.

Tests	Substrat	Enzymes/Réactions	Résultats				
			Négatif	Positif			
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrate de potassium	Réduction des nitrates en nitrites	<b>NIT 1 + NIT 2 / 5 mn</b>				
			Incolore	Rose-rouge			
		Réduction des nitrates en azote	<b>ZN / 5 mn</b>				
			Rose	Incolore			
<b>TRP</b>	Tryptophane	Formation d'indole	<b>TRP / 3-5 mn</b>				
			Incolore	Goutte rouge			
<b>GLU</b>	Glucose Fermentation	Fermentation	Bleu à vert	Jaune			
<b>ADH</b>	Arginine	Arginine dihydrolase	Jaune	Orange/rose/Rouge			
<b>URE</b>	Urée	Uréase	Jaune	Orange/rose/Rouge			
<b>ESC</b>	Esculine	Hydrolyse	Jaune	Gris/marron/Noir			
<b>GEL</b>	Gélatine	Hydrolyse	Pas de diffusion du Pigment	Diffusion du pigment noir			
<b>PNPG</b>	p-nitro-phényl- -D-galactopyranoside	-galactosidase	Incolore	Jaune			
<b>GLU</b>	Glucose	Assimilation	Transparence	Trouble			
<b>ARA</b>	Arabinose						
<b>MNE</b>	Mannose						
<b>MAN</b>	Mannitol						
<b>NAG</b>	N-acétylglucosamine						
<b>MAL</b>	Maltose						
<b>GNT</b>	Gluconate						
<b>CAP</b>	Caprate						
<b>ADI</b>	Adipate						
<b>MLT</b>	Malate						
<b>CIT</b>	Citrate						
<b>PAC</b>	Phényl-acétate						
<b>OX</b>	Tetraméthyl-p-phenylène diamine				Cytochrome oxydase	Incolore	Violet

## Annexe 5 : lecture de la galerie miniaturisée Api Staph

Tests	Substrat	Caractère recherché	Résultats	
			négatif	positif
<b>0</b>	Aucun	Témoin négatif	Rouge	-
<b>GLU</b>	D-glucose	Témoin positif		Jaune
<b>FRU</b>	D-fructose	Acidification à partir du carbohydate		
<b>MNE</b>	D-mannose			
<b>MAL</b>	Maltose			
<b>LAC</b>	Lactose			
<b>TRE</b>	D-tréhalose			
<b>MAN</b>	D-mannitol			
<b>XLT</b>	Xylitol			
<b>MEL</b>	D-melibiose			
<b>NIT</b>	Nitrate de potassium			
			Incolore / rose	Rouge
<b>PAL</b>	<i>-naphthyl</i> Ac.phosphate	Phosphatase alcaline	<b>ZYM A + ZYM B / 10 min</b>	
			Jaune	Violet
<b>VP</b>	Pyruvate de sodium	Production d'acétyl méthyl-carbonyl	<b>VP1+VP2/10min</b>	
			Incolore/ rose	Violet /rose
<b>RAF</b>	Raffinose	Acidification à partir du carbohydate	Rouge	Jaune
<b>XYL</b>	Raffinose			
<b>SAC</b>	Xylose			
<b>MDG</b>	Saccharose			
<b>NAG</b>	-méthyl-D-glucosamine			
<b>ADH</b>	Arginine			
<b>URE</b>	Urée	Uréase	Jaune	Rouge /violet

## Annexe 6 : Résultats des analyses physico-chimiques

	Mars		Avril	
	S1	S2	S1	S2
<b>Température</b>	16,3	20	21,9	23
<b>Conductivité</b>	41,5	1399	47,5	1508
<b>pH</b>	7,67	7,9	7,92	7,88
<b>Oxygène dissous</b>	0,64	0,72	0,15	0,91
<b>Salinité</b>	0,6	26,44	0,7	30

**Annexe 7 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température  
(Merzoug, 2015).**

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

**Annexe 8 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de pH  
(Bengherbia *et al.*, 2014).**

pH	Qualité
<8	Très bonne
8-8.5	Bonne
8.5-9	Passable
9-9.5	Mauvaise
>9.5	Très Mauvaise

**Annexe 9** : La grille de la qualité des eaux des rivières selon la conductivité électrique  
(Merzoug, 2015).

Conductivité électrique CE20°C (μS/cm)	Qualité des eaux	Classe
CE20°C < 400	Bonne	1A
400 < CE20°C < 750	Bonne	1B
750 < CE20°C < 1500	passable	2
1500 < CE20°C < 3000	Médiocre	3

**Annexe 10** : La grille de la qualité des eaux en fonction de l'Oxygène dissous

(Chaibi *et al.*, 2012).

Oxygène dissous (mg/l) Oxygène de saturation (%)	Qualité des eaux	classe
> 7 mg/l	Normale	1A
entre 5 et 7mg/l	Bonne	1B
entre 3 et5 mg/l	Moyenne	2
< 3mg/l	Médiocre	3

## Annexe 11 : Résultats des analyses Bactériologiques.

	Mars		Avril	
	S1	S2	S1	S2
<b>Dénombrement des germes totaux à 22 °C</b>	6,8 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>4</sup>	2,9 x10 <sup>4</sup>	4,6 x 10 <sup>4</sup>
<b>Dénombrement des germes totaux à 37 °C</b>	3,3 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>4</sup>
<b>Dénombrement coliformes totaux (CT/ml).</b>	15 x 10 <sup>6</sup>	15 x 10 <sup>5</sup>	140x10 <sup>6</sup>	140 x 10 <sup>6</sup>
<b>Dénombrement streptocoques fécaux (SF/ml).</b>	11	14	9	95
<b>Dénombrement coliformes fécaux (CT/ml).</b>	21 x 10 <sup>4</sup>	21 x 10 <sup>3</sup>	140x10 <sup>6</sup>	140 x 10 <sup>6</sup>

Annexe 12 : Normes des eaux de surfaces (Hadeb *et al.*, 2017).

Paramètres bactériologiques	Unités	Normes OMS
<b>Germes totaux à 37°C</b>	Germe/ml	3000
<b>Germes totaux à 22°C</b>	Germe/ml	-
<b>Coliformes totaux</b>	Germe/100ml	5000
<b>Coliformes fécaux</b>	Germe/100ml	2000
<b>Escherichia coli</b>	Germe/100ml	2000
<b>Streptocoques</b>	Germe/100ml	1000
<b>Clostridium sulfito-réducteurs</b>	Germe/20ml	-

**Annexe 13 : Données climatiques de la station météorologique de la wilaya de Skikda**  
(2009 - 2018).

Mois	T° moyenne (C°)			Précipitatio n (mm)	Humidité relative (%)	Vent (m/sec)	Evaporation (mm)
	Mini	Max	Moy			Vitesse moyenne	
<b>Jan</b>	9.61	17.17	12.67	116.03	67.55	3.8	43.48
<b>Fév</b>	8.81	16.35	13.3	116.94	69.11	3.99	40.33
<b>Mar</b>	10.97	40.75	14.52	82.26	68.44	3.46	48.8
<b>Avr</b>	13.27	20.67	16.73	47.94	70.55	3.32	47.35
<b>Mai</b>	15.78	23.25	19.17	37.43	70.87	3.3	53.33
<b>Juin</b>	19.28	26.45	22.91	6.3	69.66	3.2	68.65
<b>Juil</b>	22.37	29.12	25.77	1.64	67.88	3.22	73.9
<b>Août</b>	23.04	30.03	26.37	17.38	69.88	3.16	80.28
<b>Sep</b>	21.2	28.16	24.24	55.95	69.38	3.22	69.07
<b>Oct</b>	18.13	28.62	21.68	85.83	68.22	3.41	67.71
<b>Nov</b>	14.02	21.8	17.36	103.08	66.88	3.36	57.64
<b>Déc</b>	9.71	18.87	13.53	98.55	71.77	3.64	44.92

## Annexe 14 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.

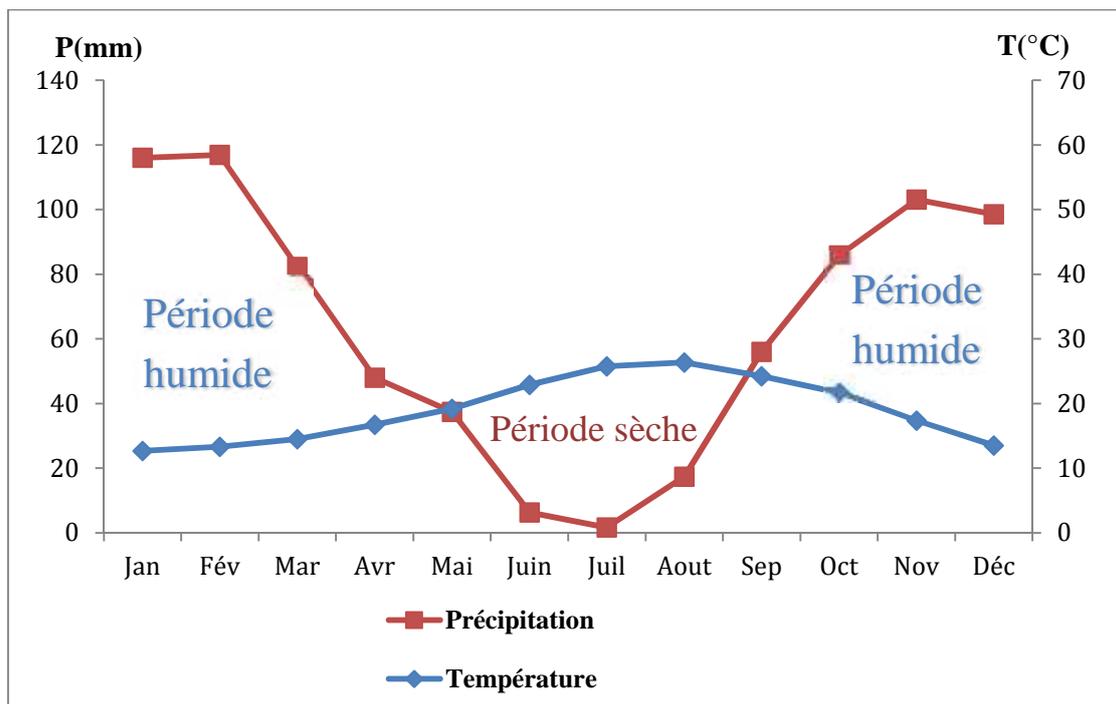


Figure 56 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Skikda

(2009- 2018).



*Résumé*

*Abstract*

الملخص

La wilaya de Skikda est un grand pôle industriel d'importance nationale dominé par les complexes pétrochimiques (Raffinerie, CTE, GL1/K ...) qui conduit par leurs eaux usées la dégradation de la qualité d'eaux des milieux récepteurs.

Dans ce travail nous nous sommes intéressées particulièrement à l'évaluation de la qualité bactériologique et physicochimique de l'Oued avant et après le canal des rejets générées par le complexe GL/1K implantées au sein de la zone industrielle de Skikda Afin d'apprécier leur influence et prédire leur impact.

Pour cela des échantillons d'eau d'Oued ont été prélevés durant deux mois Mars et Avril 2019, provenant de 2 Stations.

Notre étude a été réalisée au niveau de laboratoire de l'Université de 8 Mai 1945. Deux types d'Analyses ont été effectués analyses physicochimiques (T, pH, conductivité, oxygène dissous et la salinité) et analyses bactériologiques (germes totaux, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux et les bactéries anaérobies sulfito-réducteurs).

Les résultats des analyses physicochimiques trouvées montrent une variation de la température allant de 16,3°C à 23°C, pH compris entre 7,67 à 7,92, la conductivité qui varie entre 41,5 à 1508µS/cm, l'Oxygène dissous comprise entre 0,15 à 0,91mg/l, la salinité est variée entre 0,6 et 30mg/l, Sauf pour l'Oxygène dissous et la salinité tous les paramètres conforme aux normes .

Les résultats des analyses bactériologiques trouvées montrent une augmentation des germes après les rejets, révèlent aussi la présence d'une contamination récente et ancienne dans les deux sites. Les résultats montrent aussi la présence des germes pathogènes du genre *pseudomonas aeruginosa*, *staphylocoques* ainsi que *Klebsiella*, ont été détectés au niveau d'Oued.

**Mots clés :** le complexe GL/1K, Oued, qualité de l'eau, analyses bactériologiques, paramètres physico-chimiques, Skikda.

---

The wilaya of Skikda is a major industrial center of national importance dominated by petrochemical complexes (Refinery, CTE, GL / 1K ...) which leads by their wastewater to the degradation of the water quality of the receiving environments.

In this work, we are particularly interested in the evaluation of the bacteriological and physicochemical quality of the Wadi before and after the release channel generated by the GL /1K complex located within the Skikda industrial zone in order to appreciate their influence and predict their impact.

For this, water samples of Wadi were collected during two months in March and April 2019, from 2 Stations.

Our study was carried out at the laboratory level of the University of May 08, 1945. Two types of analyzes were carried out physicochemical (T, pH, conductivity, dissolved oxygen and salinity) and bacteriological (total germs, total coliforms, faecal coliforms, faecal streptococci and sulfite reducing anaerobic bacteria).

The results of the physicochemical analyzes found show a variation of the temperature ranging from 16.3° C. to 23° C., the pH ranging from 7.67 to 7.92, and the conductivity varying from 41.5 to 1508 $\mu$ S / cm. Dissolved oxygen between 0.15 to 0.91mg / l, the salinity is varied between 0.6 and 30mg / l, Except for Oxygen dissolved and salinity all the parameters conform to the standards.

The results of bacteriological analyzes reveal an increase in germs after the rejections; also reveal the presence of recent and old contamination in both sites. The results also show the presence of the pathogenic germs of the genus *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococci* and *Klebsiella* were detected at the level of Wadi.

**Keywords:** The complex GL / 1K, Wadi, water quality, bacteriological analyzes, physicochemical parameters, Skikda.