

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

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



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : 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 liquide du complexe (LNG) de la base industrielle de Skikda sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de Ben m'Hidi.

Présenté par :

- * Berkani Sabrina.
- * Neghiche Kamila.
- * Zemmali Hadjer.

Devant le jury composé de :

Président : Mr Merzoug A. (M.C.B) Université de Guelma

Examineur : M^{me} Ben Osmane S. (M.C.B) Université de Guelma

Encadreur : M^{me} Djamaa F. (M.C.B) Université de Guelma

Juillet 2019

Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu,

De nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre mémoire de master et pouvoir réaliser ce travail de recherche.

*Nous tenons également à présenter nos plus vifs remerciements à **Mr Marzoug A.** président du jury qui nous 'a fait le plus grand honneur de présider cette soutenance.*

Qu'il trouve ici le témoignage de nos profonds respects et de nos sincères reconnaissances.

*Nous remercions particulièrement l'examinatrice **M^{me} Ben Osmane S.** pour avoir accepté de participer à notre jury et qui a bien voulu examiner ce travail de recherche de notre mémoire*

*Nous nous adressons à remercier notre encadreur de mémoire **M^{me} Djamaa Fatma**, qui n'a cessé de nous prêter son soutien scientifique et moral depuis qu'elle a accepté de diriger ce travail. Nous la remercions pour sa gentillesse et ses conseils judicieux, elle n'a pas cessé de nous apporter son aide*

*Je tiens particulièrement à adressé aussi mes remerciements au **Mr Berramdane Lazhar** pour l'aide qui nous 'a apporté et pour son soutien inappréciable.*

*Nous remercions sincèrement Mr : **Gueroui .Y** et **Rouabhia. K** des enseignants de département de biologie*

Pour leur aide et leur conseil.

***M^{me} Chekroud**, docteur à l'université de SNV à Skikda.*

***Mr Fatah** pour son gentillesse et ses services.*

*Nous tenons aussi à remercier le personnel du laboratoire de la microbiologie de l'université de Guelma et particulièrement **M^{me} Radia**, **M^{me} Houriya**, et **M^{me} Asma** pour leurs aides*

*Nos très spéciaux remerciements reviennent à nos parents, nos familles **Berkani**, **Neghiche** et **Zemmali** et à tous nos amis pour leurs encouragements et leurs compréhensions.*



Dédicace

*Je voudrais remercies tous d'abord, DIEU tout clément et miséricorde DIEU pour
Être mon meilleur confident et pour me permettre de réaliser mes rêves merci pour*

Me guider et être toujours avec moi

Je dédie ce mémoire

*A mon père **Hassan***

*Tu es un pilier solide et incontournable pour ma personne et mon parcours. Que DIEU te
donne santé et longue vie.*

*A ma très chère mère, qui n'a cessé de donner d'elle-même pour que je sois heureuse et qui
m'a toujours encouragée dans les moments les plus difficiles*

*A mes trois trésors frères et sœurs : **Med Amin, Amani et May Hadil** qui m'ont soutenu
tout au long de la réalisation de ce travail.*

A mes chers grands –mères.

A mes oncles et tantes

A mes cousins et cousines.

*A mes amies : **Imane, Halla, Bouchra, Hadjer et Nour***

*A mes petits princes "**Yahia**" et "**Amar**"*

*Au monsieur **Mihoub Lotfi** pour leurs encouragements et leurs compréhensions.*

Ma gratitude restera sans limites.

Hadjer



Dédicace

Merci Allah (mon dieu) 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 "Ya Kayoum".

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon grand-père paternel Puisse Dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une prière pour votre âme.

*A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère **Mounira***

*A mon père **Abd El Malek**, écolé de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.*

Que dieu les gardes et les protège.

*A mes chères sœurs : **Maissa, Aya et Doussa** et **Razika** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.*

*A ma tante : **Wafa** Pour ta présence, ta patience, merci d'être à mes côtés t'es mon intime amie.*

A Mon grand-père maternel et mes grand-mères maternelles et paternelles Je vous dédie ce travail pour vos attentions particulières, vos prières et votre amour inconditionnel.

Merci pour tout et que Dieu vous donne bonne santé et longue vie parmi nous.

Zamila



Dédicace

Au tout puissant Allah

A toi la louange, Ô la lumière des cieux; de la terre et de ce qu'ils renferment. Gloire à toi de nous avoir assisté de ta lumière et en toute circonstance matin et soir.

Je tiens à dédier ce modeste travail

*A l'âme de ma grand-mère **Mima** que je pleure son absence. Ce travail est pour moi le fruit de tes prières. Que la terre de TOUBA te soit légère et Que DIEU vous accueille dans sa miséricorde.*

*A Mes très chers parents **Berkani Salim** et **Berremdanne Souad** vous résumez si bien le mot parent qu'il serait superflu d'y ajouter quelque chose. Que DIEU tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie pour que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vos enfants.*

*A ma deuxième mère **Berremdanne Souhila** Je sais bien quel que soit les remerciements que je vous adresse c'est peu, que Dieu vous protège.*

*A mes Sœurs et Frère : **Kader, Abdou, Nihed, Rayan, Ines, Manel, Dounia, Nour et Imene** Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments d'amour et de tendresse Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais.*

A mes oncles et tantes : Votre aide, votre générosité, votre soutien ont été pour moi une source de courage et de confiance.

*A ma nièce **Ritel** Que DIEU, le tout puissant te garde pour vos parents. Je t'aime très fort*

*Au Monsieur **Mouhamed Ali Bouasstia** J'espère atteint le seuil de vos espérances. Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection, je vous remercie pour le soutien moral et l'encouragement que vous m'avez accordés.*

Sabrina.

Sommaire :

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre 01 : présentation de Wilaya de Skikda

1. Présentation de wilaya de Skikda :.....	5
1.1. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude :	5
1.1.1. Température :	6
1.1.2. Vents :	6
1.1.3. Humidité :	7
1.1.4. Précipitation :	7
1.2. Industrie :	8
2. Description de la zone industrielle de wilaya de Skikda :	8
2.1. Zone industrielle de la wilaya de Skikda :	8
2.2. Complexe de GNL :	9
2.3. But de la liquéfaction du gaz naturel :	10
2.4. Principe de GNL :	11
2.5. Rejets de GNL :	11

Chapitre 02: Pollution des eaux

1. Pollution des eaux :	13
3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles :	14
3.1. Pollution organique :	14
3.2. Pollution chimique :	15
3.3. Pollution physique :	15
3.3.1. Pollution radioactive :	15
3.3.2. Pollution mécanique :	15
3.3.3. Pollution Thermique :	15
4. Pollution en Algérie :	15
5. Pollution à Skikda :	16

6. Plage Ben m'Hidi–Jeanne d'Arc	16
--	----

Chapitre 03: Impact de la pollution industrielle

1. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K) :.....	19
1.1. Pollution atmosphérique :.....	19
1.2. Pollution hydrique :.....	19
2. Caractérisation des effluents industriels :	20
3. Nature des rejets :	20
4. Origine des effluents industriels pétrochimiques :.....	21
5. Nocivité et effets de la pollution :.....	22
6. Principales maladies d'origines hydriques	22

Chapitre 04: Matériel et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude :.....	25
1.1. Choix des stations :.....	25
1.2. Présentation du point de prélèvement :.....	25
1.3. Prélèvement de l'eau :	26
1.4. Période de prélèvement :.....	26
1.5. Technique de prélèvement et conservation :.....	27
1.6. Enregistrement et étiquetage des échantillons :.....	27
1.7. Conservation et transport de prélèvement :.....	28
2. Analyses physico chimiques :.....	28
2.1. Température :	29
2.2. Potentiel d'hydrogène pH :	29
2.3. Oxygène dissous (O ₂) :.....	29
2.4. Salinité :.....	29
2.5. Conductivité électrique (EC) :.....	29
2.6. Potentiel redox :	30
2.7. Mesure in situ :	30
3. Analyse bactériologiques :.....	31
3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux :.....	31
3.1.1. Recherche et Dénombrement des coliformes fécaux.....	33
3.1.2. Rechercher et dénombrer les streptocoques fécaux :.....	36
3.1.3. Recherche des bactéries anaérobies sulfite-réductrices :	38
3.2. Recherche et identification des germes pathogènes :	40

3.2.1.	Recherche des staphylocoques :	40
3.2.2.	Recherche des Salmonelles :	42
3.2.3.	Recherche de Pseudomonas :	44
3.2.4.	Recherche de <i>vibrio</i> :	46
3.2.5.	Recherche de Shigelles :	48
4.	Identification des germes :	49
4.1.	Examen microscopique :	49
4.1.1.	Etat frais :	49
4.1.2.	Coloration de Gram :	50
4.1.3.	Recherche de l'oxydase :	51
4.2.	Examen liées aux caractères biochimiques (la galerie classique) :	51
4.2.1.	Citrate :	51
4.2.2.	Etude de la mobilité :	52
4.2.3.	Utilisation de TSI ou Triple SugarIron Agar :	52
4.2.4.	Urée-indole :	53
4.2.5.	Milieu de clarck et lub :	53
4.3.	Les galeries API 20 :	53
4.3.1.	La Galerie API 20 E :	53
4.3.2.	API 20 NE :	54
4.3.3.	La galerie API Staph :	54

Chapitre 05: Résultats et discussion

1.	Les résultats des analyses physico-chimiques :	56
1.1.	La température :	56
1.2.	Potentiel d'hydrogène :	57
1.3.	La conductivité :	57
1.4.	L'oxygène dissous :	58
1.5.	Salinité :	59
2.	Les résultats des analyses bactériologiques :	60
2.1.	Le dénombrement des germes totaux (GT) :	60
2.2.	Le dénombrement des germes test de contamination fécale :	62
	□ Le dénombrement des coliformes totaux :	62
	□ Le dénombrement des coliformes fécaux :	63
2.3.	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :	65

2.4. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) :	66
3. Recherche des germes pathogènes :	67
3.1. Aspect macroscopique de quelque germes isolés :	67
3.2. Aspect microscopiques de quelque germes isolés :	68
4. Identification biochimique par galerie classique :	69
5. Identification par API systèmes :	70

Conclusion

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Liste des Figures :

Figure 1 : Image satellitaire montrant la wilaya de Skikda.....	5
Figure 2 : Température mensuelles en (°C) durant la période (2009-2018)	6
Figure 3 : Variation mensuelle de vents durant la période(2009-2018)	7
Figure 4 : Variation mensuelle de l'humidité durant la période (2009-2018).	7
Figure 5 : Variation mensuelle de précipitation durant la période (2009-2018)	8
Figure 6 : Plan de situation des istlation au niveau de la zone industrielle de Skikda	9
Figure 7 : Vue panoramique du complexe GLIK.	9
Figure 8 : Le complexe de liquéfaction de gaz naturel.	10
Figure 9 : Les rejets liquides de GNL vers la mer.	11
Figure 10 : La pollution de l'eau.....	13
Figure 11 : Les rejets industriels	14
Figure 12 : La plage Ben m'Hidi	17
Figure 13 : Image satellitaire de la plage de Ben m'Hidi).	17
Figure 14 : Les variations du niveau d'eau de lavlin durant le mois de Mars et Avril	25
Figure 15 : Les variations du niveau d'eau de la plage Ben m'Hididurant le mois de Mars et Avril	26
Figure 16 : Etiquetage des échantillons	28
Figure 17 : Matériels de conservation et transport de l'échantillon.....	28
Figure 18 : La multi paramètre de marque WTW.....	30
Figure 19 : Protocole de recherche et démembrement des germes totaux	33
Figure 20 : Recherche et dénombrement des germes fécaux en milieu liquide.....	36
Figure 21 : Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux	38
Figure22 : Protocole de recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs dans les eaux	40
Figure 23 : Protocole de recherche de Staphylococcus dans les eaux	42
Figure 24 : Protocole opératoire de la recherche des salmonelles dans les eaux	44
Figure 25 : Protocole de recherche de Pseudomonas	46
Figure 26 : Protocole opératoire de recherche et identification des vibrio dans les eaux.....	48
Figure 27 : Procédure de la coloration de Gram.....	50
Figure 28 : A droite : réaction d'oxydase positive (+) à gauche : réaction négative (-).....	51
Figure 29 : Variation de la température de l'eau de nos sites d'étude(pp, 2019).....	56
Figure 30 : Variation de pH pendant la période d'étude (mars et avril).....	57

Figure 31 : Variation de la conductivité électrique de l'eau.....	58
Figure 32 : Variation de l'oxygène dissous de l'eau.	58
Figure 33 : Variation de la salinité de l'eau plage Ben m'Hidi.	59
Figure 34 : Photos présentant le résultat de la recherche des germes révivifiables à 22°C et à 37°C.....	61
Figure 35 : Estimation des germes totaux à 22°C del'eau.....	61
Figure 36 : Estimation des germes totaux à 37°C de l'eau.....	62
Figure 37 : Photo présent le résultat de la recherche des coliformes totaux.....	62
Figure 38 : Variation des coliformes totaux de l'eau.....	63
Figure 39 : Photo présent le résultat de la recherche des coliformes fécaux	64
Figure 40 :Variation des coliformes Fécaux de l'eau.	64
Figure 41 : Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux	65
Figure 42 : Variation de la teneur de l'eau en streptocoques fécaux.	65
Figure 43 : Photos présentant le résultat de la recherche des ASR	66
Figure 44 : observation microscopique après coloration de Gram des germes (x100).	69
Figure 45 : Résultats de test oxydase.	69
Figure 46 : Résultats de quelques galeries biochimiques classiques	70
Figure 47 : Profil biochimique de la souche <i>Staphylococcus aureus</i>	71
Figure 48 : Profil biochimique de la souche <i>Klebsiella pneumoniae spp ozaenae</i>	71
Figure 49 : Profil biochimique de la souche <i>Salmonella spp</i>	71
Figure 50 : Profil biochimique de la souche <i>Enterobacter sakazakii</i>	71
Figure 51 : Profil biochimique de la souche <i>Pseudomonas fluorescence</i> Erreur ! Signet non défini	71
Figure 52 : Profil biochimique de la souche <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	71

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Description de complexe GNL	10
Tableau 2 : Charge polluante des rejets et leurs impacts	21
Tableau 3 : les principales maladies d'origines hydriques	23
Tableau 4 : Cordonnées des sites de prélèvement par GPS	25
Tableau 5: Nature et périodes des prélèvements.....	27
Tableau 6 : Lecture et interprétation des tests biochimiques du milieu TSI.....	53
Tableau 7: les résultats de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs	66
Tableau 8 : Les espèces identifiées par la galerie biochimique classique	69
Tableau 9 : Résultats de l'identification par les API systèmes.....	70
Tableau 10 : Répartition des espèces bactériennes isolées entre les sites.....	72

Liste des Abréviations :

µs/cm : Micro Siemens par centimètre.

API : Analytical Profile Index.

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol.

C (°) : Degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique.

CF/ml : Coliforme Fécaux par millilitre.

CT/ml : Coliformes totaux par millilitre.

CTE : Centre thermique électrique.

D/C : Double concentration.

E. coli : *Escherichia coli*.

EPA : Eau Peptonée Alcaline.

ERI : Les eaux résiduaires industrielles.

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline de Billé.

GNL : Complexe de gaz naturel liquéfié.

GT/ml : Germes Totaux par millilitre.

h : heure.

H₂S : Le sulfure d'hydrogène.

ha : hectare.

Km : kilomètre .

MES : Matières En Suspension.

Mg/L : Milligramme par litre.

mS/m : Milli siemens par mètre.

NE : Non Entérobactéries.

NPP : Nombre plus probable.

OMS : Organisation mondiale de la Santé.

PH : Potentiel d'hydrogène.

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

RM : Rouge de méthyle.

S/C : simple concentration.

SF/ml : Streptocoque fécaux par millilitre.

SFB : Bouillon Sélénite Cystéine.

SM : solution mère.

SS : *Salmonella-Shigella*.

T° : Température.

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

TSI : Triple Sugar Iron.

VF : Viande Foie.

VP : vosgesproskauer.

INTRODUCTION

Si la Terre est appelée la planète bleue, ce n'est pas un hasard, elle est recouverte à 71% d'eau et d'une belle couleur bleue clairement visible depuis l'espace (**Belhadj, 2017**). L'eau est indissociable de la vie et en particulier de celles des populations humaines dont elle a influencé l'histoire et conditionné le développement (**Goita Adam, 2014**). La plus grande partie des eaux du globe terrestre sont marines (97%). Les eaux douces ne représentent qu'une partie mineure. Elles constituent cependant une source importante d'eau potable (**Boucenne, 2009**).

Le risque de contamination des eaux de surface représente un problème environnemental majeur qui remonte très loin dans le temps, où la qualité de ces eaux est également soumise à une forte pression exercée par l'accroissement de la population et par l'activité industrielle (**Remini, 2005**). Malgré le développement des techniques de traitements et de recyclage des eaux usées, on remarque en même temps une extension des causes de pollutions massives et variées, avec toutes les conséquences sur la qualité de l'environnement.

Les wilayas de Skikda, Tipasa et Jijel ont vécu l'échouage des navires « poubelles », en 2003, le feuilleton des poissons morts dans le port de Béjaïa durant les années 1980 ou encore la fameuse histoire des potiches de mercure jetées dans les eaux du port d'Alger durant les années 1970, les eaux usées demeurent, elles aussi, l'une des plus grandes catastrophes écologiques. Chaque année, la pollution gagne du terrain à Skikda. Même les plages autorisées à la baignade ne sont pas totalement propres (**Tefiani, 2017**).

La notion d'eaux résiduaires englobe des eaux de diverses origines. Dans cette classification on retrouve les eaux d'origines urbaine, industrielle et agricole. Dans la région de Skikda se trouve un important dispositif industriel qui se situe directement sur la frange littorale. Cet important dispositif rejette ces effluents directement dans le golfe de Skikda (Mer Méditerranée). Des industries aussi diverses que la chimie, la pétrochimie, l'industrie agroalimentaire, les tanneries, les papeteries engendrent des effluents chargés de déchets divers, métalliques et autres, nécessitant à chaque fois des investigations nouvelles et la mise au point de procédés spécifiques de traitement. Face à cette situation précaire et pour une bonne préservation du milieu récepteur, nous essayons au cours de ce travail, d'apprécier le degré de pollution des eaux des rejets du complexe GL1/K et les eaux superficielles (**Mohamed Ben Ali, 2015**).

L'objectif de cette étude donc consiste à suivre et évaluer le degré de pollution des eaux de rejets issue de la zone industrielle de Skikda. Pour cela nous avons essayé à étudier

et de déterminer la qualité physico chimique et bactériologique de plage Ben m'Hidi pour but d'apprécier le danger de pollution des eaux de rejets de la zone industrielle de Skikda sur la santé humain et l'environnement dans deux parties l'une théorique et l'autre expérimentale sont les suivants :

✳ La partie théorique comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre on fait une description de la wilaya de Skikda en se basant sur l'hydrographie, étude climatique (température, vents, humidité, évaporation), aussi sur agriculture et aquaculture. et la zone industrielle à Skikda en particulièrement le complexe de GNL/K.
- Le deuxième chapitre traite le phénomène de pollution de manière générale et la pollution des eaux en particulier. A cet effet, nous avons essayé de classer les principaux types de polluants.
- Le troisième chapitre présente une description de la zone d'étude Plage Ben m'Hidi et la pollution dans cette région.

✳ La partie expérimentale comporte également deux chapitres :

- Un quatrième chapitre consacré aux matériels et méthodes procédés au cours de notre étude, description détaillée des différentes expériences réalisées et les différentes méthodes statistiques utilisées avant de conclure ce travail.
- Dernier chapitre est consacré à la discussion et l'interprétation des résultats obtenus pour les différents paramètres mesurés et déterminés.

REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01 :
PRÉSENTATION DE
WILAYA DE SIKDA

1. Présentation de wilaya de Skikda

La wilaya de SKIKDA issue du découpage territorial de 1974, est située au Nord-est algérien a des latitudes $36^{\circ}20'$ et $37^{\circ}00'$ au Nord, les longitudes $6^{\circ}15'$ et $7^{\circ}30'$ à l'Est, elle comprend 13 daïras regroupant 38 communes.

Elle regroupe une population de 898680 habitants en 2008 et s'étend sur une superficie de 4137 km². Elle dispose de 140 km de côtes qui s'étalent d'El Marsa à l'Est jusqu'à Oued Zhouh aux fins fonds du massif de Collo à l'Ouest. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée ; au Sud par les wilayas de Mila, Constantine et Guelma ; à l'Est par la wilaya de Jijel (Attalah et Ghennai, 2018).

Dans cette région littorale le réseau hydrographique s'articule autour de trois oueds principaux : L'oued Guebli, L'oued Saf-Saf et L'oued El-Kébir (Figure 1) (Bouhayane, 2015).

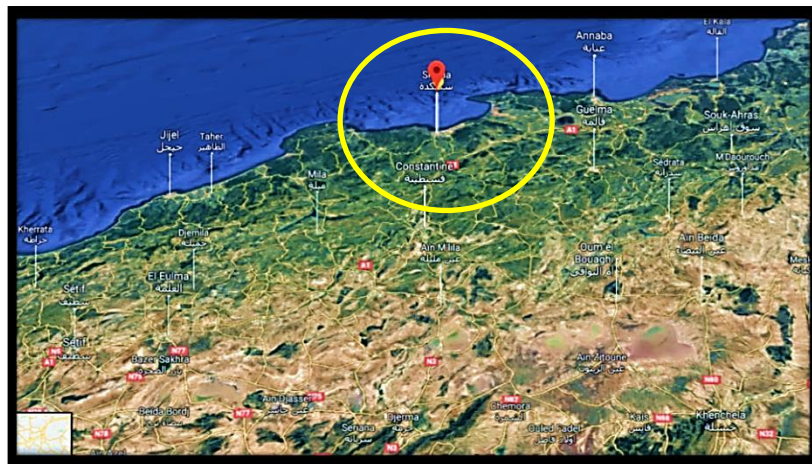


Figure 1 : Image satellitaire montrant la wilaya de Skikda (Google Earth, 2019).

1.1. Caractéristiques climatologiques de la zone d'étude

Le climat des régions d'étude est du type méditerranéen pluvieux en hiver et sec en été. Pour l'étude climatique des zones études, les données viennent de la station météorologique de Skikda.

1.1.1. Température

Les facteurs thermiques agissent directement en interaction avec d'autres, comme les facteurs météorologiques et biogéographiques, sur l'évaporation et par conséquent sur le déficit d'écoulement annuel saisonnier (Affoun, 2006).

Les données récentes disponibles au niveau de la station météorologique de Skikda pour la période 2009 à 2018 (Figure 2) (Annexe 01).

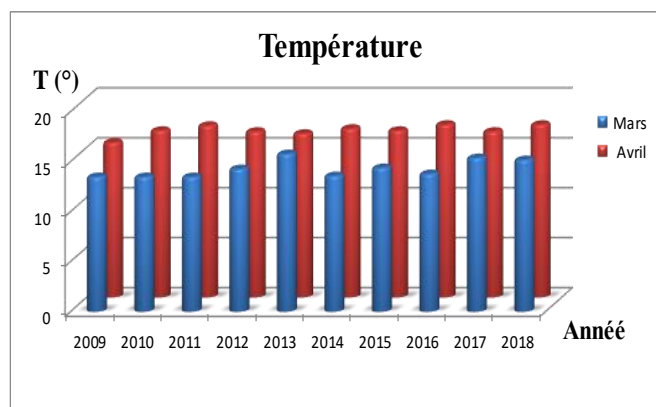


Figure 2 : Température mensuelles en (°C) durant la période (2009-2018) (Station météo Skikda, 2019).

1.1.2. Vents

La connaissance de ce paramètre est très importante dans la limite des propositions de l'irrigation pour une meilleure utilisation de la double ressource sols et eaux (Affoun, 2006). La région de Skikda est très exposée au vent (Metallaoui, 2010).

Selon les données climatiques de la station de Skikda La moyenne annuelle de la vitesse moyenne du vent est de 3,7 m/s (Figure 3) (Annexe 01).

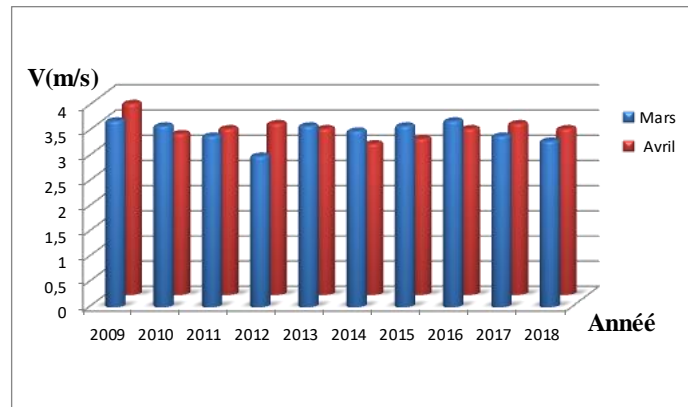


Figure 3 : Variation mensuelle de vents durant la période(2009-2018) (Station météo de Skikda, 2019).

1.1.3. Humidité

L'humidité est relativement constante au cours de l'année, ce qui constitue un facteur de compensation pendant la saison sèche qui dure près de 4 mois. Les vents notamment maritimes contribuent au maintien d'un taux d'humidité élevé (Figure 4)(Annexe 01) (Lahlah, 2011).

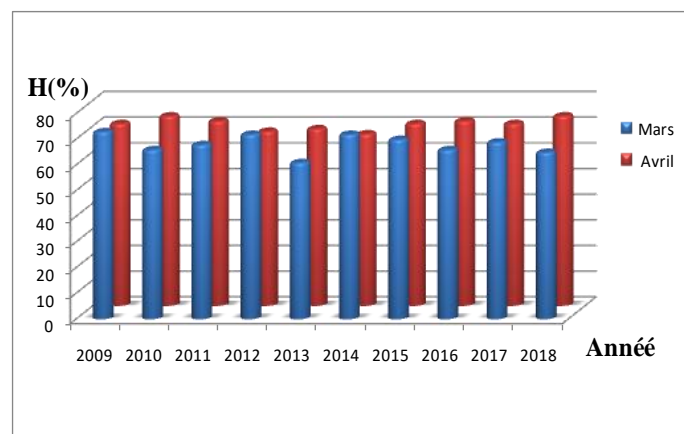


Figure 4 : Variation mensuelle de l'humidité durant la période (2009-2018) (Station météo de Skikda, 2019).

1.1.4. Précipitation

La pluie est un facteur essentiel qui caractérise le climat d'une région, elle joue un rôle prépondérant dans le comportement hydraulique des cours d'eau et dans l'alimentation éventuelle des nappes souterraines (Ayad, 2017).

Les précipitations moyennes mensuelles sont représentées sur les histogrammes (Figure 5) (Annexe 01).

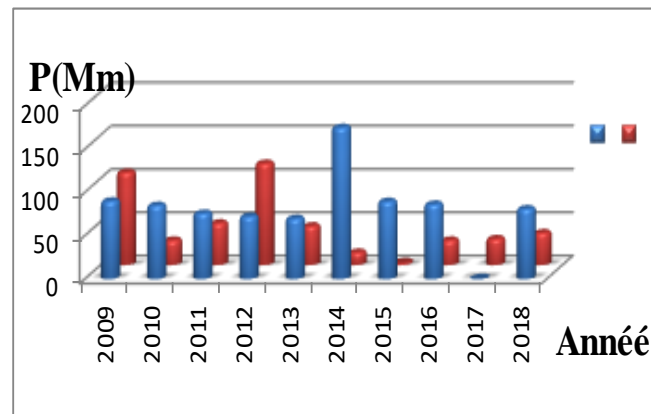


Figure 5 : Variation mensuelle de précipitation durant la période (2009-2018) (Station météo de Skikda, 2019).

1.2. Industrie

Le pôle industriel de Skikda, d'importance nationale, est dominé par le complexe pétrochimique avec des infrastructures diverses et des complexes spécialisés dans le traitement du gaz naturel et du pétrole. Les complexes pétrochimiques sont essentiellement présentés par : le complexe de matières plastiques CP1/K, le complexes de raffinage de pétrole RA1/K et le complexe de liquéfaction de gaz GL1/K, en plus des complexes chimiques s'ajoute les centrales thermiques CTE et LAVALIN (Cadaster, 2004).

2. Description de la zone industrielle de wilaya de Skikda

2.1. Zone industrielle de la wilaya de Skikda

SONATRACH est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement de l'eau de mer. Elle fournit des métiers au niveau national et international (Geddah, 2003).

Elle est la première entreprise du continent africain. Classée 12ème parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2ème exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) et de GPL et 3ème exportateur de gaz naturel (ANPE, 1994).

La zone industrielle de Skikda a été créée par décret 84/35 du 3 Mars 1984 relatif à l'administration des zones industrielles. Elle est située à l'Est de la Ville de Skikda à environ 4 km et s'étend sur une surface totale de 1200 hectares, regroupant des unités industrielles dans le domaine des hydrocarbures (transport, raffinage, énergie et transformation) (**Geddah, 2003**). La zone industrielle de Skikda regroupe actuellement 7 unités de complexes :

- le centre thermique électrique (CTE) et LAVALIN
- le complexe de liquéfaction de gaz naturel (GL1/K)
- le complexe de pétrochimie (CP1/K) le complexe de raffinage de pétrole (RA1/K)
- le complexe région terminale EST (RTE)

l'entreprise nationale de production et distribution de gaz industrie (Figure 6 et 7), (**Bouhayene, 2015**).

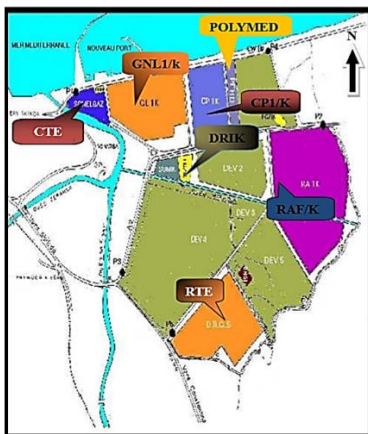


Figure 6: Plan de situation des installations au niveau de la zone industrielle de Skikda (**Mohamed ben Ali, 2014**).



Figure 7 : Vue panoramique du complexe GL1K (**Sedra, 2017**).

2.2. Complexe de GNL

Le complexe de liquéfaction du gaz naturel (GL1/K) qui se trouve à 2,5 Km à l'Est de la ville de Skikda. Au niveau de la plate-forme pétrochimique sur la rive Est d'Oued Saf-Saf.

Le GL1/K s'étend sur une superficie de près de 92 ha. Il est limité au Nord par la mer Méditerranée et bordé à l'Est par le complexe CP1/K, au Sud par les terrains vagues et au Sud-Ouest par la centrale électrique CTE.

Son activité est la production de gaz liquéfié à partir du gaz naturel acheminé par pipeline de Hassi R'mel. Ce dernier est destiné à l'exportation et l'extraction de l'hydrocarbure lourd. En plus du gaz liquéfié le GL1/K produit aussi de l'éthane, du butane, du propane et du naphta léger (Figure 8), (Tableau 1) (Bouhayene, 2015).



Figure 8 : Le complexe de liquéfaction de gaz naturel (Prise personnelle, 2019).

Tableau 1 : Description de complexe LNG (Mohamed ben Ali, 2014).

Superficie	74,8 ha
Date de mise en service	1973
Activité	liquéfaction du gaz naturel
Composition du complexe	- Six trains de liquéfaction du gaz naturel. - Une unité de traitement GPL. - Une centrale utilité (Energie, Air, Pompiers, Eau distillée). - Une unité de stockage et d'expédition.
Eaux industrielles	Eaux de procès : 1440 m ³ /j - Eaux de refroidissement : 150000 m ³ /h (eau de mer), 1500 m ³ /J (circuit fermé)
Station de traitement	présente et inactive

2.3. But de la liquéfaction du gaz naturel

La liquéfaction du gaz permet de concentrer un maximum d'énergie dans un volume donné pour faciliter son transport dans des conditions optimums aussi bien sur le plan

économique que sur celui le plan de la sécurité. Le GNL est, par la suite, chargé sur des méthaniers vers les terminaux de réception où il sera vaporisé puis distribué aux clients sous forme gazeuse. Durant le transport, une partie de la cargaison s'évapore, du fait de l'entrée de chaleur à partir l'atmosphère (Sedra, 2014).

2.4. Principe de GNL

Le GNL est du gaz naturel liquéfié. Ce gaz est donc exactement le même que celui qui est extrait dans la mer du Nord. Sur les sites d'extraction du gaz ou à partir desquels le GNL est expédié, il est refroidi dans un vaste système de refroidissement (installation de liquéfaction) à très basse température (-162°C), il se condense et se liquéfie. Le gaz naturel est principalement composé de méthane mais il peut également contenir d'infimes quantités d'éthane, de propane et d'hydrocarbures lourds. Durant le processus de liquéfaction, d'autres composants tels que l'oxygène, le dioxyde de carbone, le soufre et l'eau, disparaissent entièrement (khaldi, 2011).

2.5. Rejets de GNL

Pour la zone industrielle on note la présence de 3 principaux types de rejets : gazeux dans l'atmosphère. Les rejets liquides vers la mer. Cours d'eau, nature et solides dépôts et décharges. Les rejets liquides sont en nombre de 3 ils se déversent vers la mer et 4 autres vers Oued Saf-Saf avant d'arriver vers la mer.

Les différentes unités possèdent leur propre système de prétraitement avant le rejet mais nous remarquons que quelques-uns ne fonctionnent pas à 100% pour cause des arrêts soit accidentels ou annuels pour entretien (Figure 9) (Bouhayene, 2015).



Figure 9 : Les rejets liquides de GNL vers la mer (pp, 2019).

CHAPITRE 02 :
POLLUTION DE
L'EAU

De toutes les composantes de notre environnement ; l'eau est sans doute l'élément fondamentale de la vie quotidienne. L'eau s'apprête aujourd'hui aux usages les plus divers : domestique, industriels, agricoles, énergétique ou encore à certains moyens de transport mais elle semble avoir été le premier milieu à montrer des signes visibles de pollution. Ainsi, le problème de la pollution des eaux est devenu un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel et pourrait constituer à long terme un réel danger pour l'avenir de l'humanité (Ezziane, 2007).

1. Pollution des eaux

Avec le développement industriel, les problèmes de pollution de l'eau ont pris un tour d'abord régional puis continental et désormais, maintenant, il est mondial. Une grande quantité d'eau est polluée par les usages industriels, agricoles ou encore domestiques. L'industrie utilise de grandes quantités d'eau mais le principal problème tient à ce que la majeure partie de cette eau retourne à la nature, polluée car chargée de déchets, de produits chimiques et de métaux lourds. Plus de 85% de l'eau consommée par l'industrie sont retournés à la nature sous forme d'eau usée (Figure 10) (Belhadj, 2017).



Figure10 : La pollution de l'eau (pp, 2019).

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifiée par l'action de l'Homme (Mouaz et Benthich, 2017).

Les substances polluantes peuvent avoir différentes origines :

- Urbaine (activités domestiques ; eaux d'égout, eaux de cuisine...)
- Agricole (engrais, pesticides)

- Industrielle (chimie-pharmacie, pétrochimie, raffinage...).

La pollution est directement liée aux activités industrielles et agricoles. Nous nous intéressons aux rejets liquides transportés par l'eau, appelés couramment les eaux résiduaires industrielles transportant en général divers produits hautement toxiques avec des taux très élevés (Mekhalif, 2009).

2. Eaux résiduaires industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont les déchets liquides résultant, selon les activités exercées, de l'extraction ou de la transformation de matières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires (produits dérivés), ainsi que de l'utilisation des produits primaires ou dérivés pour la fabrication de biens de consommation (Meinch *et al.*, 1977).

Boeglin définit ces eaux comme étant des rejets polluants de composition hétérogène, car elle renferme des matières organiques et minérales à l'état insolubles ou en dissolution dont certaines peuvent avoir éventuellement un caractère toxique plus ou moins marqué (Figure 11) (Boeglin, 1988).



Figure 11 : Les rejets industriels (pp, 2019).

3. Origine des polluants et types de pollutions industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont spécifiques par leur volume et leur composition. On distingue trois types de pollution :

3.1. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des

poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives (**Ben Mira et Benchaib, 2016**).

3.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories : Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols.) ; Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) (**Mekhalif, 2009**).

3.3. Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle (**Mizi, 2006**). On peut la répartir en trois classes : mécanique, thermique et radioactive (**Galaf et Ghannam, 2003**).

3.3.1. Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs).

3.3.2. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les ERI, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (**Mekhalif, 2009**).

3.3.3. Pollution Thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.) ; ont une température de l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' a (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène.

En outre tout changement de température cause des effets significatifs sur la survie des organismes aquatiques. Un abaissement important de température ralenti la plupart des réactions chimiques vitales voire les arrêter. Au contraire, des augmentations de température peuvent tuer certaines espèces, mais également favoriser le développement d'autres organismes causant ainsi un déséquilibre écologique (**Ben Mira Zitouni et Benchaib, 2015**).

4. Pollution en Algérie

En Algérie, la majorité de la population est installée le long du littoral, d'environ 1200 km. Si de nombreux déchets sont abandonnés sur les plages ou jetés à la mer, d'autre

proviennent de l'intérieur des terres, des sacs en plastiques, des bouteilles, des palettes jetées volontairement ou accidentellement dans les oueds se retrouvant ainsi dans la mer. Presque un demi-million de mètres cubes d'ordures sont ramassés quotidiennement dans les centres urbains du littoral méditerranéen, mais de nombreuses décharges sont mal conçues par infiltration des eaux souterraines (Kilani, 2016).

5. Pollution à Skikda

La mer de la méditerranée est une mer qui est pratiquement fermée qui contient la plus grande biodiversité par rapport aux autres mers du monde, elle est très menacée par la pollution marine surtout dans les villes portuaires.

Les statistiques fournies par la direction de l'environnement et disponible à ce jour, montre que le volume de rejet des différents déchets sans traitement à Skikda dépasse celles de toutes les wilayas réunies de Annaba, Tlemcen, Ghardaïa, quant au volume rejeté par l'ensemble des quatorze communes littorales de Skikda, il dépasse les 250,000 m³/j.

La politique de développement en l'Algérie depuis l'indépendance, est basée sur le d'industrialisation et de rattrapage économique, et les zones littorales font l'objet de la concrétisation de ces objectifs, d'où vient le choix de l'implantation de la zone pétrochimique, qui est considérée source majeure de pollution marine.

La Présence de la zone industrielle dans le littoral avec ses rejets qui sont de très grande importance, avec le danger de sa proximité des habitations avec 194,000 m³ d'eaux usés déversées quotidiennement en milieu marin qui est de l'ordre de 80% de l'ensemble des eaux de la wilaya.

Les plages de la wilaya de Skikda sont disséminées sur un littoral qui s'étire sur 140 km [1] Chaque année, la pollution gagne du terrain à Skikda. Même les plages autorisées à la baignade ne sont pas totalement propres (Tefiani, 2017).

6. Plage Ben m'Hidi–Jeanne d'Arc

C'est une plage de sable fin à perte de vue, sur 10 km jusqu'au mont de Fil-Fila [2], fait plus de 7 km de long dont la moitié se situe dans la commune voisine de Skikda. A son extrémité se trouve la plage d'Oued Righa qui tire son nom de l'oued qui la traverse. La plage est très large. La baignade y est autorisée [3].

Malheureusement il y'a un point négatif c'est la pollution que connaissent les plages de Ben m'Hidi ou les rejets des eaux usées se font directement dans la mer sans aucun traitement (Figure 12, 13) (Hadeef, 2008).

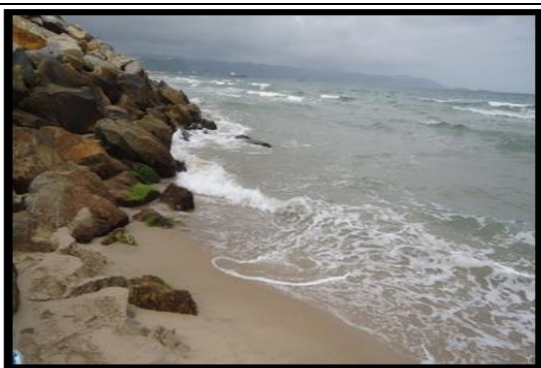


Figure12 : la plage Ben m'Hidi(pp,2019).

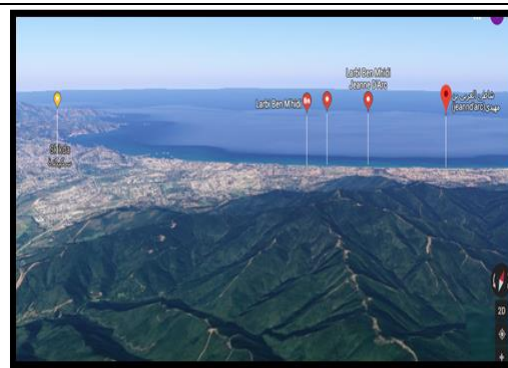


Figure13 : image satellitaire de la plage de Ben m'Hidi(google earth,2019).

CHAPITRE 03 :
IMPACT DE
POLLUTION
INDUSTRIELLE

Dans ce chapitre nous présenterons la pollution dans la wilaya de Skikda et les pollutions générées par les unités industrielles de la zone industrielle de Skikda. Le complexe pétrochimique représente par ces effluents multiples une source de pollution principale de l'aquifère côtier. En outre, il génère une pollution à travers une torche où sont brûlés des gaz. La composition et la concentration de ces gaz restent inconnues. Nous ajoutons aussi le risque d'inondation qui peut aggraver la contamination du milieu au niveau de la zone industrielle par des dégâts multiples tel que l'exemple de la crue de 1984.

1. Complexe gaz naturel liquéfié (GL1/K)

1.1. Pollution atmosphérique

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 (**Labar, 2009**).

1.2. Pollution hydrique

Les eaux issues du processus doivent être neutralisées dans des fosses par ajout de produits acides ou basiques. Les eaux contenant des hydrocarbures sont dirigées vers un décanteur dont la capacité de traitement est de 800 m³/h. Les huiles récupérées sont conditionnées et dirigées vers l'unité d'entraînement du personnel de protection et de sécurité industrielle. Les rejets hydriques du complexe GL1/K contiennent d'autres produits hautement toxiques tels que la Moncethanolamine (MEA) et la Morpholine. Les pertes de Moncethanolamine (MEA) du complexe GL1/K peuvent atteindre 10 kg/j (**ANPE, 1994**).

Ces pertes sont dues soit à un percement d'un tuyau ou à des purges effectuées lors de problèmes de moussage. Ce produit (MEA) est toxique pour la vie aquatique à des concentrations relativement basses dans l'eau. Si le produit répandu ne peut pas être recueilli, il peut être neutralisé avec une solution diluée d'acide chlorhydrique. L'inhalation de ce produit (MEA) peut aggraver l'asthme et provoquer une maladie inflammatoire ou pulmonaire fibro-idiopathique (**Labar, 2009**).

2. Caractérisation des effluents industriels

Les eaux résiduaires industrielles se différencient, en fonction de l'utilisation de l'eau dans l'usine, en différentes catégories :

- Eaux des circuits de refroidissement
- Eaux de lavage des sols et machines
- Eaux de fabrication
- Rejets des services généraux.

Dans toute activité industrielle, l'eau entre en contact avec des gaz, des solides et des liquides, qu'elle dissout ou entraîne sous forme de matières en suspension plus ou moins finement dispersées. En réalité, la plupart des procédés génèrent des rejets polluants soit continus soit discontinus, qui renferment tous les sous-produits et les pertes de matières premières qui n'ont pu être récupérées, ni recyclées (**Roubaty *et al.*, 2007**).

3. Nature des rejets

La nature et la composition des rejets sont très variables d'une industrie à l'autre, il en est de même de leur impact sur le milieu naturel (Tableau 2) (**labar, 2009**).

Tableau 2 : Charge polluante des rejets et leurs impacts (labar, 2009).

Type de pollution	Impact sur le milieu naturel
Pollution insoluble	Nuisances esthétiques Dépôt de sédiments Diminution de la photosynthèse
Phase polluante solide (minérale et / ou organique) : - débris grossiers. - matières en suspension - matières non colloïdales - matières colloïdales Phase polluante (organique) : - non dispersée. - dispersée (émulsion)	Diminution des transferts d'oxygène
Pollution soluble	
Pollution de nature minérale : - acidité ou basicité - oxydants ou réducteurs (chromates, cyanures, sulfures...) - sels toxiques (métaux lourds : Cu, Pb, Zn, Cd, Hg...) - formes minérales de l'azote (ammonium, nitrites, nitrates et du phosphore (phosphate)	Toxicité aiguë entraînant une mortalité rapide Toxicité différée par bioaccumulation (troubles du métabolisme des espèces) Eutrophisation : prolifération surabondante d'algues, toxicité
Pollution de nature organique - biodégradable - non biodégradable - formes organiques de l'azote (urée) et du phosphore - substances toxiques (phytosanitaires, hydrocarbures polycycliques aromatiques, composés phénolés	Consommation de l'oxygène dissous (mortalité des poissons par asphyxie) Contamination des chaînes trophiques Eutrophisation (déséquilibre de l'écosystème, altération de la qualité de l'eau) Toxicité à long terme (troubles de la reproduction des espèces)
Pollution thermique	Diminution de l'oxygène dissous, modifications de l'écosystème
Pollution microbiologique	Présence de germes pathogènes et de virus, dangereux pour l'homme et les animaux (épidémies)

4. Origine des effluents industriels pétrochimiques

Les effluents industriels pétrochimiques sont à l'origine des industries des produits pétroliers : forages, raffineries, réservoirs, oléoducs (pipes), réservoir souterrains, postes de pompes à essence etc.

Ainsi, au niveau de la zone industrielle de Skikda en plus de la raffinerie, des réservoirs et des oléoducs, deux autres principales activités pétrochimiques peuvent être considérées :

- Le vapocraquage du naphta ou du gasoil avec les productions d'éthylène, de propylène, de styrène puis des polymères et de caoutchoucs... ;
- Le reformage catalytique de naphta vers la production d'aromatiques, puis de phénols, nylons (Schoeller, 1971).

5. Nocivité et effets de la pollution

Sur les milieux naturels, nous rappelons tout d'abord que polluer l'eau d'une réserve superficielle ou souterraine, c'est modifier ses caractéristiques en y rejetant certaines substances soit à l'état insoluble, soit à l'état dissous susceptible de **(Roubatyet al., 2007)**.

L'activité industrielle génère des polluants divers susceptibles de créer des nuisances importantes. On peut considérer d'une manière générale, que les eaux résiduaires industrielles (ERI) sont des mélanges hétérogènes comprenant : des matières à caractère minéral ou organique qui sont entraînées par le courant liquide sous forme de composés insolubles , particules solides en suspension l'état grossier, finement dispersé ou colloïdal et substances liquides à l'état dispersé ou émulsions (graisses, huiles, goudrons, hydrocarbures) ; et, en proportion plus ou moins grande, des composés en dissolution dans l'eau (pollution soluble) **(Labar, 2009)**.

Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique

- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau **(Bireech et Messaoudi, 2007)**.

6. Principales maladies d'origines hydriques

Les maladies hydriques sont toutes causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, contenant des micro-organismes pathogènes. Les maladies hydriques se propagent par la contamination des systèmes de distribution d'eau potable par l'urine et les fèces des personnes ou animaux infectés (Tableau 3) **(Cherietet al., 2010)**.

Tableau 3 : les principales maladies d'origines hydriques (Cheriet et Rouaigia, 2010).

Maladies	Agents
Origine bactérienne	
Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A et B</i>
Dysenteries bacillaires	<i>Shigella</i>
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastro -entérites aiguës et diarrhées	<i>Escherichia coli</i> entérotoxigène <i>Campylobacter jejuni</i> / <i>E. coli</i> / <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Shigella SP.</i>
Pneumonies	<i>Legionella pneumophila</i>
Origine virale	
Hépatite A et E	Virus hépatites A et E
Poliomyélite	Virus poliomyélitique
Gastro -entérites aiguës et diarrhées	Virus de Norwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Coronavirus Entérovirus Adénovirus Réovirus
Origine parasitaire	
Dysenteries amibiennes	<i>Entamoeba histolytica</i>
Gastro -entérites	<i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

CHAPITRE 04 :
MATÉRIEL ET
MÉTHODES

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire. Tous les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire pédagogique de la faculté de 08 Mai 1945 Guelma.

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Choix des stations

Le choix des stations de prélèvements a été effectué en fonction de la localisation et de l'accessibilité de ces derniers. La première station a été choisie à cause des effluents urbains et les rejets de la GNL/K qui peuvent changer les caractéristiques physicochimiques et bactériologiques de l'eau.

1.2. Présentation du point de prélèvement

Lavalin et la plage Larbi Ben m'Hidi (Jeanne D'Arc) sont des zones instable le niveau de l'eau se change d'une manière importante avec les variations de la température et les précipitations. Les images ci-dessous montrent ces variations au cours du mois des mars et avril, et le tableau représente les coordonnées géographiques mesurés par GPS des deux points de prélèvement (Tableau 4) (Figure 14, 15).

Tableau 4 : Cordonnées des sites de prélèvement par GPS.

Sites de prélèvement	N	E
S1	36°52.665	06°56.040
S2	36°88.6803	06°97.7492



Figure 14 : Variations du niveau d'eau de lavalin durant le mois de mars et Avril (pp, 2019).



Figure 15 : Variations du niveau d'eau de la plage Ben m'Hidi durant le mois de mars et Avril (pp, 2019).

1.3. Prélèvement de l'eau

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Étant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques (Rodier, 2009).

1.4. Période de prélèvement

Les prélèvements sont étalés sur la période hivernale et pendant 2 mois (Mars et Avril 2019) dans les 2 sites d'étude. La fréquence d'échantillonnage a été d'un seul prélèvement par mois pour chaque station (Tableau 5).

Au niveau de chaque station nous avons effectués un prélèvement d'eau pour l'analyse bactériologique et physico-chimique.

Tableau 5 : Nature et périodes des prélèvements.

Sites de prélèvement (S)	Nombre de prélèvement (P)	Date de prélèvement	Heure de prélèvement	Type d'analyses effectuées
S1	P 1	18-03-2019	08 :27	Physico-chimique bactériologique
	P 2	21-04-2019	07 :45	
S2	P 1	18-03-2019	09 :50	
	P 2	21-04-2019	09 :43	

1.5. Technique de prélèvement et conservation

L'échantillonnage a été réalisé comme suit :

- Les prélèvements sont instantanés et concernent chaque fois un litre d'eau répartis dans des flacons en verre borosilicaté chacun conformément aux recommandations de **(Rodier ; 2009)**.
- Les flacons en verre conçus pour les prélèvements sont préalablement lavés, rincés puis égouttés soigneusement et séchés dans l'étuve à 100°C pour éliminer toute trace d'un éventuel détergent.
- Au moment du prélèvement, les flacons sont rincés trois fois avec de l'eau à analyser selon les recommandations.
- Le prélèvement manuel est effectué, au niveau d'une zone assez agitée par le courant de l'effluent où le risque de sédimentation est très faible.
- Les flacons remplis complètement sont fermés hermétiquement pour assurer une protection contre toute contamination probable **(Rodier ; 2009)**.

1.6. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Les échantillons doivent être soigneusement étiquetés. L'étiquette doit comporter tous les éléments nécessaires à la bonne exploitation des résultats de l'analyse : date ; heure ; lieu précis ; les conditions météorologiques ; un numéro et toutes circonstances anormales (Figure 16) **(Light foot N. F., 2002)**.



Figure 16 : étiquetage des échantillons (PP, 2019).

1.7. Conservation et transport de prélèvement

Une fois l'échantillon prélevée, le flacon est placé dans une glacière à l'abri de la lumière et à une température de 4 °C selon les recommandations préconisées par l'OMS/PNUE (1995) pour la surveillance des eaux côtières.

Les échantillons sont ensuite dirigés au laboratoire, dans un état maintenant la qualité d'origine de l'eau de la source d'échantillon pour l'analyser en moins de 4h (Figure 17) (Bouglouf, 2009).



Figure 17 : Matériels de conservation et transport de l'échantillon (pp, 2019).

2. Analyses physico chimiques

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques, indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau (L'eau à Bruxelles, 2005).

2.1. Température

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH d'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et leur origine (**Rodier, 1999**).

2.2. Potentiel d'hydrogène pH

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certain inconvénient.

Les législations Algériennes et européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide $6,5 < \text{pH} < 8,5$ (**Maig, 2005**).

2.3. Oxygène dissous (O_2)

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques.

Dans les eaux de surface, l'oxygène dissous provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous fluctue de manière journalière et saisonnière car elle dépend de plusieurs facteurs :

- La température de l'eau
- La salinité
- La pénétration de la lumière (**Bennamoun et Boumezbar, 2018**).

2.4. Salinité

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l (**Dégrément, 1952**).

2.5. Conductivité électrique (EC)

C'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 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (L'eau à Bruxelles, 2005).

2.6. Potentiel redox

Dans les systèmes aqueux, le potentiel redox (ou disponibilité en électrons) affecte les états d'oxydation des éléments (H, C, N, O, S, Fe...). Dans une eau bien oxygénée, les conditions d'oxydation dominent. Quand les concentrations d'oxygène diminuent, le milieu devient plus réducteur ce qui se traduit par une réduction du potentiel redox. Dans les eaux naturelles, des comparaisons relatives de l'évolution du potentiel redox peuvent être utiles pour suivre les degrés de changement du système aquatique. Le potentiel redox se mesure en mV (Bachiri et Dakhane, 2018).

2.7. Mesure in situ

Un certain nombre de paramètres physicochimiques de l'eau ne peuvent être mesurés que sur terrain car les valeurs peuvent évoluer très rapidement dans les échantillons prélevés. Ce sont principalement : la température de l'eau, pH et la conductivité (Tbessi *et al.*, 2014).

L'eau à analyser est amenée aux électrodes d'un multi paramètre de marque WTW qui mesure à la fois la température, le pH, la conductivité, l'oxygène dissous, la salinité et le potentiel. La lecture est faite après stabilisation de la valeur (Figure 18) (Bares *et al.*, 2012).



Figure 18 : La multi paramètre de marque WTW (pp, 2019).

3. Analyse bactériologiques

Méthodes d'analyse bactériologiques de l'eau L'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes sont les grandes lignes des analyses bactériologiques des eaux (Attalah et Ghennai, 2018).

Le principe général des techniques des analyses microbiologiques des eaux consiste à ensemercer une quantité connue d'eau à analyser sur un milieu de culture adapté, solide ou liquide. On suppose que, pendant l'incubation, chaque microorganisme présent se développe pour donner soit une colonie visible sur un milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide, essentiellement un trouble de celui-ci (Attalah et Ghennai, 2018).

3.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux :

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 » (Delarras, 2003).

Le dénombrement des bactéries est souvent considéré comme accessoire comparativement aux autres dénombrements réalisés dans le contrôle bactériologique de l'eau. Il est en effet illusoire de vouloir définir le degré de pureté d'une eau sur la base de son contenu en microorganismes revivifiables (Lecler et Mossel, 1989).

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

❖ Mode opératoire

➤ A partir de l'eau à analyser et des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , Déposer tout d'abord, à l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de l'échantillon d'eau à analyser et 1 ml des dilutions préparées dans des boîtes de Pétri vides et stériles.

➤ Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45 ± 2 °C. Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.

➤ Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

- Laisser solidifier les boîtes sur la paille (Merzoug, 2009).

❖ Incubation

Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures
- La seconde série sera incubée à $37 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 44 ± 4 heures (Labres *et al.*, 2006).

❖ Lecture

Après la période d'incubation spécifiée, nous procédons, à l'aide du compteur, à la numération des colonies pour chaque boîte. Une première lecture se fera à 24 h, une seconde à 48 h et une dernière à 72 h (les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse) (Benabassa et Merzoug, 2018).

❖ Dénombrement

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

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.

Les résultats seront exprimés par millimètre d'eau analysé à 22°C et 37°C (Cheriet et Rouaigia, 2010).

❖ Expression des résultats

Calculer la valeur du nombre N, de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre N de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d} \quad \text{Où :}$$

- $\sum c$: est la somme des colonies dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.
- d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule. Le résultat final de microorganismes revivifiables dénombrés à 37°C par ml d'eau est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x où x est la puissance appropriée de 10 (Figure 19) (Kouti, 2014).

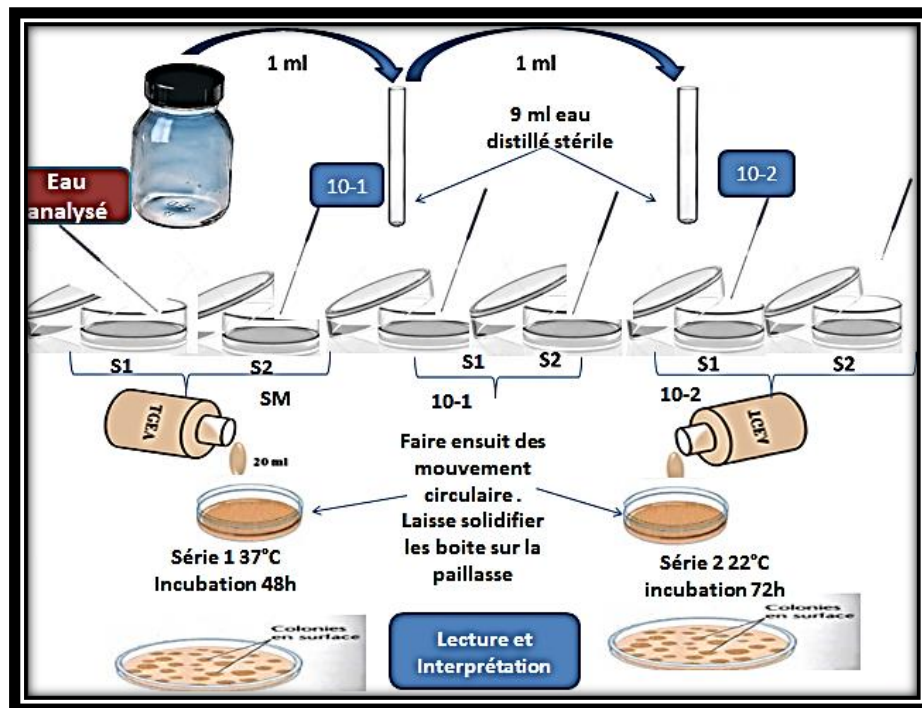


Figure 19 : Protocole de recherche et dénombrement des germes totaux (pp, 2019).

3.1.1. Recherche et Dénombrement des coliformes fécaux

❖ **Définition** : Dans cette famille des entérobactéries, certains forment le groupe des coliformes, qui ont les propriétés suivantes :

- Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase « - », aérobies ou anaérobies facultatifs.
- Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface équivalents.
- Ils fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35°C à 37°C ($\pm 0.5^\circ\text{C}$) (Dellarras, 2003).

Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à $42 \pm 2^\circ\text{C}$. Les Escherichia Coli sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à $42 \pm 2^\circ\text{C}$ (Labres *et al.*, 2008).

❖ Mode opératoire

❖ Technique de recherche en milieu liquide en BCPL

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 nombre le plus probable (NPP), se fait en deux étapes consécutives :

- Le test de présomption : réservé à la recherche des coliformes.
- Le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des coliformes fécaux (thermo tolérants) et d'*Escherichia coli*, à partir des tubes positifs du test de présomption (**Labres, 2002**).

❖ Test de présomption

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

- Prélever 1 ml de la solution mère à l'aide d'une pipette Pasteur stérile et la porter dans le premier tube de la première série contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-1} .
- Nous prélevons 1 ml de la dilution 1/10 précédente et l'ajouter à un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-2} .
- Transférer 1 ml de la dilution 10^{-2} dans un tube contenant 9 ml de BCPL, pour obtenir la dilution 10^{-3} .
- Refaire la technique pour les 3 tubes restants de BCPL afin d'obtenir 8 tubes de BCPL, et refaire la même opération pour 2 autres séries (**Benabassa et Merzoug, 2018**).

❖ L'incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

❖ Lecture

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10^{ème} de la hauteur de la cloche),
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites)

❖ Test de confirmation

- Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.
- Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait cette fois à 44 °C pendant 24 heures.

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un dégagement gazeux,
- Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactifs de Kovacs (**Benabassa et Mezoug, 2018**).

❖ Expression de résultats

On note le nombre de tubes positifs dans chaque série et se reporte à la table NPP pour obtenir le nombre de coliformes totaux contenus dans 100 ml (**Kouti, 2014**).

❖ Méthode de dénombrement

- Grouper en nombre de 3 chiffres la suite des chiffres obtenue en commençant par le chiffre obtenue pour la plus faible dilution.
- Choisir le nombre le plus grand possible et si possible inférieur à 330 (car cela correspond à une meilleure répartition dans les dilutions).
- Lire la valeur n dans la table de Mac Grady.
- En déduire selon l'équation (Figure 20) (**Attalah et Ghennai, 2018**).

C bactéries = _____ n _____

Valeur de la dilution correspondant au premier chiffre

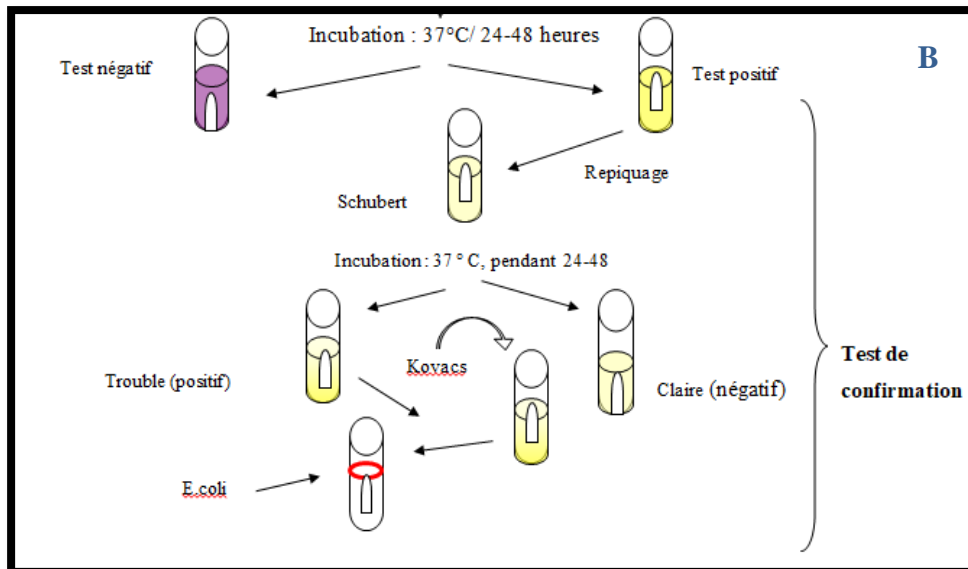
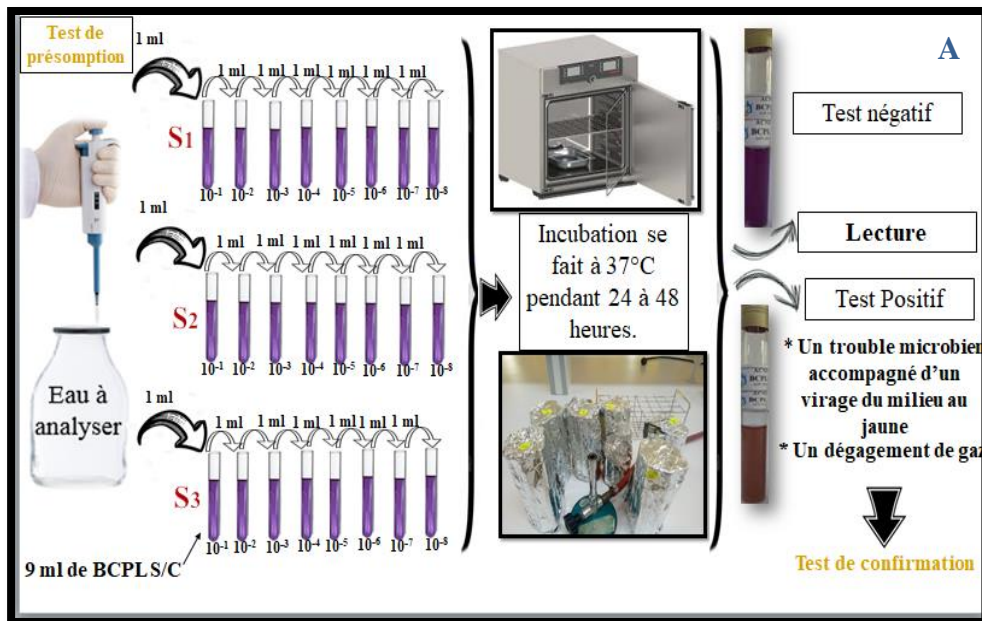


Figure 20 : Recherche et dénombrement des germes fécaux en milieu liquide. A (pp, 2019), B (Benabassa et Merzoug, 2018).

3.1.2. Rechercher et dénombrer les streptocoques fécaux

Considérés comme des témoins de pollution fécale. Elle compte deux temps :

- La recherche présomptive du streptocoque.
- La recherche confirmative des streptocoques fécaux.

❖ Mode opératoire**❖ Test présomptif**

La recherche se fait en bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe) simple et double concentration. On ensemence :

- Flacon contenant 10ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau analysé.
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau.
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 1 ml d'eau.
- Incubation pendant 48h à 37°C.

❖ Lecture

- Les tubes présentant une louche microbienne sont considérés comme susceptibles de contenir un streptocoque fécal.
- Le test confirmatif est obligatoire (**Belhadj et Zouag, 2017**).

❖ Test de confirmation

- Agiter les tubes de Rothe présentant un trouble.
- Repiquer une anse du contenu de chacun de ces tubes dans un tube de milieu d'Eva Litsky (**Delarras et Trébaol, 2003**).
- L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle de trouble (**Rodier, 2009**).
- La lecture finale s'effectue selon les prescriptions de la table de Mac Grady (Figure 21) (**Chlaida et al., 2013**).

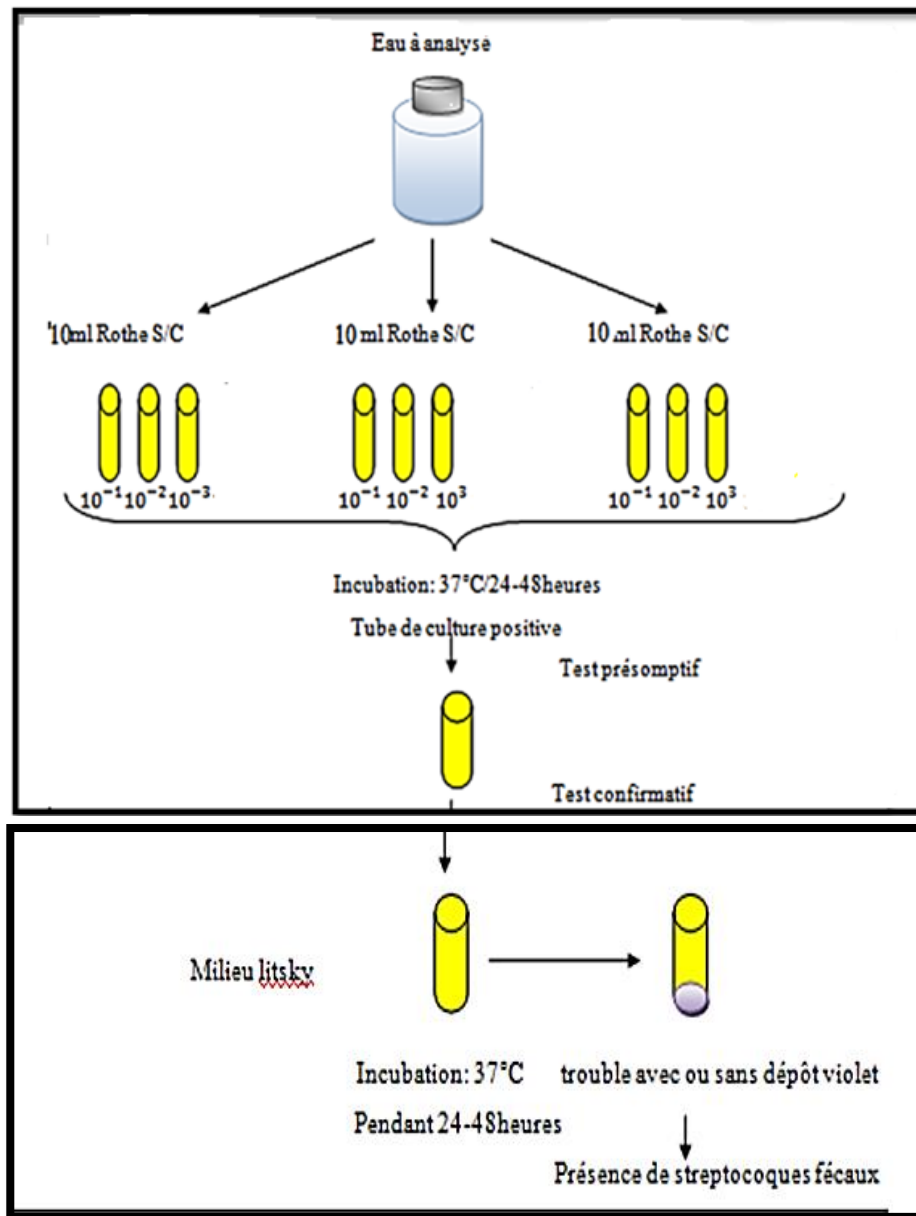


Figure 21 : Recherche et dénombrement des Streptocoque fécaux (Attalah et Ghennai, 2018).

3.1.3. Recherche des bactéries anaérobies sulfito-réductrices

❖ **Définition** : On entend par bactéries anaérobies sulfito-réductrices des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram positif et qui en se développant à une température de $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose Tryptose Sulfite Cyclosérine ou Tryptose Sulfite Néomycine ou encore gélose Viande Foie, donnent des colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Cette dernière est le témoin de la réduction du sulfite de sodium ($\text{Na}^{+2}\text{SO}^{-3}$) qui se trouve dans le

milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} donne $Fe S$ (sulfure de fer) de couleur noire (Labres *et al.*, 2008).

* **Dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs**

Les germes anaérobies sulfito-réductrices sont des hôtes normaux de l'intestin, mais ils peuvent se rencontrer également dans le sol et dans les matières organiques en voie de putréfaction. Leur résistance est beaucoup plus importante que celle des autres germes indicateurs car ils sont sporulés. Ils sont parfois seuls survivant d'une contamination ancienne (Guiraud, 1998).

* **Dénombrement des Clostridium sulfito réducteurs**

❖ **Principe**

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

❖ **Mode opératoire**

- On introduit dans 4 tubes à essai 20ml d'eau à analyser (5 ml dans chaque tube).
- On place les tubes dans un bain marie à 80°C pendant 5 minutes.
- On refroidit à 45°C, on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et quatre gouttes des sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes avec 15 ml de gélose viande foie.
- On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24h, une deuxième après 48h.

Les clostridium sulfito-réducteurs réduisent le sulfite de sodium produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer.

❖ **Expression des résultats**

On exprime les résultats en nombre de germes par millilitre (Figure 22) (Belhadj et Zouag, 2017).

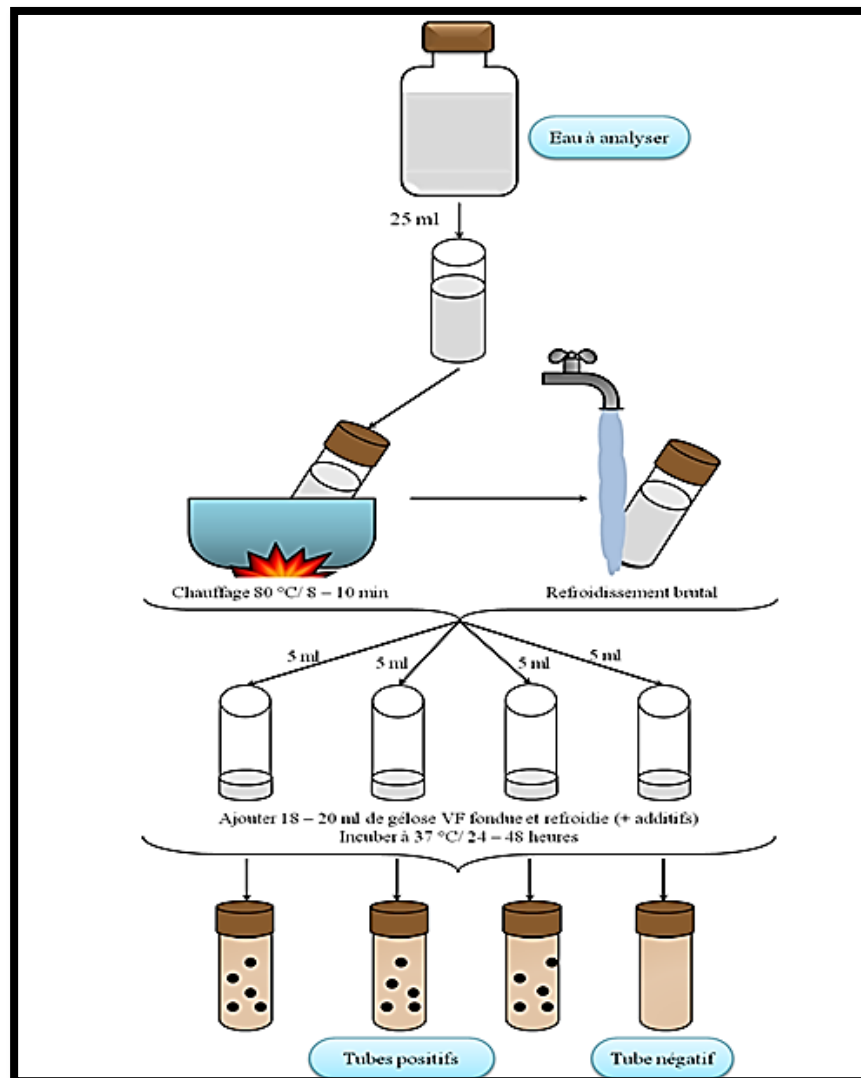


Figure 22 : Protocole de recherche et dénombrement des spores des bactéries anaéobiessulfito-réducteurs dans les eaux (Abdellioui *et al.*, 2012).

3.2. Recherche et identification des germes pathogènes

Il existe une grande variété de bactéries pathogènes ou potentiellement pathogènes (opportunistes) pour l'homme dans tous les types d'eaux. Celles-ci vivent ou survivent dans l'environnement, soit provenant des rejets humains, éliminées par des sujets malades ou des porteurs sains, soit étant autochtones et pouvant s'adapter à l'homme : *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylocoques pathogènes*, *Vibrio*, *Pseudomonas* (Rodier, 2005).

3.2.1. Recherche des staphylocoques

On entend par staphylocoques à coagulase positive, les bactéries qui se présentent sous forme de Cocci à Gram positive, sphériques, isolées ou regroupées formant ainsi des

grappes de raisin, possédant l'enzyme catalase et la coagulase. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ sur un milieu sélectif Chapman au mannitol.

Le genre *Staphylococcus* occupe une place très importante en pathologie humaine et animale, possède une catalase et se développe en aérobiose. Ils présentent des espèces pathogènes et sont donc quelque fois recherchés dans l'eau, notamment dans les piscines (Gaujous, 1995).

❖ Mode opératoire

On prépare les boîtes Pétri avec le milieu Chapman. A partir de la solution mère, on porte aseptiquement 0.1 ml (2 gouttes) dans les boîtes de Pétri que nous étalons à l'aide d'une anse de platine stérile (Abdi *et al.*, 2013).

❖ L'incubation

Se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures (Fagrouch *et al.*, 2010).

❖ Lecture et interprétation

Après la période d'incubation spécifiée, les Staphylocoques à coagulase positive ou plus particulièrement *Staphylococcus aureus*, apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en jaune ou en blanc, surmontant une zone jaune du milieu sous la membrane, par suite de la fermentation du mannitol. D'autres espèces de Staphylocoques peuvent donner naissance à de petites colonies qui le plus souvent ne se colorent pas et ne modifient pas la teinte du milieu (Rodier, 2005).

❖ Identification

Les principaux caractères pour l'identification de *Staphylococcus* :

- La coloration de Gram.
- Le test catalase.
- Le test oxydase.
- La coagulase.
- Le test mannitol (Figure 23) (Benabassa et Merzoug, 2018).

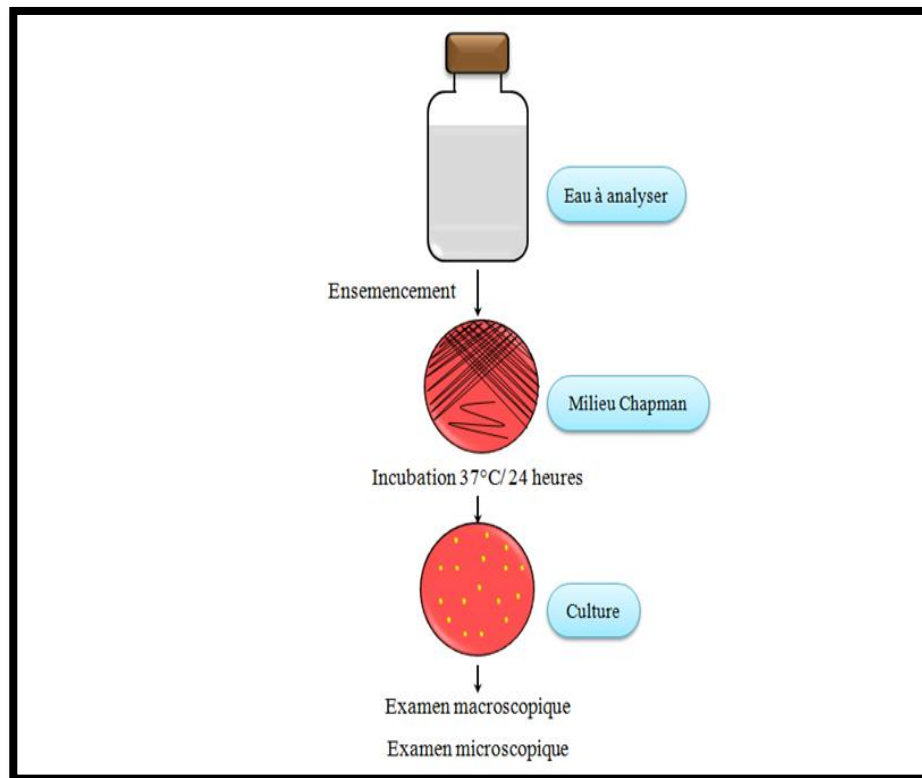


Figure 23 : Protocole de recherche de Staphylococcus dans les eaux (**Benabassa et Merzoug, 2018**).

3.2.2. Recherche des Salmonelles

Les salmonelles appartiennent à la famille des entérobactéries découvertes par le médecin vétérinaire américain Daniel Elmer Salmon (**Belle et al., 2010**).

Ce sont des bacilles Gram négatifs aéro-anaérobies facultatifs, non sporulés, mobiles pour la plupart avec une ciliature péritriche ; mais certaines sont immobiles. Elles sont oxydase et lactose négative, nitrate réductase positive, et fermentent du glucose (**Bourée, 2010**).

❖ Mode opératoire

• Jour 1 : Premier enrichissement

➤ Introduire 1 ml de l'échantillon d'eau dans 10 ml de Sélénite Cystine (SFB), puis incubé à 37°C pendant 18 à 24 heures.

- **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 1 ml.
- D'autre part, d'un isolement sur les géloses Hektoen, SS et Mac Conkey.

- **Jour 3 : Lecture des boîtes et identification**

- D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement.
- D'autre part, les boîtes 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 (Benabassa et Merzoug, 2018).

- ❖ **Identification**

A partir des colonies suspectes, réaliser l'identification biochimique après avoir vérifié le caractère oxydase négative et la coloration de Gram (bacilles Gram négatif) :

- Par une galerie classique.
- Ou par une galerie miniaturisée (Figure 24) (Rejsek, 2002).

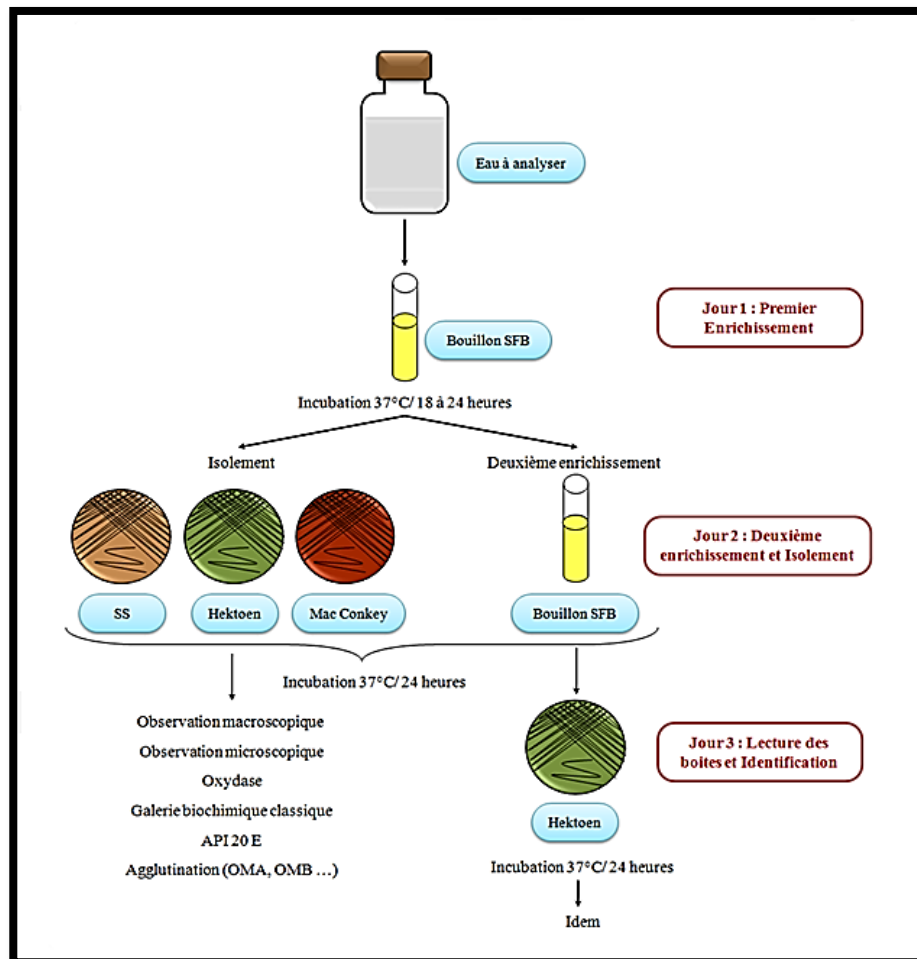


Figure 24 : Protocole opératoire de la recherche des salmonelles dans les eaux (Abdellioui *et al.*, 2012).

3.2.3. Recherche de Pseudomonas

Le genre *Pseudomonas* est fait de bacilles Gram négatif, droits et fins, aux extrémités arrondies, mobiles (à ciliature polaire), aérobies stricts, oxydase positive et se caractérise par la pigmentation bleu-vert de ses colonies. *Pseudomonas aeruginosa* (ou bacille pyocyanique) est mésophile tandis que la majorité des espèces sont psychrotrophes (Nauciel *et al.*, 2005).

❖ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 0.1 ml et l'on étale à la surface de gélose Cétrimide, par la méthode des quatre quadrants, puis les incubent à 36 ± 2 °C pendant 18 à 24 h (Rejsek, 2002).

❖ Identification

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 :

- Coloration de Gram.
- Examen directe entre lame et lamelle (état frais), il permet d'observer la mobilité des germes.
- Oxydase.
- Recherche de la pyocyanine : pigment bleu caractéristique de (*Pseudomonas aeruginosa*) responsable de la teinte bleue intense des milieux de culture : sa production est favorisée sur milieu de King A.
- Recherche de la pyoverdine : présente une teinte vert fluorescent (*P. fluorescens*) est souvent masquée par la pyocyanine, sa production est maximale sur milieu de King B (Figure 25) (**Oughidni et Sebti, 2015**).

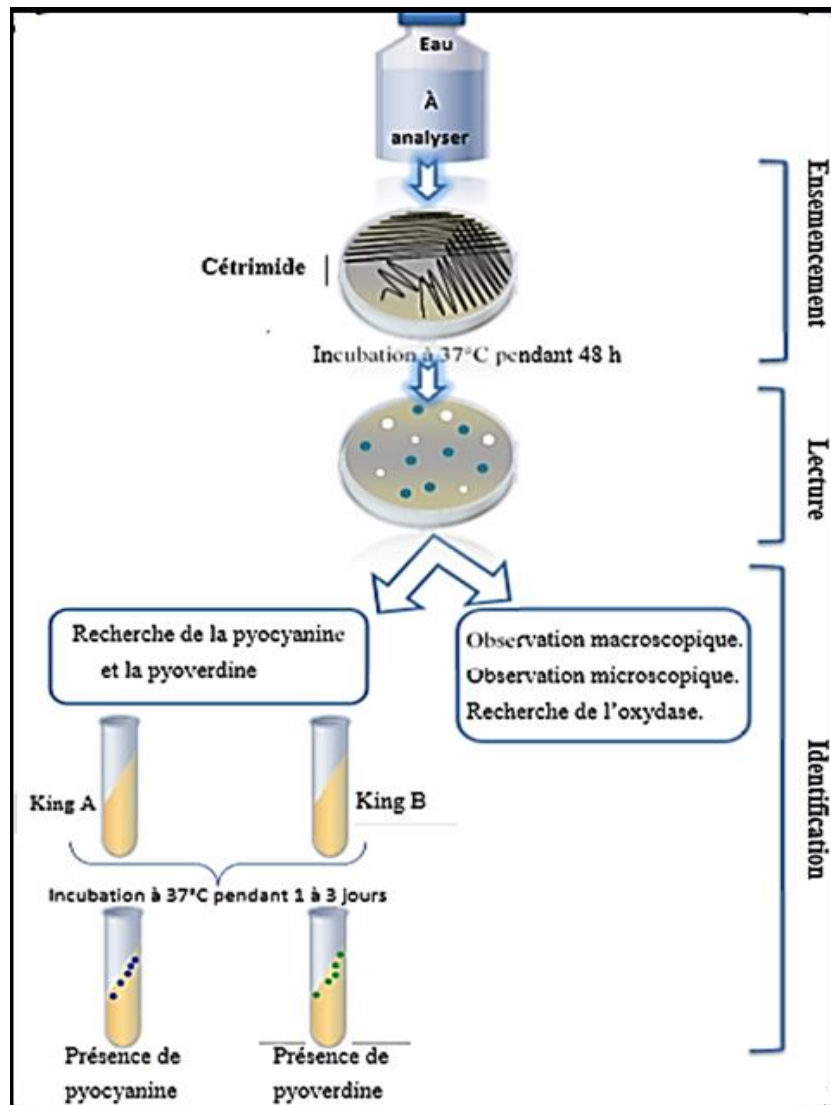


Figure 25 : Protocole de recherche de *Pseudomonas* (Attalah et Ghennai, 2014).

3.2.4. Recherche de *vibrio*

Le genre *Vibrio* fait partie de la famille des *Vibrionaceae*, les *Vibrios* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, assez court, d'un diamètre compris entre 0,5 et 0,8 μm et une longueur comprise entre 1,4 et 2,6 μm , très mobiles grâce à une ciliature polaire, le plus souvent monotriche. Ils sont aéroanaérobies facultatifs et possédant une oxydase et fermentant le glucose sans production de gaz ni d' H_2S (Harvey *et al.*, 2007).

❖ Mode opératoire

• Phase de prélèvement et du pré-enrichissement :

➤ Prélever 1 ml d'eau directement dans un tube contenant 10ml de milieu de culture (eau peptone alcalin).

➤ Incuber pendant 24h à 37°C.

• **Phase d'enrichissement**

➤ A partir du premier enrichissement (EPA1) on effectue un premier isolement sur gélose GNAB 1.

➤ On réalise un deuxième enrichissement en portant 1 ml de tube d'enrichissement sur eau peptone (EPA2).

➤ On incube pendant 24h à 37°C.

➤ On effectue un deuxième isolement à partir du deuxième enrichissement sur gélose GNAB2.

➤ On incube pendant 24 h à 37°C (**Belhadj et Zouag, 2017**).

❖ **Lecture des boîtes**

➤ D'une part, le tube d'EPA fera l'objet d'un isolement sur GNAB 2, qui sera incubé à son tour à 36 ± 2 °C pendant 24 heures ;

➤ D'autre part, les boîtes de gélose GNAB 1 subiront une lecture (**Belhadj et Zouag, 2017**).

❖ **Identification**

Les colonies de *Vibrio* sont fines, blanches sur gélose GNAB. L'identification est faite comme suit :

✓ Etat frais.

✓ Coloration de Gram.

✓ Test oxydase.

✓ Une galerie biochimique API 20 NE (Figure 26) (**Bouzidi et Chelihi, 2017**).

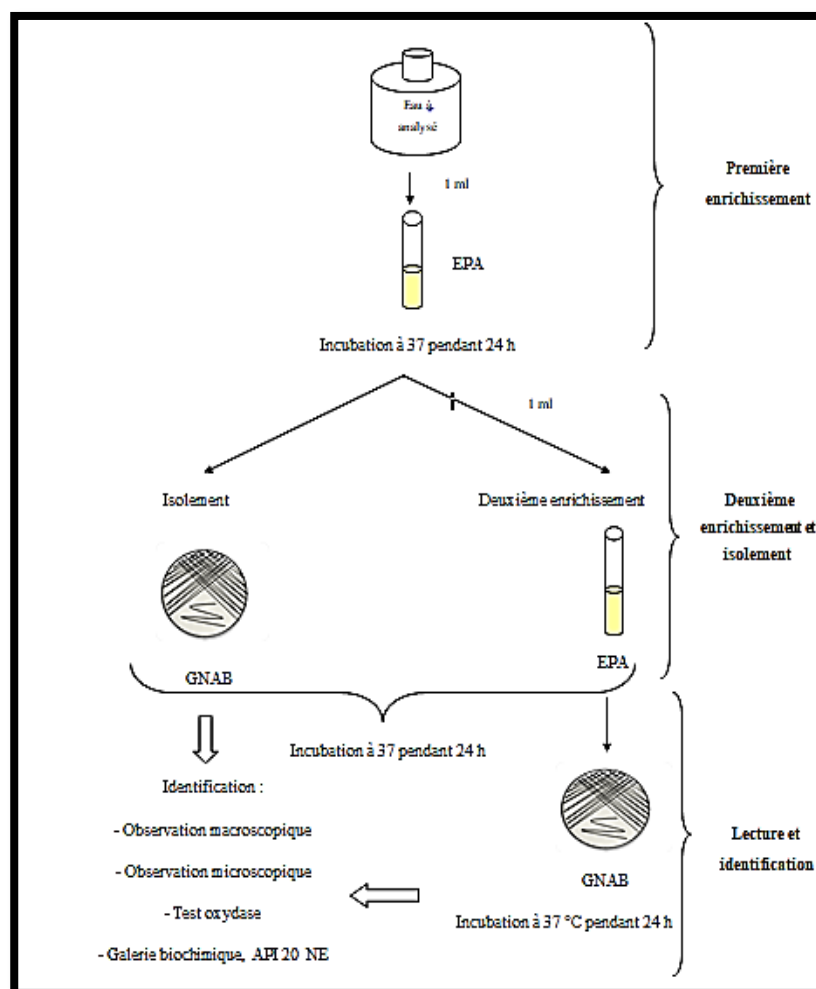


Figure 26 : Protocole opératoire de recherche et d'identification des vibrios dans les eaux (Benabassa et Merzoug, 2018).

3.2.5. Recherche de Shigelles

Bacille Gram négatif, les Shigelles sont ainsi nommées en l'honneur du bactériologiste japonais Kiyoshi Shiga, Ce sont des pathogènes strictes des humains et sont sous forme de courts bâtonnets de 2 à 3 μm de long, immobiles, aflagellés, non encapsulés (Xavier *et al.*, 2007).

❖ Mode opératoire

Culture : Il n'existe pratiquement pas un milieu d'enrichissement adapté à *Shigella*. Pour chercher du *Shigella*, à partir de l'échantillon mère on prélève 0,1 ml et on l'étale sur la surface des géloses Hektoen, SS et Mac Conkey par la méthode des quatre quadrants. L'incubation se fait à 35 – 37 °C pendant 18 - 24 heures.

❖ Identification

Les Shigelles sont caractérisées par de nombreuses réactions négatives :

- ✓ Etat frais
- ✓ Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).
- ✓ Ou d'une galerie biochimique API 20 E (**Oughidni et Sebti, 2015**).

4. Identification des germes

Examen macroscopique des caractères culturels : L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir des colonies bien isolées.

La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments :

- La taille
- La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé.
- L'aspect de la surface : lisse, rugueux.
- L'opacité : opaque, translucide, transparent.
- La consistance : grasse, crémeuse, sèche, muqueuse.
- Pigmentation (**Joffin et al., 2001**).

4.1. Examen microscopique

4.1.1. Etat frais

Il permet l'observation des bactéries vivantes et la détermination de leur morphologie, de leur mode de regroupement, de leur mobilité éventuelle et de la quantité approximative de bactéries.

Pour l'appréciation de la mobilité, il est parfois nécessaire de recourir au test de la mobilité bactérienne; il peut être réalisé en milieu mannitol- mobilité-nitrate ou en milieu SIM (**Delarras, 2007**).

❖ Technique

- Prendre une lame propre
- Dans le cas d'une culture en milieu liquide (bouillon), déposer sur la lame un 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

Remarque : il faut régler convenablement la lumière et ne pas prolonger le temps d'observation au-delà de 3 minutes, sinon la préparation se dessèche (Delarras, 2014).

4.1.2. Coloration de Gram

Les étapes de coloration de Gram :

- A partir de la culture à étudier préparer un frottis.
- Réaliser une coloration simple au violet de Gentiane, laisser agir pendant 1 minute.
- Ajouter le Lugol et laisser agir pendant 1 minute.
- Laver à l'eau puis à l'alcool.
- Recolorer avec la Fuchsine, laissé agir pendant 30 secondes.

❖ Lecture

Observer au microscope :

- Les bactéries Gram négatif sont roses.
- Les bactéries Gram positif ont de coloration violette (Figure 27) (Bourdon et Marchal, 1981).

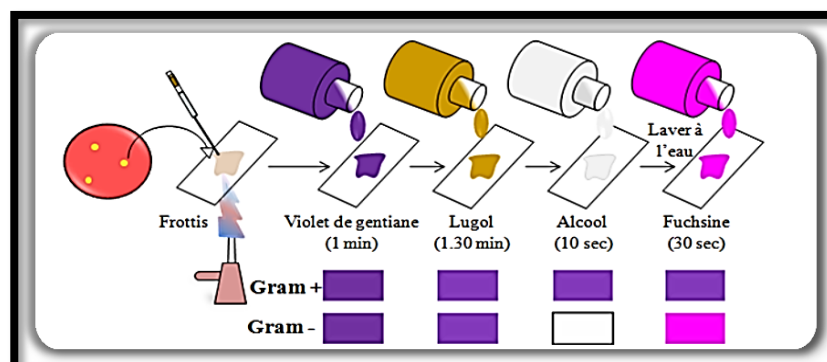


Figure 27 : Procédure de la coloration de Gram (Abdi *et al.*, 2013).

4.1.3. Recherche de l'oxydase

L'oxydase ou Cytochrome oxydase est une enzyme présente dans certaines chaînes respiratoires cytochromiques bactériennes (Delarras, 2014).

❖ 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.

❖ Résultat

Une coloration violet foncé apparaît immédiatement sur le disque ou en quelques secondes puis vire au noir : test oxydase + (Figure 28) (Delarras, 2014).



Figure 28 : A droite : réaction d'oxydase positive (+) à gauche : réaction négative (-) (pp, 2019).

4.2. Examen liées aux caractères biochimiques (la galerie classique)

L'utilisation de divers tests métaboliques dit préliminaires peut se justifier en raison des inductions, précieuses d'identification qu'ils peuvent donner.

Ces tests sont basés sur la mise en évidence rapide d'un caractère métabolique fortement discriminant dont les plus courants sont :

4.2.1. Citrate

Pour ce test, nous utilisons le milieu citrate de Simmons, celui-ci contient qu'une seule source de carbone : le citrate (Carbonnelle, 1988).

❖ Technique

La pente du milieu estensemencée à partir d'une suspension bactérienne, ou une colonie bien isolée. Le tube est incubé à 37°C pendant 24h.

- Bactérie citrate positive : culture avec alcalinisation du milieu (virage de l'indicateur au bleu).
- Bactérie citrate négative : pas de culture (coloration verte du milieu inchangée) (**Attalah et Ghennai, 2018**).

4.2.2. Etude de la mobilité

❖ Principe

Cette étude est faite sur un milieu mannitol-mobilité qui permet de rechercher simultanément la fermentation du mannitol et la mobilité.

❖ Technique

Nous ensemençons par piqûre centrale à l'aide d'une pipette Pasteur, chargé de culture en milieu solide. Nous incubons 24h à 37°C.

La fermentation du mannitol entraîne le virage au jaune du milieu :

- Si le germe est très mobile, elle se développe le long de la piqûre la masse microbienne envahit tout le tube.
- S'il est peu mobile, elle se développe le long de la piqûre et se réduit à de petites ramifications ;
- Enfin, s'il est immobile, il se développe seulement dans la trace de la piqûre qui demeure fine et nette (**Carbonnelle, 1988**).

4.2.3. Utilisation de TSI ou Triple SugarIron Agar

Ce milieu de culture est principalement utilisé pour la caractérisation biochimique des entérobactéries et des Salmonelles. Il permet de mettre en évidence en 24 heures l'attaque du glucose, du lactose et/ou saccharose ainsi que la production d'hydrogène sulfuré et de gaz

A partir de cultures pures, ensemencer la pente de milieu par des stries et le culot par simple piqûre, à l'aide de la même pipette Pasteur ou d'une anse pointue préalablement stérilisée à la flamme incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures (Tableau 6) (**Benabassa et Merzoug, 2018**).

Tableau 6 : Lecture et interprétation des tests biochimiques du milieu TSI
(Benabassa et Merzoug, 2018).

	La pente	Le culot
Lactose	Jaune : fermentation de lactose et/ou saccharose Orangé : pas de fermentation	/
Saccharose		
Glucose	/	Jaune : fermentation du glucose Orangé : pas de fermentation
H ₂ S	Apparition d'un noircissement entre le culot et la ponte	
Gaz	/	Présence des bulles de gaz

4.2.4. Urée-indole

Le milieu urée-indole ou urée-tryptophane est un milieu synthétique complexe fournissant un ensemble de résultats utiles à l'identification des entérobactéries et autres bactéries [5].

Du bouillon Urée-Indole de Fergusson est ensemencé à partir d'une culture fraîche (24 h) et incubé à 37°C/ 24 h (Guiraud, 2003).

4.2.5. Milieu de clarck et lub

Réaction de voges-proskauer (VP) : au cours de la fermentation butène glycolique, les bactéries produisent de l'acétine. En présence base forte et α -naphthol, l'acétine donne une coloration rouge en milieu très oxygéné.

Réaction ou rouge de méthyle (RM) : c'est la mise en évidence de l'acidification finale d'un milieu glucosé après fermentation des mixtes [4].

4.3. Les galeries API 20

4.3.1. La Galerie API 20 E

La galerie API 20 E est un système pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles Gram (-), utilisant 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, ainsi qu'une base de données. Principe : La galerie API 20 E comporte 20 micro-tubes contenant des substrats sous forme déshydratée. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés

spontanés ou révélés par l'addition de réactifs, la lecture de ces réactions se fait selon le profil numérique à l'aide du catalogue analytique API 20 E (**Kouti, 2014**).

4.3.2. API 20 NE

API 20 NE est un système standardisé pour l'identification des bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux (ex. *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Vibrio*, *Aeromonas*, etc.).

La galerie API 20 NE comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les tests conventionnels sont inoculés avec une suspension bactérienne saline qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. Les tests d'assimilation sont inoculés avec un milieu minimum et les bactéries cultivent seulement si elles sont capables d'utiliser le substrat correspondant (**Kouti, 2014**).

4.3.3. La galerie API Staph

Comporte 20 micros tubes contenant des substrats déshydratés. Les micro tubes sont inoculés avec une suspension bactérienne réalisée dans API Staph Medium qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de Lecture et l'identification est obtenue à l'aide du Catalogue Analytique ou d'un logiciel d'identification [5].

CHAPITRE 05 :
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

1. Les résultats des analyses physico-chimiques

Les paramètres mesurés *in situ* : la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous, la salinité.

1.1. La température

La température de l'eau régit presque sur la totalité des réactions physiques, chimiques et biologiques. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz et conditionne les équilibres de dissociation (Tfeila *et al.*, 2016).

Les résultats de mesure de la température de l'eau sont résumés ci-dessous (Figure 29) (Annexe 2).

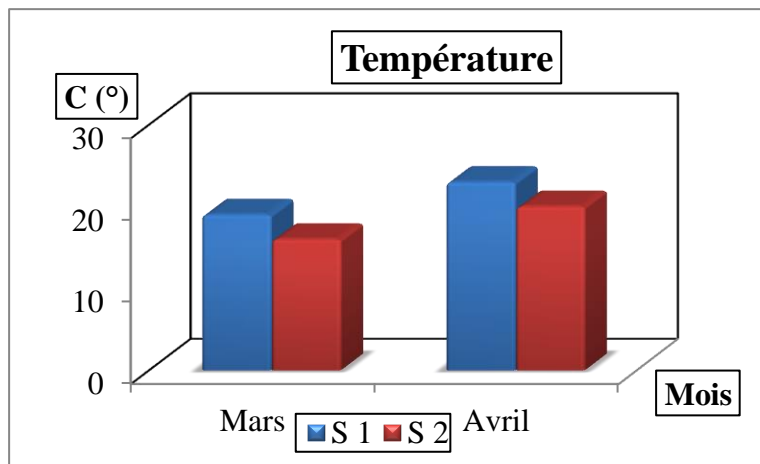


Figure 29 : Variation de la température de l'eau de nos sites d'étude (pp, 2019).

D'après les résultats, la température minimale obtenue est de 16°C enregistrée au niveau du premier site (Lavalin) durant le mois de Mars, La température maximale est de 23°C notée dans le deuxième site (Ben m'Hidi) durant le mois d'Avril.

La température de l'eau varie en fonction de la température extérieure (air), l'insolation et l'heure de prélèvement (Koutti, 2014).

Nous observons que la température ne présente pas des grandes variations entre les deux sites et reste voisine de la température atmosphérique.

Selon la grille d’appréciation de la qualité de l’eau en fonction de la température, l’eau dans les deux sites est bonne qualité (20°C-22°C) (**Annexe 03**).

1.2. Potentiel d’hydrogène

Le pH de l’eau mesure la concentration des protons H⁺ contenus dans l’eau (**Djedaoune, 2015**). Ce paramètre conditionne un grand nombre d’équilibres physico-chimiques et dépend des facteurs multiples, dont la température et l’origine de l’eau (Figure 30) (**Annexe 2**) (**Aissaoui et al., 2017**).

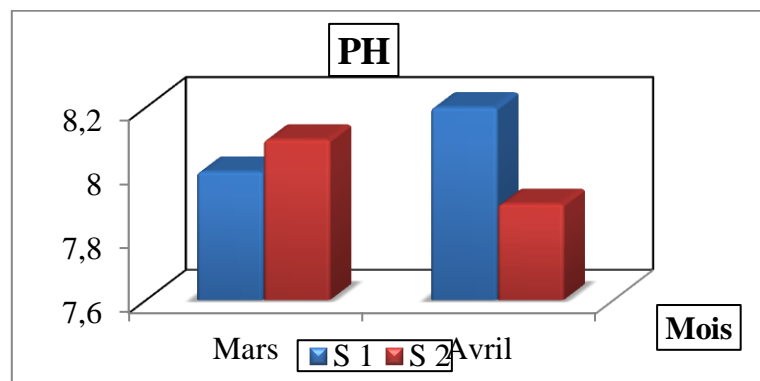


Figure 30 : Variation de pH pendant la période d’étude (mars et avril) (**pp, 2019**).

L’analyse de l’évolution du pH au niveau de l’eau de la plage de Ben m’Hidi (Figure 30) montre que les valeurs moyennes du pH pour les deux sites étudiées sont presque identiques avec des valeurs moyennes entre 7,5 et 8,5.

Pour ce paramètre on n’a pas remarqué une grande variation entre les deux mois de prélèvement. La grille d’appréciation de la qualité de l’eau (Ministère algérien des ressources en eau), nous permet de conclure que la qualité de l’eau de plage est bonne (de 6.5 à 8.5)(**Annexe 04**).

1.3.La conductivité

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

Les valeurs de La conductivité électrique mesurées au cours de la période d’étude sont résumées dans la (Figure31) (**Annexe 2**).

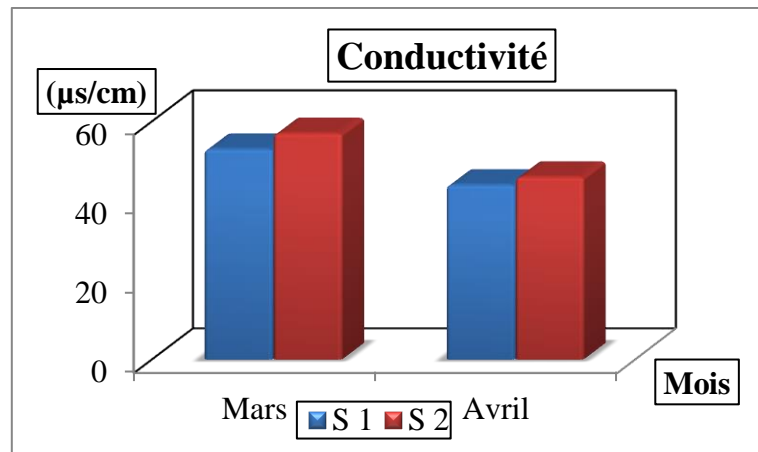


Figure 31 : Variation de la conductivité électrique de l'eau.

Les valeurs de la conductivité électrique montrent une différenciation remarquable entre les deux sites, notamment au niveau de Plage Beni M’Hidi où la valeur de la conductivité électrique atteint la valeur maximale de 57 µs/cm au mois Mars. La valeur minimale (44 µs/cm) est mesurée le mois d’Avril au niveau de Lavalin.

Les résultats obtenus, on établit que notre échantillon (eau à analyser) est de qualité excellente. Qui possède une conductivité qui varie de 50 à 400 uS/cm- (**Annexe 05**).

1.4. L’oxygène dissous

L’oxygène constitue un excellent indicateur de la qualité de l’eau. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l’auto-épuration d’un cours d’eau (Figure 32) (**Annexe 2**) (**Derradji et al., 2005**).

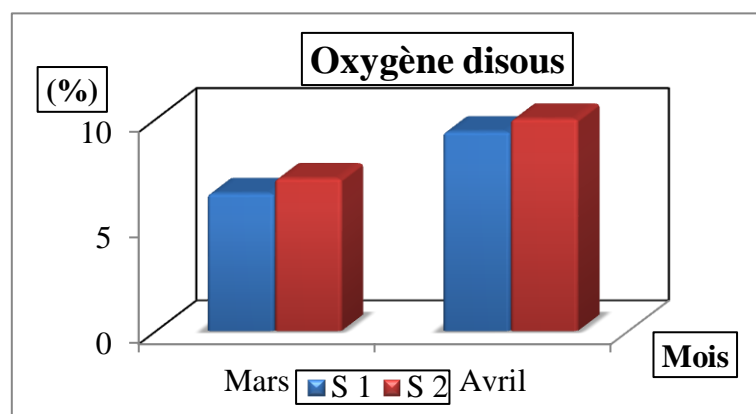


Figure 32 : Variation de l'oxygène dissous de l'eau.

- Au niveau de Lavalin la saturation en oxygène est comprise entre 6,5 % et 9,4 % la valeur maximale est enregistrée pendant le mois d’Avril.
- Au niveau de plage Ben m’Hidila valeur maximale est de 10% est enregistrée pendant le mois de Avril, et la valeur minimale de 7,2 % est notée pendant le mois de Mars.

La concentration de l’oxygène dissous dans l’eau de plage Ben m’Hidi traduit une dégradation de la qualité de ces eaux (**Annexe 06**).

Faibles teneurs en oxygène dissous peut être expliqué par l’abondance de la matière organique proviennent généralement des rejets industrielle et même aussi les activités humaines autour ce site.

Le problème de l’oxygène dissous se pose en revanche dans les eaux polluées, à forte charge en matière organique lorsque sa consommation par les bactéries aérobies prédominantes par apport aux échanges à l’interface eau-atmosphère (**Koutti., 2014**).

1.5. Salinité

La salinité est mesuré par l’unité mg /l qui exprime la masse de sels dissous que contient une eau. Le lessivage intense des sols se traduit par une augmentation de la salinité (**Koutti, 2014**). Les résultats de mesure de la salinité sont illustrés dans (Figure 33) (**Annexe 2**).

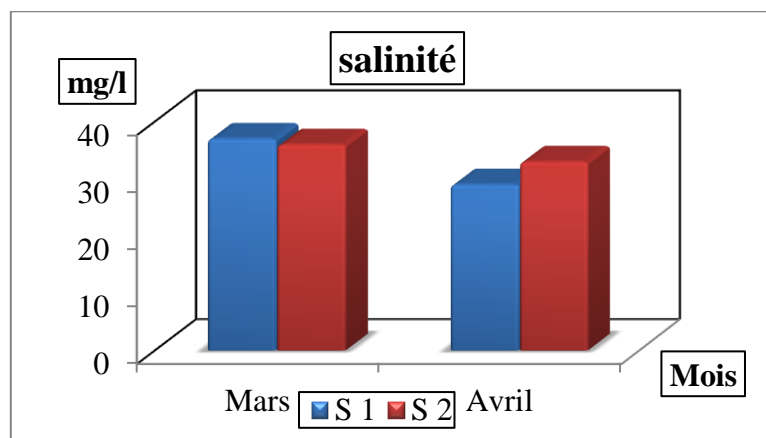


Figure 33 : Variation de la salinité de l'eau plage Ben m’Hidi.

La différence de la salinité enregistrée peut être expliqué par les variations des conditions climatiques (l’augmentation de la température et l’évaporation d’un côté et la diminution de la précipitation d’un autre).

Ces conditions agissent d'une façon remarquable sur le niveau de l'eau de première site (lavalin) qui subit une augmentation remarquable durant le mois de avril sous l'effet de la température et l'évaporation et par conséquent une diminution de la salinité jusqu'à la valeur 29.

Par contre durant le mois de mars au niveau de deuxième site (Ben m'Hidi) nous avons enregistré des valeurs maximale de la salinité de 37 que nous pouvons l'expliquer par diminution de la pluviométrie qui atteint la valeur 48.

Selon (**Hadj *et al.*, 2003**) ; La nappe côtière de Ben m'Hidi présente une salinité variable. Dans le secteur côtier donc à une pollution marine.

2. Les résultats des analyses bactériologiques

Après une série des analyses bactériologiques sur les échantillons d'eau prélevée, au niveau du laboratoire de la microbiologie de l'université 8 Mai 1945 Guelma, nous avons obtenu des résultats qui sont exprimés dans les tableaux et les graphes présentant les différentes variations des paramètres indicatrices de la pollution, soit :

- Les germes totaux ;
- Les coliformes totaux et fécaux ;
- Les streptocoques fécaux ;
- Les anaérobies sulfite-réducteurs ;
- Les germes pathogènes ;

2.1. Le dénombrement des germes totaux (GT)

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

La variation du nombre des bactéries dans les différents sites de prélèvement sont illustrés dans la Figure ci-dessous (Figure 34, 35).

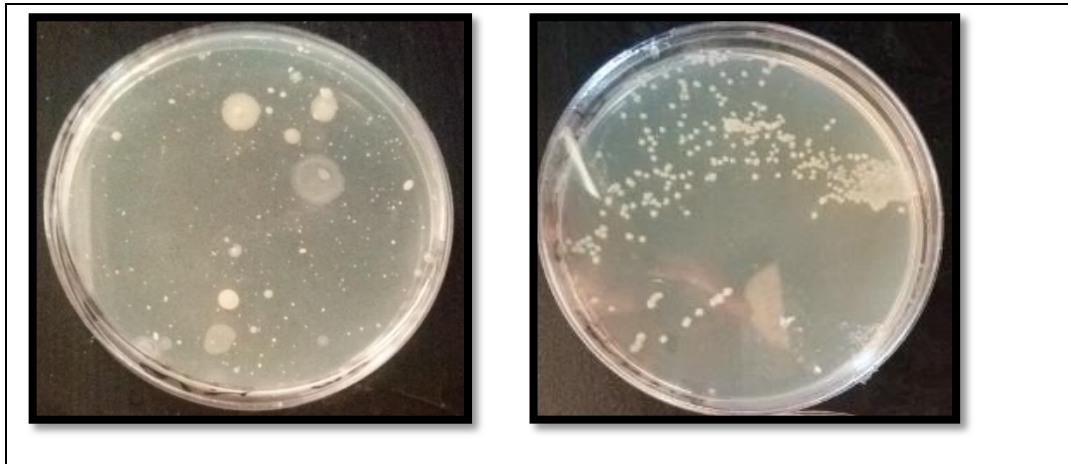


Figure 34 : Photos présentant le résultat de la recherche des germes révivifiabiles à 22°C et à 37°C (pp, 2019).

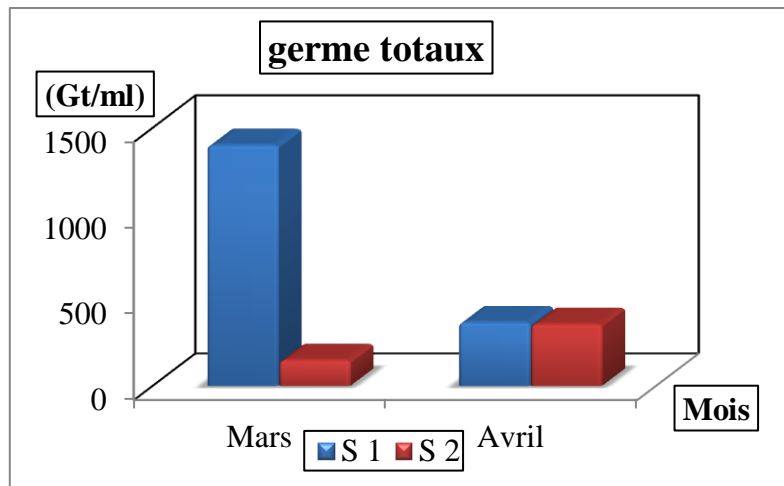


Figure 35 : Estimation des germes totaux à 22°C de l'eau (Mars – Avril 2019)

Nos résultats ont montrés que le nombre des germes totaux incubés à 22°C en mois de mars est plus élevé que Avril, avec un taux maximal de 1400GT/1ml dans le site 1(lavalin), et un minimal de 150 GT/1 ml dans le site 2 (Ben m'Hidi) (Figure 36) (Annexe 07).

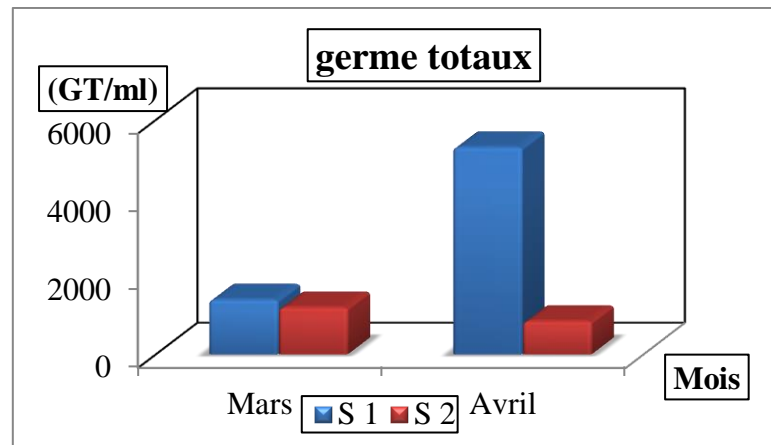


Figure 36 : Estimation des germes totaux à 37°C de l'eau.

Pour les germes incubés à 37°C, le taux maximal observé est 5300 GT/1ml dans le site 1 durant le mois de Avril et un minimum de 850 GT/1 ml dans le site 2 (Ben m’Hidi).

Les variations du nombre de ces germes entre le mois de Mars et Avril est la conséquence de la situation climatique durant cette période et essentiellement l’influence de la température et la pluviométrie (**Annexe 08**).

2.2. Le dénombrement des germes test de contamination fécale

Tous les coliformes peuvent exister en abondance dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud, mais certains sont également les hôtes habituels du sol et des eaux (*Citrobacter*, *Enterobacter*). L'intérêt de ce dénombrement est donc limité comme indice de contamination fécale, par manque de spécificité (**Bonnefoy et al., 2002**).

- **Le dénombrement des coliformes totaux**

La présence de bactéries coliformes dans un milieu signifie forcément une contamination fécale d’origine humaine (**Figure 37**) (**Boucherit et Hakimi, 2016**).

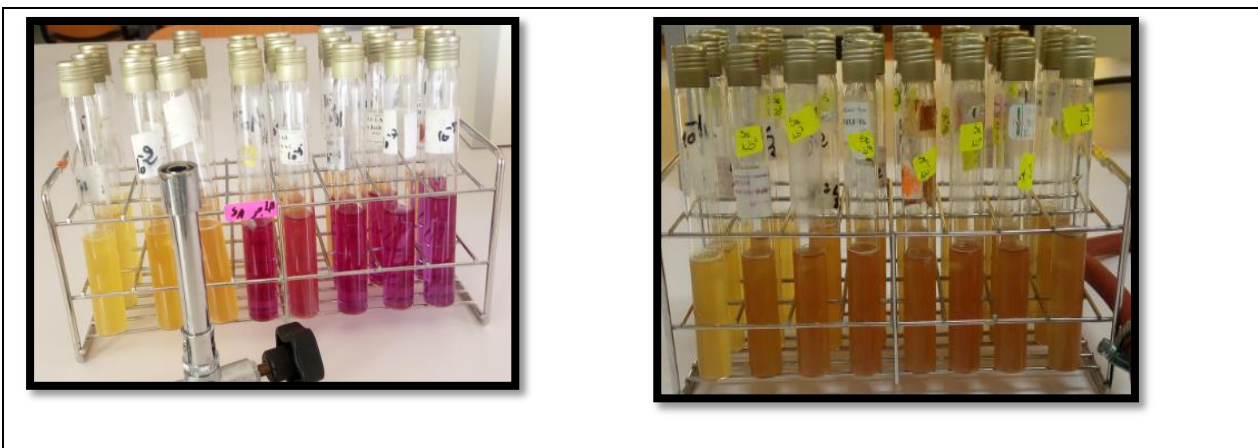


Figure 37 : Photo présent le résultat de la recherche des coliformes totaux (**pp, 2019**).

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

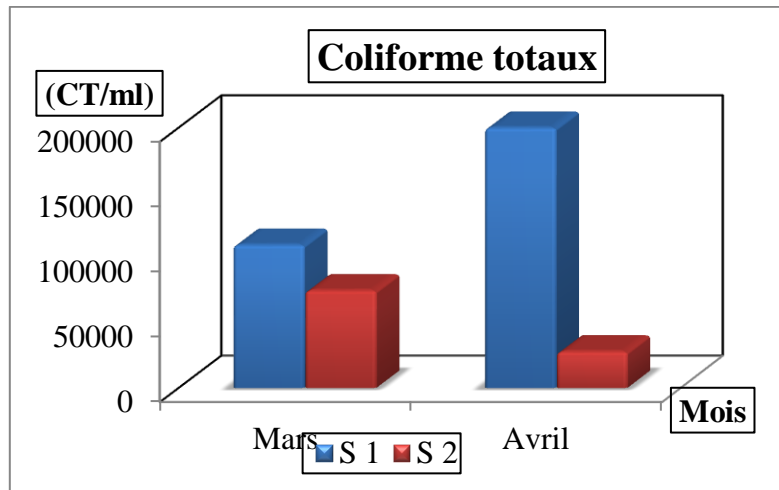


Figure 38 : Variation des coliformes totaux de l'eau (pp, 2019).

Nous observons que la valeur maximale est de 2×10^5 CT/ml dans le site 1 pendant le mois d'Mars, tandis que la valeur minimale est enregistrée dans le deuxième site pendant le mois d'Avril; elle est de $2,8 \times 10^4$ CT/ml. Ces valeurs sont élevées en comparaison avec la norme internationale pour les eaux de surfaces (5000-50000 CT/ml). De ce fait, la qualité de l'eau est mauvaise (Annexe 08).

• **Le dénombrement des coliformes fécaux**

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

Le dénombrement des micro-organismes fécaux, a montré une différence significative entre les deux sites où la concentration élevée est enregistrée toujours dans le site 02 pendant les deux mois, avec un maximum de $1,4 \times 10^3$ CF/ml, et la faible concentration est enregistrée dans le site 01 avec un minimum de $0,3 \times 10^1$ CF/ml (Figure 39, 40).

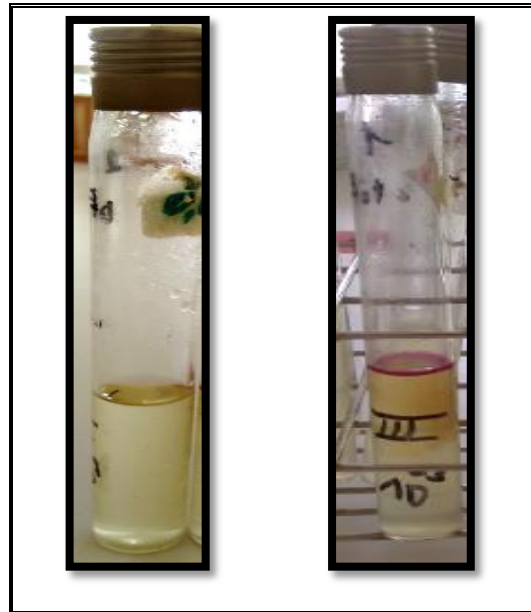


Figure 39: Photo présent le résultat de la recherche des coliformes fécaux (pp, 2019)

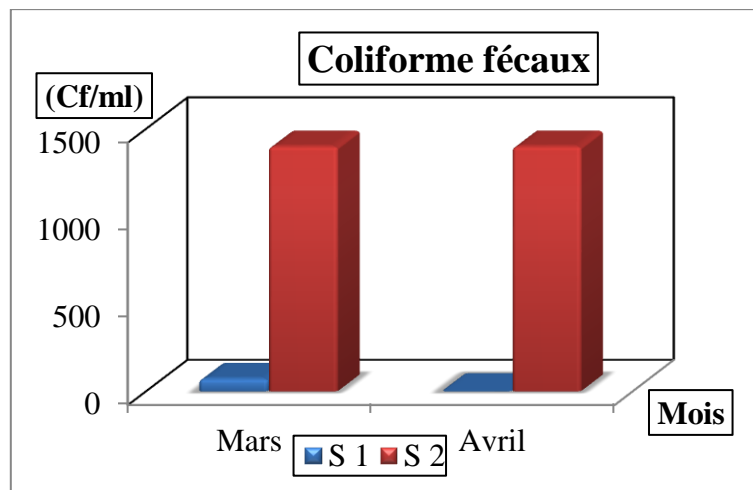


Figure 40 : Variation des coliformes Fécaux de l'eau.

D'après la norme internationale, nous avons noté que la qualité de l'eau de plage Ben m'Hidiest passable (200 - 2000 CF/ml), alors que l'eau de site 1 (lavalin) est de bonne qualité (20 - 200 CF/ml).

Ces résultats sont expliqués par la présence d'une contamination récente provenant principalement des déchets fécaux ; plus probablement ; d'origine humaine (déchets domestique) et animal (matière fécale des animaux à sang chaud).

2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des excellents indicateurs de contaminations récentes par la matière fécale des animaux. Les résultats de dénombrement de ces derniers sont présentés dans la figure ci-dessous (Figure 41).



Figure 41: Résultat de la recherche des Streptocoques fécaux (pp, 2019).

Les résultats montrent que les teneurs en streptocoques fécaux sont les plus faibles de tous les germes indicateurs de contamination fécale recherchés (Figure 42).

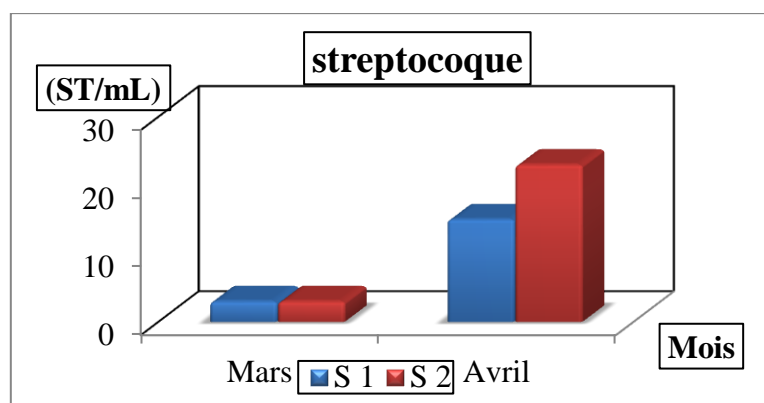


Figure 42 : Variation de la teneur de l'eau en streptocoques fécaux.

Le graphique montre que la valeur la plus élevée enregistrée en avril était la valeur maximale enregistrée sur le deuxième site (23 SF / ml) et la valeur minimale observée pendant le mois de mars sur les deux sites (3 SF / ml).

Ces valeurs sont faibles par rapport aux normes internationales relatives aux eaux de surface (> 20 SF / ml) (Annexe 08). En conséquence, la qualité de l'eau est très bonne.

Le nombre de streptocoques fécaux est directement lié à la quantité de matière fécale se trouvant dans l'eau. Cet enrichissement est principalement dû aux rejets domestiques des agglomérations et à l'élevage intensif de bovin.

2.4. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Le tableau récapitule les résultats de dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) (Tableau 7) (Figure 43).

Tableau 7 : Dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs.

Mois / Station	Mars	Avril
S1	Indénombrable	Indénombrable
S2	43	25

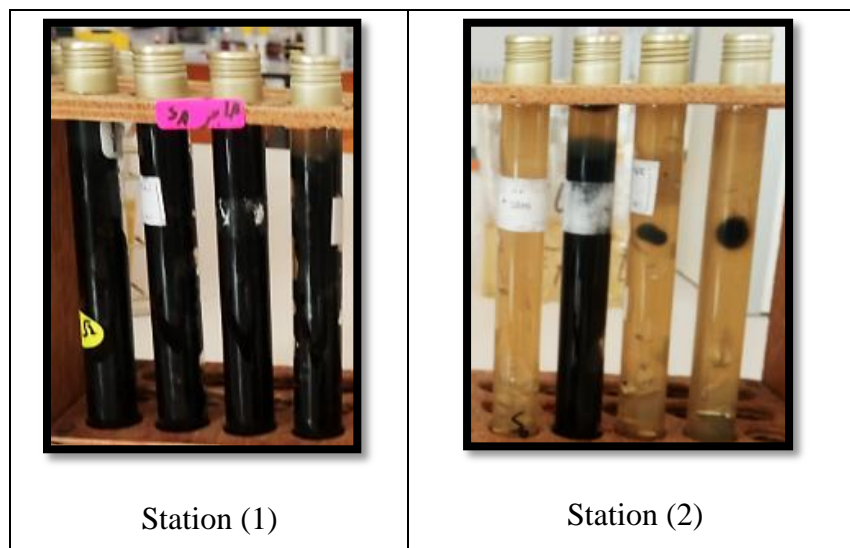








Figure 43: Photos présentant le résultat de la recherche des ASR (pp, 2019).

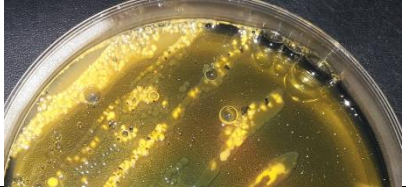
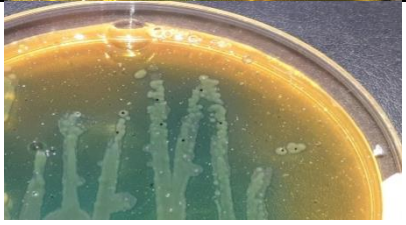

D'après nos résultats (Tableau), le site 2 (lavalin) ne contient pas des anaérobies sulfito-réducteurs, cela veut dire que l'eau de plage Ben m'Hidin'a pas connu une contamination ancienne.

3. Recherche des germes pathogènes

Deux étapes primordiales ont été suivies durant la recherche des germes pathogènes : l'observation macroscopique et microscopique des colonies isolées et une identification biochimique par la galerie biochimique classique, les API systèmes et autres tests. Les résultats sont résumés dans les tableaux et les figures suivantes.

3.1. Aspect macroscopique de quelque germe isolé

Milieu	Aspect des colonies	
Chapman	-colonies petits, jaune, lisse, bords réguliers, bombé, rondes, opaque, virage de couleur du milieu vers le jaune.	
	-colonies petit, blanchâtres, lisse, bombé, bords réguliers, opaque, dégagement d'odeur.	
GNAB	-Colonies de taille moyennes, blanchâtres, rondes, lisses, plates, bord réguliers, crémeuses avec un dégagement d'une mauvaise odeur.	
Cétrimide	-Colonies moyennes, plates, lisses à contours réguliers, opaques, blanchâtres, crémeuses, avec dégagement d'odeur.	
SS	-Colonies incolores petites, rondes, plates, lisses à contours irréguliers, opaques, muqueuses avec dégagement d'odeur.	
	-Colonies petites, bombées avec centre noire, lisses, muqueuses, circulaires	

Hektoen	-Colonies jaune, bombé, crémeuse, grosse taille, opaque, lisse.	
	-Colonies vert, plate, muqueuse, petit taille, lisse, opaque. -Colonies petites à centre noir, rondes, lisses, plates, opaques, muqueuses avec dégagement d'odeur.	
Mac conkey	-Colonies, moyennes, lisses, bombés muqueuses, incolores, circulaires à contours réguliers. Avec un dégagement d'odeur, Virage de couleur vers le marron.	

3.2. Aspect microscopiques de quelque germe isolé

Milieu	Coloration de Gram	Oxydase
Chapman	-Cocci, Gram positif, isolée ou regroupé en diplocoque ou en amas.	Négatif
GNAB	-Bacilles droits ou incurvés, isolés, Gram négatif.	Négatif
Cétrimide	-Bacille, Gram négatif, isolé ou regroupé en amas.	Positif
SS	-Bacille isolées, à Gram négatif	Négatif
Hektoen	-Bacille, Gram positif, isolé ou en amas	Négatif
Mac conkey	-Bacilles, isolés ou regroupées en amas, Gram Négatif.	Négatif

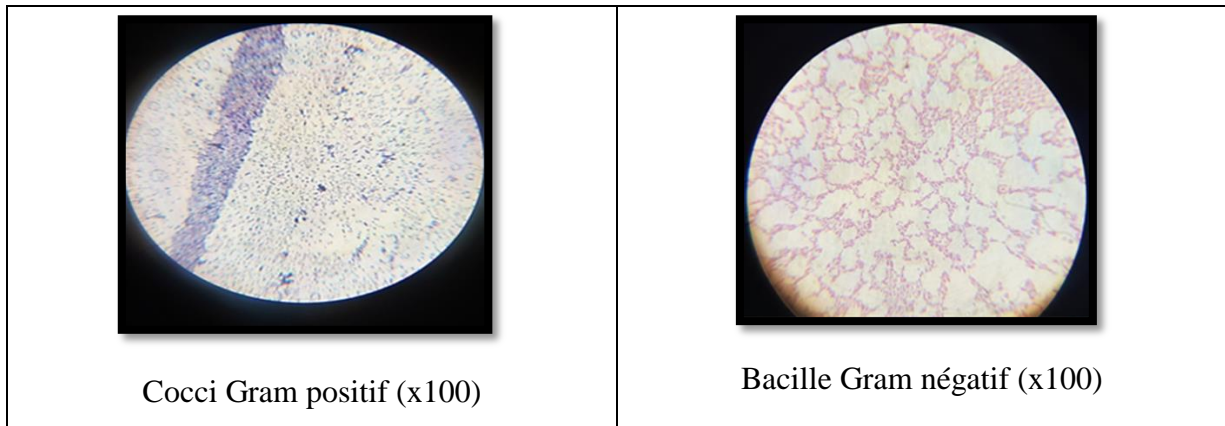


Figure 44 : observation microscopique après coloration de Gram des germes (x100) (pp, 2019).

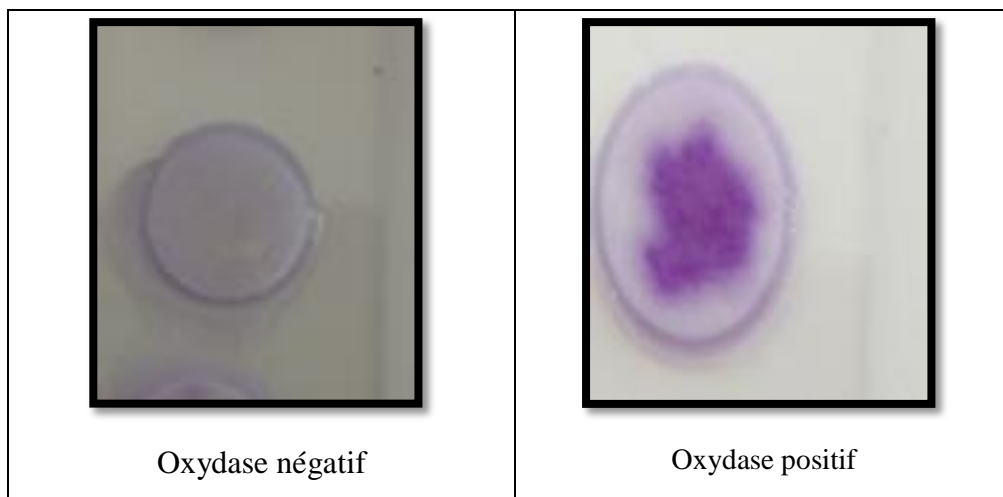


Figure 45: résultats de test oxydase (pp, 2019).

4. Identification biochimique par galerie classique

Les espèces bactériennes identifiées par la galerie biochimique classique sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Les espèces identifiées par la galerie biochimique classique.

Milieu	Les espèces bactériennes	
SS	<i>Shigela sonnei</i>	<i>Salmonella choleraesuis</i>
Hektoen	<i>Citobacterfreundii</i>	<i>E. coli</i>
Mac conkey	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>E. coli</i>

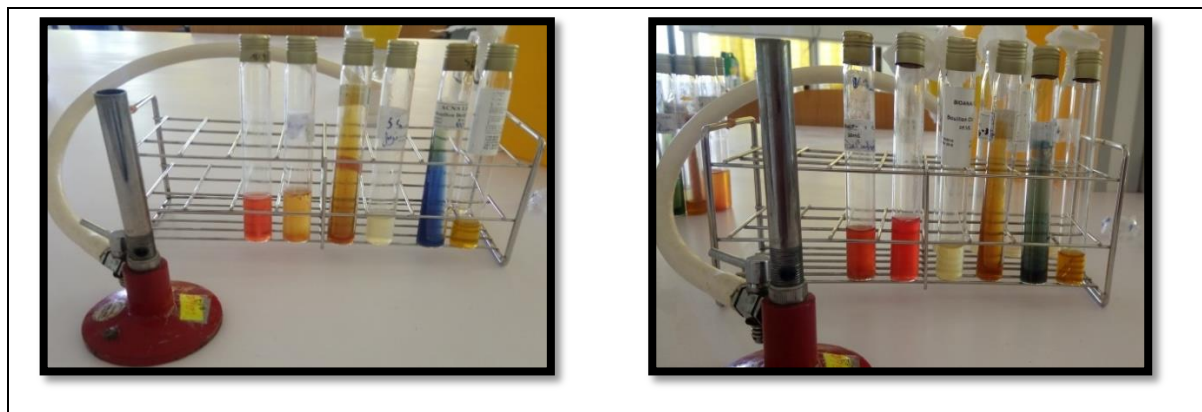


Figure 46 : Résultats de quelques galeries biochimiques classiques (pp, 2019).

5. Identification par API systèmes

L'étude biochimique réalisée par trois types de systèmes (API 20 E, API 20 NE et API Staph) nous a permis d'identifier plusieurs espèces bactériennes qui sont représentés dans le tableau suivant :

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

API système	Milieu de culture	Espèce bactérienne identifiée
API 20 E	Hektoen	<i>Serratia liquefaciens</i> <i>Salmonella spp</i> <i>Klebsiella pneumoniae ssp pneumoniae</i>
	SS	<i>Salmonella spp</i> <i>Citrobacter braaki</i> <i>Enterobacter sakazakii</i>
	Mac conkey	<i>Proteus mirabilis</i> <i>Klebsiella spp</i> <i>Enterobacter sakazakii</i>
API 20 NE	GNAB	<i>Vibriopara haemolyticus</i>
	Cétrimide	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
API 20 Staph	Chapman	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i>



Figure 47 : Profil biochimique de la souche *Staphylococcus aureus* (pp, 2019).



Figure 48 : Profil biochimique de la souche *Klebsiella pneumoniae spp ozaenae* (pp, 2019)



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



Figure 50 : Profil biochimique de la souche *Enterobacter sakazakii* (pp, 2019).



Figure 51 : Profil biochimique de la souche *Pseudomonas fluorescense* (pp, 2019).



Figure 52 : Profil biochimique de la souche *Vibrio parahaemolyticus* (pp, 2019).

Tableau 10 : Répartition des espèces bactériennes entre les deux sites.

Espèces	S ₁	S ₂
<i>Shigela sonnei</i>	X	
<i>Salmonella choleraesuis</i>	X	
<i>Citobacter freundii</i>		X
<i>Escherichia coli</i>	X	X
<i>Proteus mirabilis</i>	X	X
<i>Serratia liquefaciens</i>	X	X
<i>Selmonella spp</i>	X	X
<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>spp ozaenae</i>		X
<i>Citobacter braaki</i>	X	X
<i>Enterbacter sakazakii</i>	X	X
<i>Khyvara spp</i>		X
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	X	
<i>Pseudomonas</i> <i>fluorescence</i>	X	
<i>Staphylococcus</i> <i>epidermidis</i>		X
<i>Staphylococcus aureus</i>	X	

CONCLUSION

Comme nous l'avons déjà mentionné au cours de cette étude, que l'eau est une ressource naturelle nécessaire à la vie, il est donc essentiel de la préserver car sa consommation ne cesse d'augmenter sous l'effet du développement industriel. Par conséquent l'eau est menacée par une importante pollution humaine et industrielle, l'origine, la composition, et la quantité de celle-ci est fonction des modes de vie.

Dans cette étude nous avons abordé la problématique liée à la pollution des eaux de la plage Ben m'Hidi au niveau de la wilaya de Skikda à cause des déchets liquides et thermique du complexe de GNL/K de la zone industrielle.

Pour cela le suivi des paramètres physico-chimique et de la qualité bactériologique ont été entrepris deux fois pendant le mois de Mars et Avril 2019.

En effet, pour les propriétés physico-chimiques, la plupart des eaux analysées ont des teneurs conformes avec les normes de classification des eaux algérienne sauf la salinité et l'oxygène ainsi pour les propriétés bactériologiques ou il est montré qu'il y'a une contamination récente fécal.

Au total, les résultats des analyses étaient conformes aux normes algériennes pour les eaux brutes. Notre étude a révélé donc que l'eau de notre zone d'étude était de qualité physico-chimique bonne. Il ne faut pas perdre de vue que le paramètre le plus défavorable décline la qualité et l'aptitude des eaux.

Pour cela nous poserons des questions de l'avenir de ces eaux résiduaires industriels, afin de mettre en œuvre une politique de sécurité et de protection de l'environnement :

- Quelle sera la qualité des eaux rejetées par ces installations vis-à-vis de la contamination des milieux récepteurs naturels, et donc dans la faune et la flore aquatiques et marines ?
- Quel est le devenir de ces polluants dans la colonne d'eau, le sédiment, la faune, la flore et dans la chaîne alimentaire ?
- Quel est l'impact sur la santé publique ?

A cet effet, chacun d'entre nous porte une responsabilité morale, nombreux sont les acteurs potentiels qui peuvent participer à amoindrir et maîtriser les problèmes liés aux eaux résiduaires industrielles dans la région, il est impératif de promouvoir une gestion intégrée et durable et de renforcer les mécanismes de participation de la société civile.

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. 141 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. 105 p.
- 📖 **Affoun S. 2006.** *Ressources En Eaux, Mobilisation Et Utilisation Dans Le Bassin Versant De La Mafragh*. Mémoire de magister en Géographie et Aménagement du territoire. Université de Constantine. 68, 74p.
- 📖 **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.
- 📖 **ANPE, 1994.** *Agence Nationale pour la protection de l'environnement*. Monographie de la wilaya de SKIKDA. MATE.220 p.
- 📖 **Attalah Kh., et Ghennai A. 2018.** *Contribution à l'étude bactériologique de l'oued El Kebir Skikda*. Mémoire de master. 9, 25, 33, 51p.
- 📖 **Ayad, 2017.** *Evaluation de la qualite physico-chimique et bacteriologique des eaux souterraines : cas des puits de la region d'el-harrouch (wilaya de skikda)*. Thèse doctorat. 53p.
- 📖 **Bachiri M. et Dakhane M. 2018.** *Evaluation et determination des variables d'entree pour un modele multiclasse intelligent dans les procédés de traitement des eaux propre*. 18 p.
- 📖 **Bares M. et Ahmed-Behalil S. 2012.** *Contribution à l'étude de la qualité Bactériologique de l'eau des plages de la région de skikda*. Mémoire de maister. 23p.
- 📖 **Belhadj M. 2017.** *Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda*. 8, 105 p.
- 📖 **Belhadj Y. et Zouag B. 2017.** *Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen » 2017*. 23,87, 88, 90, 92, 155p.
- 📖 **Belle Mbou V. ; H. Vu Thien, G. Thuilleux, H. Ducou Le Pointe, A. Grand d'Esnon, A Coulomb.** *Infection à Salmonella enterica sérotype typhimurium révélée par une masse rétrocaecale chez une enfant âgée de 8 ans*. UFR de médecine Pierre-et-Marie-Curie. 28p.
- 📖 **Ben Mira M. et Benchaib M. 2016.** *Modélisation d'un processus d'épuration par la logique floue*. Mémoire du Master. 5 p.

- 📖 **Benabassa M. et Merzoug Kh. 2018.** *Étude de l'impact de la station d'épuration sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'Oued Seybouse (Guelma).* Mémoire de master.44-46p.
- 📖 **Bennamoun S. et Boumezbar 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. 19 p.
- 📖 **Bireech S. et Messaoudi I. 2007.** *La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain Beida de la région de Ouargla », 2007.* Mémoire d'ingénieur Université Kasdi Merbah Ouargla.
- 📖 **Boeglin.JC.1988.***Analyse des eaux résiduaires, mesure de pollution, Edition technique de l'ingénieur, traitement de l'environnement.* Article.
- 📖 **Bonnefoy C. Guillet F. et Leyral G. 2002.** Microbiologie et qualité dans l'industrie agroalimentaire. Edition Doin. Paris.248P.
- 📖 **Boucenna F.2009.** *Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Université de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie).* Mémoire de Magister, 2009. 133 p.
- 📖 **Boucherit A. et Hakimi H. 2016.** *Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debagh –Guelma.* Mémoire de master.
- 📖 **Bouglouf M. Dalia M. 2009.** *Evaluation préliminaire de l'impact de l'aménagement du port de pêche de Storat sur le milieu marin .Mémoire d'ingénieur d'état en océanologie Université 20 Aout 1955. Skikda.3, 4, 29p.*
- 📖 **Bouhayane S 2015.** *Evaluation bactériologique des zones de baignade de la baie de Skikda (N.E. Algérien).* Thèse doctorat. 12, 13p.
- 📖 **Bourdon J.L et Marchal N. (1981).** Technique bactériologique. DOIN.335p
- 📖 **Bourée P.2010.** *Les fièvres typhoïdes sont à évoquer au retour de voyage. Lundi 8 mars 2010.* Thèse final. 432p.
- 📖 **Bouzidi S. et Chelih Z. 2017.** *Caractérisation physico-chimique et bactériologique avant et après traitement de l'eau du barrage de Hammam Debagh-Geulma.* 38p.
- 📖 **Cadaster. 2004.** Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement pp2-64.
- 📖 **Carbonnelle D. Kouyoumdjian S. 1988,** *Bactériologie médicale techniques usuelles. Méd. Mal.2eme idition.*
- 📖 **Cheriet M. et Rouaigia M. 2010** *Qualité mcrobiologique des eaux de Oued Messida (wilaya d'El-taraf).* Mémoire master – université Guelma.45, 57,35p.

- 📖 **Chlaida M. Fouad S. Belhouari A. Hajjami K. Et Cohen N. 2013.** Qualité bactériologique et physique des eaux de l'Oued Hassar (Casablanca, Maroc): Caractérisation et analyse en Composantes principales. Les technologies de laboratoire. 7 (30): 9 p.
- 📖 **Dégrément G. 2005.** « *Mémento technique de l'eau* », 2005, Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.
- 📖 **Delarras C. 2003.** *Microbiologie de l'environnement avec législation. Travaux pratiques commentés.* gaetan morin éditeur. 223p.
- 📖 **Delarras C. 2007.** *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire*, édition Tec et Doc. 102, 103p.
- 📖 **Delarras C. 2014.** *Pratique en microbiologie de laboratoire Recherche de bactéries et de levures-moisissures.* Tec & Doc/Lavoisier. 800 p.
- 📖 **Delarras C. et Trébaol B. 2003.** *Surveillance sanitaire et microbiologiques des eaux.* Tec & Doc EM INTER. France. 304 p.
- 📖 **Derradji F., Kherici N., Saadan D., Michèle R. et Raoul C. 2005.** *Etude de l'influence de la pollution de l'oued Seybouse sur l'aquifère d'Annaba (Algérie Nord-orientale) par le chrome et le cuivre.* La Houille Blanche. 78, 80p.
- 📖 **Ezziane S. 2007.** *Traitement des eaux de rejets de l'unité Ceramit TENES.* 9p.
- 📖 **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. 16p.
- 📖 **Galaf F. et Ghannam S. 2003.** *Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université HASSAN II. RABAT. ROYAUME du MAROC.*
- 📖 **Geddah D. 2003.** *Evaluation de la pollution industrielle et urbaine dans la région de Skikda : Impact sur l'écosystème marin côtier. Mémoire de Magister. Université d'Annaba.* 72 74 p.
- 📖 **Goita A. 2014.** *Les bactéries pathogènes d'origine hydrique de l'épidémiologie à la prévention.* 2p.
- 📖 **Guiraud JP. 2003.** *Méthode d'analyse an microbiologie alimentaire.* 651p.
- 📖 **Hadef R. 2008.** *Quel projet urbain pour un retour de la ville de la mer ? Cas d'étude : Skikda.* Mémoire de magister. 53p.
- 📖 **Hadj-Said S., Djabri L., Hani A. Et Mania J. 2003.** *Origine de la salinité des eaux de la nappe de Guerbes (Nord-Est). Algerien tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros: países mediterráneos .Madrid 2003. ISBN. 84-7840-470-8.*

- 📖 **Harvey R.A, Champe P.C, Fisher B.D; (2007).** *Microbiology. 2ème edition. Lippincott Williams et Wilkins.*432p.
- 📖 **Joffin J J-N et Leyrol G. (2001).** *Microbiologie Technique 1 : dictionnaire des techniques. 3 ème éditions. CRDP d'Aquitaine.* 320p.
- 📖 **Khaldi M.2011.***Diagnostic et surveillance du procédé industrielle lié au GNL. Mémoire de magister.*5p.
- 📖 **Kilani M. 2016.** *Contribution à l'évaluation de la pollution métallique sur le littoral de Tlemcen. Cas de l'anchois (Engraulis encrasicolus, L. 1758).* 3p.
- 📖 **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.58, 89, 102p.
- 📖 **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 doctorat. 52p.
- 📖 **Labres E. 2002.** *Cours D'hygiène Et De Microbiologie Des Eaux et des aliments (Manuel De Travaux Pratiques Des Eaux).* Institut Pasteur d'Algérie. 34 p.
- 📖 **Labres E., Aziz D. et Boudjeleb B. (2006).** *Cours d'hydrogène et de Microbiologie des eaux. Microbiologie des eaux et des boissons.* Institut pasteur d'Algérie.
- 📖 **Labres E., Mouffok F. 2008.** *Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratique des eaux.* Institut Pasteur d'Algérie.
- 📖 **L'eau à Bruxelles, 2005.** Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles" Novembre 2005
2. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général Fiche 2 Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement 1 / 16.
- 📖 **Light foot N. F., 2002.** *Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité.* 387 p.
- 📖 **Maiga A. 2005.** *Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Bamako (Mali), 2005.* Thèse doctorat. 77p.
- 📖 **Meinch F., Stoof H. et Hutter H. 1977.** *Les eaux résiduaires industrielles 2ème Edition Masson 1977.*
- 📖 **Mekhalif F.2009.** *Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement.* Mémoire de magister.3p.

- 📖 **Merzoug S.2009.** *Étude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Tahar (Ben azzouz, wilaya de Skikda).* Mémoire de magister.
- 📖 **Metallaoui S. 2010.** *Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie).* Thèse de doctorat en biologie animal et environnement. université Badji Mokhtar Annaba. 120p.
- 📖 **Mizi A. 2006.** *Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles.* Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. Annaba. 27p.
- 📖 **Mohamed ben Ali R. 2014.** *Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda.* Mémoire de magister.2, 11p.
- 📖 **Mouaz N. et Benthich Kh. 2017.** *Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff.* Mémoire de master.3p.
- 📖 **Nauciel C. et Jean-Louis V. 2005.** *Bactériologie médicale. Masson. 2ème édition. 257 p.*
- 📖 **OMS/PNUE (1995).**
- 📖 **Oughidni S. Et Sebti B. 2015.** *Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau des zones humides urbaines de la wilaya d'Annaba : Cas du marais de Boussedra.* Mémoire de master. 43p.
- 📖 **Rejsek F. 2002.** *Analyse des eaux :aspect réglementaires et techniques. CRDP. 360 p.*
- 📖 **Remini .2005.** *Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux potables cas de la station de traitement de Hammam Debagh de Guelma.* Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 Guelma. 91p.
- 📖 **Rodier J. 1999.** *L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Paris, 7ème édition, Dunod.*
- 📖 **Rodier J. 2005.** *L'analyse de l'eau, eaux naturelles eaux résiduaires eau de mer.1386, 1384, 384 p.*
- 📖 **Rodier J. 2009.** *L'analyse de l'eau, 9ème Ed.Dunod.France.1511, 975, 1377 p.*
- 📖 **Roubaty J.L. Et Boeglin J.C. 2007.** *Caractérisation, classification et mesure. Pollution industrielle de l'eau. Techniques de l'Ingénieur. G1 210, 10 Janv. 2007. Article.*
- 📖 **Schoeller H.J. 1971.** *La pollution des eaux souterraines. In proceeding of the Moscow Symposium. Pollution des eaux souterraines, August 1971. IAHS-AISH Pub. No. 103, 1975.Article.*
- 📖 **Sedra A.2017.** *Contribution à l'etude des compresseurs du process mr (mixed refrigerant) du complexe g11-k skikda.* Mémoire de master.2, 14 p.

- 📖 **Tbessi A., et Bahloul M. 2014.** *Caractérisation des eaux usées épurés de la vile de Guelma et leur aptitude à l'irrigation.* Mémoire de master. 37p.
- 📖 **Tefiani N. 2017.** *Centre antipollution marine à Skikda.* Mémoire de master. 1p.
- 📖 **Tfeila M., Ouled Kankou M.O.S.A., Souabi1 S., Aboulhassan M.A., Taleb A. et Bouezmarn M. 2016.** *Suivi de la qualité physicochim ique de l'eau du fleuve Sénégal : Cas du captage du Beni Nadji alimentant en eau potable les wilayas de Nouakchott.* *Journal of Materials and Environmental Science.* 7 (1).148 160. Article.
- 📖 **Xavier N., Hervé G. et Patrick L. G. 2007.** *Shigellose ou dysenterie bacillaire.* 2007; 36: 1606–18. Article.

Les sites web

- 🌐 [1]- <https://plagesalgerie.jimdo.com/les-plages/wilaya-de-skikda>.
- 🌐 [2]- <http://www.univ-skikda.dz/index.php/fr/accueil/la-ville-de>.
- 🌐 [3]- <https://plagesalgerie.jimdo.com/les-plages/wilaya-de-skikda/plages-de-la-commune-de-filfila>.
- 🌐 [4]- Examen cyto bactériologique des urines. Etude du protocole par walidbgt Walidbgt Ecole paramédicale de Skikda - 2010.
- 🌐 [5]- BioMérieux SA Français - 1 20 50007468K - fr - 2009/11@StaphSystème d'identification des staphylocoques, microcoques et apparentés.

ANNEXES

**Annexe 01 : Données climatique de la station météorologique de la Wilaya de Skikda
(2009-2018).**

Température

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
mars	13,5	13,5	13,5	14,3	15,8	13,6	14,4	13,8	15,4	15,2
avril	15,5	16,7	17,2	16,6	16,4	16,9	16,7	17,3	16,6	17,3

Précipitation

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mars	90	85	75,8	72,2	69,8	175,1	89,6	86,3	0,6	81
Avril	107	28,5	48,4	117,4	45	14,6	3,2	28,6	30,2	37,1

Humidité

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mars	73	66	68	72	61	72	70	66	69	65
Avril	71	74	72	68	69	67	71	72	71	74

Vent

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mars	3,7	3,6	3,4	3	3,6	3,5	3,6	3,7	3,4	3,3
Avril	3,8	3,2	3,3	3,4	3,3	3	3,1	3,3	3,4	3,3

Annexe 02 : Données climatique de la plage Ben m'Hidi.

La température

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	19	23
S2	18	20

Le pH

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	8	8,2
S2	8,1	7,9

La conductivité

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	53	44
S2	57	48

L'oxygène dissous

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	6,5	9,4
S2	7,2	10

La salinité

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	37	29
S2	36	33

Annexe 03 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température
(Merzoug, 2009).

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 04 : classification de l'eau selon le pH (Merzoug, 2009).

pH < 5	- acidité forte - présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces
5.5 < pH < 8	eaux souterraines
pH > 8	alcalinité, évaporation intense

Annexe 05 : classification des eaux selon l'aptitude à l'irrigation (kouti, 2014).

Classe	conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C	Remarques
C1	$0 < C < 250$	- faible minéralisation de l'eau - utilisation sur la plupart des cultures et des sols.
C2	$250 < C < 750$	- minéralisation moyenne - utilisation sur sol modérément lessivé et plantes moyennement tolérantes au sel
C3	$750 < C < 2250$	- eau salée - utilisation sur sol bien drainé et plantes tolérantes au sel - contrôle de l'évolution de la salinité obligatoire
C4	$2250 < C < 5000$	- minéralisation forte - utilisation non souhaitable en agriculture

Annexe 06 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau selon la saturation en oxygène (MINISTERE DES RESSOURCE EN EAU, 2003).

Classe de qualité	Excellente	Bonne	Passable	Médiocre	Pollution excessive
Oxygène dissous (%)	90	70	50	30	>30

Annexe 07 : La table de Mac Grady.

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					
autres valeurs			non cité dans la table ISO 7218 : 1996 (F)					

Annexe 08 : Grille de classification des eaux de surface (Bengherbia *et al.*, 2014).

Paramètre	Très bonne	Bonne	passable	Mauvaise	Très mauvaise
Coliformes totaux	< 50	50 - 500	500 - 5000	5000-50000	>50000
Coliformes fécaux	< 20	20 - 200	200 - 2000	2000-20000	>20000
Streptocoques fécaux	< 20	20 - 200	200 - 1000	1000-10000	>10000

Annexe 09 : Dénombrement des germes totaux à 22 °C (UFC/ml).

Mois	Mars	Avril
Station		
S1	$1,4 \times 10^3$	$3,7 \times 10^2$
S2	$1,5 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$

Annexe 10 : Dénombrement des germes totaux à 37 °C (UFC/ml).

Mois	Mars	Avril
Station		
S1	$1,4 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$
S2	$1,2 \times 10^3$	$8,5 \times 10^2$

Annexe 11 : Dénombrement des coliformes totaux (CT/ml).

Mois	Mars	Avril
Station		
S1	110×10^3	2×10^5
S2	$7,5 \times 10^4$	$2,8 \times 10^4$

Annexe 12 : Dénombrement des coliformes fécaux (CF/ml).

Station \ Mois	Mars	Avril
S1	7,2 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹
S2	1,4 x 10 ³	1,4 x 10 ³

RÉSUMÉ

Summary

Water is a natural element essential to life. It is a wealth necessary for all human activity, which is why its protection remains a priority for the man's activity.

The industrial development in the wilaya of Skikda has made the environmental situation a concern for all stakeholders, especially in recent years, it has experienced a real industrial development marked by the establishment of large plants that dump their liquid waste. Industrial discharges have become a water pollution factor which in the coming years may seriously threaten the stability of the environment.

In this work, we are particularly interested in the analysis of waste water generated by the LNG / K liquefied natural gas complex within the Skikda industrial zone on Ben m'Hidi beach.

In order to evaluate the physico-chemical and bacteriological quality of Ben m'Hidi beach water (Jeanne D'arc), we conducted two analyzes during the months of March and April 2019

Two samples were taken from two stations at Ben m'Hidi beach (far from LNG / K 7 Km) and lavalin beach (165m).

The results of the physicochemical analyzes obtained have led to the conclusion that the temperature is seasonal and a neutral pH with a low mineralization of the water which is due to the low values of conductivity (44-57 $\mu\text{S} / \text{cm}$) and a degradation of the water quality due to low oxygen levels (6.5-10%) and marine pollution as an index of salinity value variables. From the bacteriological point of view, the analyzes show that there is a recent contamination contrary to the old one with the presence of some pathogenic species.

Keywords: industrial pollution, complex LNG Skikda, Thermal liquid waste, Industrial Zone.

ملخص :

جعلت التنمية الصناعية في ولاية سكيكدة الوضع البيئي مصدر قلق لجميع أصحاب المصلحة، وخاصة في السنوات الأخيرة، فقد شهدت تطوراً صناعياً حقيقياً تميزت بإنشاء مصانع كبيرة تفرغ نفاياتها السائلة. أصبحت التصريفات الصناعية من عوامل تلوث المياه والتي قد تهدد بشكل خطير في السنوات القادمة استقرار البيئة.

في هذا العمل، نحن مهتمون بشكل خاص بتحليل مياه الصرف الناتجة عن مجمع الغاز الطبيعي المسال في منطقة سكيكدة الصناعية ومعرفة تأثير مخلفات المركب على نوعية مياه شاطئ بن مهيدي، أجرينا تحليلين خلال شهري مارس وأبريل 2019. تم أخذ عينتين من محطتين مختلفتين: الشاطئ بن مهيدي الذي يبعد 7 كم عن المركب وشاطئ لافالين 165 م

وقد أدت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي تم الحصول عليها إلى استنتاج مفاده أن درجة الحرارة موسمية ودرجة الحموضة محايدة مع تمعدن منخفض من المياه بسبب انخفاض قيم الناقلية الكهربائية وتدهور نوعية المياه بسبب انخفاض مستويات الأكسجين كذلك حالة تلوث بحري كمؤشر لمتغيرات قيمة الملوحة. من وجهة نظر بكتريولوجية، تظهر التحليلات أن هناك تلوثاً حديثاً يتعارض مع التلوث القديم بوجود بعض أنواع البكتيريا الممرضة

الكلمات المفتاحية منطقة صناعية بسكيكدة, تلوث صناعي, مركب تمييع الغاز, النفايات السائلة الحرارية .

Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine c'est pourquoi sa protection demeure une priorité vis-à-vis de l'activité de l'homme.

Le développement industriel dans la wilaya de Skikda a rendu la situation de l'environnement préoccupante par tous les intervenants, surtout ces dernières années, elle a connu un véritable développement industriel marqué par l'implantation des grandes usines qui déversent leurs rejets liquides. Les rejets industriels sont devenus un facteur de pollution des eaux qui risquent dans les années à venir de menacer sérieusement la stabilité de l'environnement.

Dans ce travail nous nous sommes intéressées particulièrement à l'analyse des eaux de rejets générées par le complexe de gaz naturel liquéfié GNL/K au sein de la zone industrielle de Skikda sur la plage de Ben m'Hidi. Afin d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la plage Ben m'Hidi (Jeanne D'arc), nous avons effectué deux analyses pendant les mois de Mars et Avril 2019. Deux échantillons ont été prélevés dans deux stations au niveau de la plage Ben m'Hidi (loin du GNL/K 7 Km) et la plage de lavalin (165m).

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus ont permis de conclure que la température est saisonnière et un pH neutre avec une faible minéralisation de l'eau qui est due aux faibles valeurs de conductivité (44-57 $\mu\text{S} / \text{cm}$) et une dégradation de la qualité d'eau à cause de faibles teneurs en oxygène (6,5-10 %) et une pollution marine comme un indice de variables valeurs de salinité. Sur le plan bactériologique, les analyses montrent qu'il y a une contamination récente contrairement à celle l'ancienne avec la présence de quelque espèce pathogène.

Les mots clés : pollution industrielle, complexe GNL à Skikda, Déchets liquides thermique, zone industrielle,

