

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 8 ماي 1945 قالمة  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et 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

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

Département: ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème :

### CONTRIBUTION À L'ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE ET L'ORIGINE DE LA POLLUTION FECALE AU NIVEAU DE L'AMONT D'OUED SEYBOUSE(GUELMA)

Présenté par : Mlle : CHEKIROU Hanane

Mlle : OURDJINI Amina

Mlle : OURDJINI Safia

Devant le jury composé de :

Président:	Mr. HOUHAMDI Moussa	Pr	Université de Guelma
Examinatrice :	Mme. KHALLEF Messaouda	MC.B	Université de Guelma
Encadreur :	Mr. ROUABHIA Kamel	MA.A	Université de Guelma
Co-encadreur :	Mme. BOUDRAA Wahiba	Dr	Université de Guelma
Membre :	ADRAR Nassim	MA.A	Université de Guelma
Membre :	KHENAKA Karima	MA.A	Université de Guelma
Membre :	GARARA Noudjoud	MCA	Université de Guelma

Juin 2017

## *Remerciements*

*Nous remercions Allah, Dieu le Miséricordieux qui nous a éclairé la voie de la science et de la connaissance et par sa grâce on a réussi à achever ce travail.*

*Nous exprimons nos profonds remerciements à Monsieur **HOUHAMDI Moussa**, Professeur de l'enseignement supérieur au Département des Sciences de la nature et de la vie, d'avoir bien accepté présider ce jury.*

*Nous tenons à remercier Madame **KHALLEF Messaouda** Maître de conférences « B » pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.*

*Nos remerciements vont à Monsieur **ROUABHIA Kamel** assistant au département de biologie Pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail, pour ses précieux conseils, son enseignement et sa gentillesse qu'on a pu apprécier pendant notre parcours. Veuillez trouver ici le témoignage de nos plus profonds respects et de nos plus vives reconnaissances.*

*Sans oublier le co-encadreur madame **BOUDRAA Wahiba** pour leur énorme aide pour la réalisation des manipulations dans laboratoire.*

*Enfin, nous exprimons nos vives et profonde reconnaissance à tous ceux qui de près ou de loin se sont associés pour l'élaboration de ce travail en particulier les enseignants et les étudiants du département de biologie.*

## *Dédicaces*

*Merci à Allah de m'avoir donné la capacité décrire, de réfléchir, d'avoir la force d'en croire en lui et surtout d'avoir la patience de persévérer jusqu'à la réalisation de mon rêve et de mon bonheur, tout en levant, mes mains vers le ciel et dire :*

*الحمد لله*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut.....*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,*

*L'amour, le respect, la reconnaissance.....*

*Aussi, c'est tout simplement que*

*Je dédie ce travail.....*

*A MON TRÈS CHÈRE PÈRE: "AHMED"*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient*

*Exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la*

*Responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes*

*Conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta*

*Compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que serai*

*Demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir*

*Que dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A MA TRÈS CHÈRE MÈRE: "ZEFOUL BLIDA"*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer  
le degré*

*D'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta  
tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de  
me soutenir et de m'encourager*

*Durant toutes les années de mes études. Tu as toujours été présente à  
mes côtés pour me*

*Consoler quand il fallait. En ce jour mémorable. Pour moi ainsi que  
pour toi, reçoit ce*

*Travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime.  
Puisse le tout puissant*

*Te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à  
mon tour.*

*A MON CHÈRE ET ADORABLE FRÈRE*

*SULAYMENNÈ que j'adore et que j'aime profondément.*

*A MA TRÈS CHÈRE SŒUR SABRINA, la prunelle de mes yeux la  
douce, au cœur.*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse  
et*

*Reconnaissance, je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et  
que dieu le tout puissant, te protège et te garde.*

*A MES CHÈRES ONCLES, TANTES, LEURS EPOUX ET EPOUSES. A  
MES CHÈRES COUSINS COUSINES.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus  
profond et mon affection la plus sincère.*

*A MES AMIES DE TOUJOURS: Safia, Amina,  
Hanane, Khroufa, Rahma, Sameh, Layla, Amira, Sirine, Hassiba, Wahida, I*

*lhem, Khawla, Amel, Sihem, Imene, Sara. Aziza, Nadjet, Samiha, et toute  
la promotion de 2017.*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments  
Agréable que nous avons passés ensemble.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus  
profond et mon affection la plus sincère.*

*A TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPE A  
L'ELABORATION DE CE TRAVAIL A TOUS CEUX QUE J'AI OMIS  
DE CITER.*

*HANANE*



# Dédicace

## *A MES TRÈS CHÈRE PARENTS "RABEH" et "HABIBA"*

*Dont leurs mérites, leurs sacrifices, leurs qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour:*

*Les mots me manquent pour exprimer toute la reconnaissance, la fierté et le profond amour que je vous porte pour les sacrifices qu'ils ont consenti pour ma réussite, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon attachement la reconnaissance, gratitude et respect, que dieu leur préservent bonne santé et longue vie. Tous mes sentiments de reconnaissance pour vous.*

## *A MA CHÈRE SŒUR ' FATIMA'*

*Merci énormément pour ton soutien plus que précieux. Merci pour ton grand cœur toutes vos qualités qui seraient trop longues à énumérer. Ma vie ne serait pas aussi magique sans ton présence et ton amour, je t'aime de tout mon cœur.*

*A Mahdi mon frère et l'époux de ma chère sœur, et les chers petits Ghofran et Abd el ghafour.*

## *A MES CHÈRS FRÈRES*

*Mouhamed, j'espère atteint le seuil de tes espérances. Que se travail soit l'expression de ma profonde affection je te remercie pour le soutien moral et l'encouragement que tu m'as accordés je te souhaite tout le bonheur que tu mérites.*

*A Saida, Siham, Fethi, Abd el Wahid, Hamdi et leurs grande confiance.*

## *A MES AMIES*

*A mon meilleur ami Hadjer.*

*A Sofia, Hanane, Marwa, Amina, Samira, Samira A, Khawla, Salma, Nadjet, Habiba, Samiha, Rahma, Sameh, Dounia, Chaima et Imane, et toute la promotion de 2017.*

## *AMES AMIS*

*Hamza, Yazid, Ali, Sami, Sohaib, Sagara, Ayoub et Mourad.*

*A tout ceux qui ont su m'apporter aide et soutien aux moments propices, je dédie ce travail, reconnaissant et remerciant chaleureusement.*

*Spécialement pour vous mes parents*

*Amina.*

## Dédicaces

*Merci à Allah de m'avoir donné la capacité décrire, de réfléchir, d'avoir la force d'en croire en lui et surtout d'avoir la patience de persévérer jusqu'à la réalisation de mon rêve et de mon bonheur, tout en levant, mes mains vers le ciel et dire :*

الحمد لله

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut.....*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,*

*L'amour, le respect, la reconnaissance.....*

*Aussi, c'est tout simplement que*

*Je dédie ce travail.....*

*A mon très cher père : "Ammar"*

*Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient*

*Exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la*

*Responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Tes*

*Conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta*

*Compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que serai*

*Demain et je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir*

*Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, qui étudie de l'esprit et te protège de tout mal.*

*A MA TRÈS CHÈRE MÈRE: "ARIFA"*

*Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré*

*D'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager*

*Durant toutes les années de mes études. Tu as toujours été présente à mes côtés pour me*

*Consoler quand il fallait. En ce jour mémorable. Pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce*

*Travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant*

*Te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.*

*A MES TRÈS CHERES SŒURS*

*SONIA, SAMEH, FATMA, RAZIQA, RAHIMA*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et*

*Reconnaissance, je te souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que dieu le tout puissant, te protège et te garde.*

*A MES AMIS DE TOUJOURS: Amina, Hanane, Hanane B, Bouchra, Nadjet, Latifa, Asma, Mouna, Djihen, Samiha, Sassia, Sihem, Imene, Khawla, Amel, Aicha, Bilal et toute la promotion de 2017.*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments Agréable que nous avons passés ensemble.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPE A L'ELABORATION DE CE TRAVAIL A TOUS CEUX QUE J'AI OMIS DE CITER,*

*SAFIA*





# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

<b>Introduction</b> .....	01
---------------------------	----

## *Chapitre I : Généralités sur l'eau*

1. Cycle de l'eau.....	03
1.1. Evatranspiration.....	03
1.2. Précipitations.....	03
1.3. Ruissellement.....	04
1.4. Infiltration.....	04
2. Sources de l'eau.....	04
2.1. Eaux de pluies.....	04
2.2. Eaux souterraines.....	04
2.3. Eaux de surface.....	04
2.3.1 Eaux courantes.....	05
2.3.2 Eaux stagnantes.....	05
3. Importance de l'eau.....	05
4. Dispersion et devenir des bactéries dans l'eau.....	06
5. La pollution.....	06
5.1. Pollution de l'eau.....	07
5.2. Impacte des activités humaines sur la qualité de l'eau.....	07
5.3. Origines de la pollution.....	07
5.3.1. Les phénomènes naturels .....	07
5.3.2. Pollution domestique.....	07
5.3.3. Pollution urbaine.....	08
5.3.4. Pollution d'origine agricole.....	08
5.3.5. Pollution industrielle.....	08
5.4. Les principaux polluants.....	09
5.4.1. Polluants physiques.....	09
5.4.1.1. Polluant thermique.....	09
5.4.1.2. Pollution radioactifs.....	10
5.4.1.3. Les matières en suspension.....	10
5.4.2. Polluants chimique.....	10
5.4.3. Polluants biologique .....	10

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

I. Description du site d'étude.....	11
1. Présentation de la région de Guelma.....	11

1.1.	Le bassin de la Seybouse.....	11
1.2.	Oued Bouhamdane.....	12
1.3.	Oued Cherf.....	13
2.	Caractéristiques de l'oued Seybouse .....	13
3.	Climatologie.....	14
3.1.	Température.....	14
3.2.	Précipitation.....	15
II.	Stratégie d'échantillonnage et choix des stations.....	16
1.	Critères de choix des stations.....	16
2.	Echantillonnage.....	17
2.1.	Matériel d'échantillonnage.....	17
2.2.	Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	18
2.3.	Mode de prélèvement.....	18
2.4.	Transport et conservation des échantillons.....	18
3.	Analyses physico-chimiques.....	19
3.1.	La Température.....	19
3.2.	Le potentiel hydrogène.....	20
3.3.	L'oxygène dissous .....	20
3.4.	La conductivité électrique.....	20
3.5.	La salinité.....	21
3.6.	La turbidité.....	21
4.	Analyses bactériologiques .....	21
4.1.	Recherche et dénombrement des germes revivifiables.....	22
4.2.	Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification d'Escherichia coli en milieu liquide.....	24
4.2.1.	Les coliformes.....	24
4.2.2.	Les coliformes fécaux.....	24
4.3.	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux: méthode générale par ensemencement en milieu liquide.....	28
4.4.	Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices .....	31

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

1.	Résultats des Analyses physico-chimiques.....	33
1.1.	Température.....	33
1.2.	Potentiel d'hydrogène.....	34
1.3.	L'oxygène dissous.....	34
1.4.	Conductivité électrique.....	35
1.5.	La salinité.....	36
1.6.	La turbidité.....	37
2.	Résultats des Analyses bactériologiques.....	38
2.1.	Résultats de la recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiable.....	38
2.2.	Résultats de la recherche et dénombrement des coliformes.....	40

2.2.1	Résultats de la recherche et dénombrements des Coliformes totaux.....	40
2.2.2.	Résultats de la recherche et dénombrements des Coliformes fécaux.....	41
2.3.	Résultats de la recherche et dénombrements des Streptocoques fécaux.....	42
2.4.	Résultats de la recherche et dénombrement des spores des Anaérobies sulfito- réducteurs.....	43
2.5.	Origine de la pollution fécale.....	44
<b>Conclusion</b> .....		47
<b>Références bibliographiques</b> .....		49
<b>Résumé</b>		
<b>Absract</b>		
الملخص		
<b>Annexes</b>		

## Liste des figures

<b>N° de figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Cycle de l'eau dans la nature.	03
02	Localisation satellite d'Oued Seybouse (Guelma) (Google Earth 2017)	11
03	Photo d'Oued Seybouse (Photo prise par Ourdjini S., 2017).	12
04	Photo d'Oued Bouhamdane (Photo prise par Chekirou H ; 2017)	12
05	Photo d'Oued Cherf (Photo prise par Ourdjini A., 2017)	13
06	Variations des températures mensuelles moyennes au cours des années (2008-2016) (Station métrologique de Guelma)	15
07	Variations des moyennes mensuelles de la précipitation cours des années (2008-2016) (Station métrologique de Guelma)	15
08	Localisation des sites du prélèvement (Google Earth 2017)	17
09	Les étapes des prélèvements (Photo prise par Ourdjini S., 2017)	18
10	Mesure des paramètres physicochimique in situ (Photo prise par Ourdjini S., 2017)	19
11	Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37 °C	23
12	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide	28
13	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide	30
14	Recherche et de dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réducteurs	32
15	Variations de la température de l'eau	33
16	Variations du pH de l'eau	34
17	Variations des teneurs en oxygène dissous dans l'eau	35
18	Variations de la conductivité électrique de l'eau	36
19	Variations de la salinité de l'eau	37
20	Variation de la turbidité de l'eau	37

### Liste des figures (Suite)

21	Photo présentant le résultat de la recherche des micro-organismes revivifiables (Photo prise par Ourdjini A., 2017)	39
22	Variations du nombre des germes revivifiables à 22 et à 37 °C dans l'eau	40
23	Variations du nombre des coliformes totaux dans l'eau	41
24	Variations du nombre des coliformes fécaux dans l'eau	42
25	Variations du nombre des streptocoques fécaux dans l'eau	43
26	Les résultats de la recherche et dénombrement des spores des ASR dans les trois sites (Photo prise par Chekirou H., 2017)	44
27		
28		
29		

### Liste des tableaux

<b>N° du tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Présentation des points de prélèvement	16
02	Les résultats de la recherche et dénombrement des spores des ASR dans les trois sites	44
03	Rapport CF/SF des eaux des sites du prélèvement au cours la période d'étude	45
04	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Agrigon, 2000; Hakmi, 2002)	Annexes
05	Classifications des eaux d'après leur pH. (Agrigon, 2000; Hakmi, 2002)	Annexes
06	Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique	Annexes
07	Grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielles d'après Monod (1989)	Annexes
08	Table de Mac Grady (Mouffok, 2001)	Annexes

## Liste des signes et des abréviations

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

**ASR:** Anaérobie sulfito-réductrice.

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

**CF:** Coliforme fécaux.

**CT:** Coliforme totaux.

**D/C :** Double concentration.

**Fig:** Figure.

**GT :** Germes totaux.

**MES:** Matière en suspension.

**NPP:** Nombre le plus probable.

**NTU:** Nephelometric Turbidity Unit.

**O<sub>2</sub> :** Oxygène dissous.

**ONM :** Office national de la météorologie.

**pH:** Potentielle Hydrogène.

**psu:** Pratical salinity unit.

**S/C:** Simple concentration.

**S:** Site.

**SF:** *Streptocoque* fécaux.

**T:** Température.

**Tab:** Tableau.

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

**TTC:** Chlorure de 2, 3,5triphényltétrazolium.

**UFC :** Unité formant colonie.

**VF:** Viande de fois.

## **Introduction**

La terre est généralement appelée la « Planète Bleue » car l'eau représente trois quarts de sa surface, constituant la principale composante de toute matière vivante est sans conteste le bien, le plus abondant sur planète, environ 1% est disponible pour l'homme [1].

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole  $H_2O$ . L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0 °C, il peut devenir vapeur à 100°C qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'elle est inodore, incolore et sans goût (**Gerard, 1999**).

En Algérie, la demande en eau connaît un accroissement important pour répondre à une demande cumulée de trois secteurs souvent concurrentiels (la ville, l'industrie et le périmètre d'irrigation). En plus de la rareté de l'eau, la sécheresse s'est accrue, la mobilisation des eaux superficielles par la construction de barrages et de retenues collinaires devient alors indispensable (**Habila, 2008**).

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

Le risque de contamination des eaux de surface en Algérie représente un problème environnemental majeur qui remonte très loins 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**).

Le problème de la pollution des eaux présente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la crise globale de l'environnement. Plusieurs types de pollution peuvent affecter un cours d'eau tel que la pollution physique se traduisant en une altération de la transparence de l'eau (présence de matières en suspension), la pollution chimique due à la présence de substances chimique indésirables (détergent) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte de la présence des bactéries et des virus pouvant affecter la santé humaine (**Rabetafika et al., 2006**).



Dans le bassin hydrologique de Seybouse, les activités humaines déployées dans la vallée et les plaines adjacentes ont d'importantes répercussions sur l'équilibre hydraulique, hydro-chimique et biologique qui conditionnent l'avenir socio-économique régional, la qualité des eaux d'oued Seybouse a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industries non contrôlés. L'utilisation intensive des engrais chimiques en l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau, ces derniers rendent l'eau impropre aux usages souhaités (**Debieche, 2002**).

A cet effet, notre recherche est basé sur l'étude de la qualité bactériologique des eaux de l'amont d'oued Seybouse qui se situe dans la commune de Medjez Ammar, Wilaya de Guelma et ceci dans le but de rencontre l'origine de leur pollution fécale.

Notre recherche est basé sur :

- ❖ La détermination de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau d'Oued Seybouse.
- ❖ La recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.

Notre travail est structuré en trois chapitres interdépendants.

- Le premier consiste en une synthèse bibliographique avec des généralités sur l'eau et les différents types de pollution affectant cette dernière.
- Le deuxième présente une description du site de travail et matériels et méthodes.
- Et le dernier chapitre représenté sous forme des graphes comportent les résultats obtenus au cours de la période d'étude avec une discussion de ces résultats. On termine par une conclusion générale.

## Généralités sur l'eau

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre: c'est le cycle de l'eau. L'eau sous différents états physiques (gazeux, liquide, solide) suit un vaste cycle dans la nature (Vilagines, 2003) (Fig.01).

### 1. Cycle de l'eau

#### 1.1. Evapotranspiration

C'est la somme des pertes et transformation de l'eau en vapeur (Boeglin, 2006). Sous l'action du soleil, l'eau de mers, des lacs et des rivières s'évaporent. Les végétaux transpirent et rejettent eux aussi de la vapeur d'eau (Drissi, 2008).

#### 1.2. Précipitations

La vapeur d'eau atmosphérique se condense en nuages qui engendrent des précipitations sous forme de pluies, de neige ou de grêles. Les précipitations qui constituent l'origine de presque toutes nos réserves en eau douce, sont variables d'une région à l'autre suivant le climat et le relief qui sont des facteurs essentiels (Boeglin, 2006).



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

### 1.3. Ruissellement

Parvenue sur le sol, une partie des précipitations s'écoule à la surface vers le réseau hydrographique et les étendues d'eau libre (lacs, mers), c'est le ruissellement de surface (**Boglin, 2006**).

### 1.4. Infiltration

Une partie des précipitations pénètre dans le sol et sous-sol (**Boglin, 2006**). L'infiltration joue un rôle essentiel dans les écosystèmes terrestres puisqu'elle permet la réhydratation des sols. Elle assure aussi l'alimentation des nappes phréatiques et des rivières souterraines (**Geny et al., 1992**).

## 2. Sources de l'eau

### 2.1. Eaux de pluies

Les eaux de pluies peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer et l'iode (**Coulibaly, 2005**).

### 2.2. Eaux souterraines

Ce sont les eaux qui ne sont ni ré évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrant dans le sol et dans le sous -sol et s'y accumulées (**Boeglin, 2006**). Les eaux souterraines représentent 60% des eaux continentales, leur écoulement est estimé à 12000 milliards de m<sup>3</sup>/ an, soit 30% du débit des fleuves. Leur renouvellement total est de 5000 ans en moyenne et de 300 ans pour les nappes superficiellement les plus vives (**Rox, 1990**).

Elles représentent une part importante du cycle de l'eau et participent de ce fait aux équilibres naturels. Elles constituent également une formidable ressource renouvelable, exploitée pour l'approvisionnement en eau potable, l'usage industriel ou agricole (**Bensaoula et al., 2007**).

### 2.3. Eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux circulantes ou stokes à la surface des continents (**Boeglin, 2006**). Elles se forment à partir, soit de l'émergence de nappes profondes en source, soit du rassemblement des eaux de ruissellement (**Cardot, 1999**).

Ces eaux se rassemblent en cours d'eau caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles

peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs, lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau atmosphère quasiment immobiles une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent élevé (**Boeglin, 2006**).

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versant (**Monod, 1989 ; Boeglin, 2006 ; Habila, 2008**). Elles sont généralement riches en gaz dissous (**Cardot, 1999**).

### **2.3.1. Les eaux courantes**

Les eaux courantes comprennent les ruisselets, ruisseaux, rivières et les fleuves. Il s'agit d'écosystèmes où l'eau est en mouvement plus ou moins rapide en fonction du débit, de la déclivité, c'est-à-dire du relief, de la surface de friction et de la rugosité du fond du cours d'eau. Les petits ruisselets proches des sources, étroits, de température toujours froide, au courant rapide dévalant une pente souvent prononcée, se jettent dans des ruisseaux et rivières plus larges et plus profonds, au débit plus important au fur et à mesure des différentes confluences et de la contribution des affluents [1].

A la différence des eaux courantes, les eaux stagnantes sont des zones où la sédimentation intense va progressivement oblitérer la cuvette.

### **2.3.2. Les eaux stagnantes**

Il existe un continuum entre les cours d'eau typique, à courant plus ou moins rapide selon la pente des terrains, et les eaux dites stagnantes résultant de l'accumulation de l'eau dans les dépressions naturelles ou artificielles (mares, étangs, lacs et retenues).

Le temps de séjour des eaux, caractéristique fondamentale des eaux stagnantes est extrêmement variable, dépendant de l'importance des apports annuels par rapport au volume de la cuvette. Ce paramètre essentiel représente le temps durant lequel l'eau subit l'influence des facteurs qui vont conditionner son évolution physico-chimique et biologique (**Grosclaude G, 1999**).

## **3. Importance de l'eau**

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

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

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

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

#### **4. Dispersion et devenir des bactéries dans l'eau**

Lors de la décharge des microorganismes dans l'eau, ils seront rapidement adsorbés de toute taille (plancton, particules, débris organiques,...etc). Cette adsorption a pour résultat la diminution apparente dans le nombre de microorganismes par unité de volume (**Brisou M-J, 1976**).

Ces adsorbants sont ensuite dilués, dispersés, flocculés, sédimentés ou transportés vers les bords ou les côtes. Les grosses particules ont tendance à se sédimenter rapidement en fixant les microorganismes sur lesquels ils sont adsorbés (**Mitchell et al., 1975**). Alors que les fines particules vont subir des processus de diffusion par lesquels elles vont transporter de grandes quantités de microorganismes avec eux. La majeure partie de la charge bactérienne des eaux résiduaires, soit environ 98,5%, suit les particules de faibles dimensions. Ainsi, c'est en surface et au large des émissaires que l'on trouvera la plupart des bactéries rejetées, alors que sur le fond adjacent, la charge bactérienne sera d'extension relativement plus faible (**Borrego et al., 1982**).

#### **5. La pollution**

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu.

Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement [2].

### **5.1. Pollution de l'eau**

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

### **5.2. Impacte des activités humaines sur la qualité de l'eau**

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaitre en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers les effets directs ou indirecte altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physicochimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (**Ramade, 2002**).

### **5.3. Origine de la pollution des eaux**

A cause de cycle du l'eau, les écosystèmes aquatiques sont susceptibles d'être contaminées par des pollutions accidentelles ou chroniques, suivant l'origine des substances polluantes on peut distinguer:

#### **5.3.1. Les phénomènes naturels**

Certaines phénomènes naturels peuvent être aussi à l'origine de la pollution des eaux et sont identifiés en relation avec les éruptions volcaniques (sulfures, acides, poussières), des épanchements sous-marins, d'hydrocarbures, le contact avec les filons ou gisements d'élément toxiques (mercure, arsenic, éléments radioactives), la présence d'une source thermo minérale (**Genin et al., 2003**).

#### **5.3.2. Pollution d'origine domestique**

Les rejets directs des eaux usées «domestique» dans le milieu naturel perturbent l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie (**Chelle et al., 2005**).

Elle est caractérisée par:

- La présence des germes fécaux.
- Des sels minéraux (azote, potassium et phosphore).
- Les détergents.
- Des forts teneurs en matière organique (**Faurie et al., 1998**).

### 5.3.3. Pollution urbaine

En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiable (**Herbert et al., 2000**), ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique, ainsi que les résidus de traitement des ordures managers. Elle est caractérisée par:

- Une teneur importante de matières minérales en suspension (sables, gravier, poussières).
- La présence de nombreux détritits solide.
- Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentielles de lessivage des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques (**Genin, 2003**).

### 5.3.4. Pollution d'origine agricole

L'agriculture et l'aquaculture sont les deux secteurs qui contribuent le plus à la pollution des eaux. Elles sont responsables des rejets de nombreux polluants dans les eaux de surfaces et souterraines. Ces contaminants comprenant à la fois des sédiments provenant de l'érosion de terres agricoles, des rejets de la matière organique (des boues), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates), des pesticides, des bactéries proviennent des fumiers et purins d'élevage et des métaux (**Tuffery, 1980; Herbert, 2000; Genin, 2003**).

Ces produits sont rarement rejetés directement dans les eaux de surfaces, mais leurs épandages en excès pour le raisons agriculture intensive entraine leur lessivage par les eaux de pluie et une pollution diffuse des cours d'eau et des eaux souterraines (**Castany, 1982; Hilliard et Reedyk, 2000**).

### 5.3.5. Pollution industrielle

Un grand nombre d'opérations industrielles et manufacturières diverses rejets des agents polluants directement ou indirectement dans les sources d'eau environnements (**Kan et Strelffe, 2002**). Ces polluants sont caractérisés par une grande diversité, suivant

l'utilisation de l'eau dans le processus de refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...etc., et l'activité des usines (chimie de traitement de surface, agro-alimentaire...etc.).

On peut retrouver dans l'eau qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles d'activité humaine:

- Matière organique et graisse (industrie agro-alimentaire, abattoir).
- Hydrocarbures (raffineries).
- Acides, bases, produits chimique divers (industries chimique et pharmaceutique).
- Eau chaude des centrales thermiques.
- Métiers radioactive (centrales nucléaires, centre de recherche hôpitaux).
- Métaux lourds (traitement du surface, métallurgie) (**Herbert, 2000; Genin, 2003**).

Elles peuvent avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire le pouvoir d'autoépuration de l'eau ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, substances radioactives) (**Herbert, 2000**).

#### **5.4. Les principaux polluants des eaux**

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

-Suivant leur nature chimique : organique ou minérale.

-Suivant leur état physique : matières dissoutes, colloïdes ou en suspension.

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

##### **5.4.1. Polluants physiques**

Les trois principaux agent physique de la pollution sont la chaleur, le transport des matières solides en suspension et la radioactivité (**Habila, 2008**).

###### **5.4.1.1. Polluants thermiques**

Les rejets d'eau chaude en particulier par les centrales électronucléaires peuvent provoquer une élévation anormale de la température, ce qui provoque des effets écologique



sur la vie aquatique (développement des micro-organismes comme les algues, et disparition d'autres espèces sensibles à la température) (**Castany, 1982; Dajoz, 2000**).

#### 5.4.1.2. Polluants radioactifs

Les déchets radioactifs demeurent le polluant physique le plus dangereux, les centrales nucléaires dégagent que des quantités limitées de déchets, mais le risque d'accidents subsiste et les problèmes radioactifs, les déchets restent toxiques pendant des périodes allant de quelques siècles à plusieurs millions d'année (**Jackson, 1980; Castany, 1982; Metiche, 2004**).

#### 5.4.1.3. Les matières en suspension

Sont des matières insolubles, fines, minérales ou organiques, biodégradables ou non. Leur principal effet est de troubler l'eau : c'est la turbidité (**Gerard, 2003**). Elles proviennent des rejets de toutes natures ainsi que les phénomènes d'érosion des sols en milieu rural (**Mayet, 1994; Chocat, 1997**).

Les matières en suspension (MES) diminuent les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. Elles donnent par ailleurs aux cours d'eau un aspect sale et trouble et peuvent gêner ou détruire la vie aquatique (**Gerard, 2003**).

#### 5.4.2. Polluants chimiques

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

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les éléments chimiques organiques (**Lounas, 2008**).

#### 5.4.3. La pollution biologique

La présence des microorganismes dans l'eau est un phénomène naturel et constitue un aspect primordial de la décomposition de la matière organique et du recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien des organismes aquatiques et de la chaîne trophique. Cependant lorsque le milieu reçoit des déjections d'origine animale ou humaine, le nombre et le type des microorganismes peuvent rendre l'eau non appropriée pour certaines activités (**Tuffery, 1980**). Parmi les microorganismes susceptibles d'être présents dans l'eau, on peut mentionner, les virus, les bactéries, les protozoaires et d'autres (**Larpen, 1998**).

## Matériel et méthodes

### I. Description du site d'étude

#### 1. Présentation de la région de Guelma

La wilaya de Guelma est située au Nord-Est de l'Algérie à 60 Km environ de la Méditerranée. Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Annaba, au Nord-Ouest par la wilaya de Skikda, au Nord-Est par la wilaya de Constantine et au Sud-Est par la wilaya de Souk Ahras et Oum-El Bouagui. Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km<sup>2</sup> (Guebailia, 2017).

##### 1.1. Le Bassin de la Seybouse

La Seybouse est une grande rivière qui située dans le Nord-Est de l'Algérie, avec une superficie de 6570 km<sup>2</sup> (Debeiche, 2002 ; Satha, 2008 ; Meziane, 2009). Le bassin de la Seybouse(Fig.03) est formé par la rencontre de Oued Cherf et Oued Bouhamdane dans la région de Medjez Ammar (Khelifa *et al.*, 2011) (36°26'06.40''N)(7°18'50.14''E) (Fig.02).



**Figure 02:** Localisation satellite d'Oued Seybouse (Guelma) (Google Earth 2017)

Il est l'un des trois grands bassins en Algérie (après Oued El Kebir du Rhumel et Oued Medjerda-Mellegue). Il est limité au nord par la mer Méditerranéenne, le massif de Belelieta (287 m) et par Bouhamra (152 m) à l'Ouest, la chaîne numidique orientale (1411 m) au sud et enfin par le prolongement oriental du système aquifère Annaba-Bouteldja à l'Est.

Cette région est connue par sa grande activité agricole et industrielle. La population qui se trouve sur la zone d'étude atteint 150 000 habitants, elle est concentrée généralement au niveau des communes et des hameaux (**Debeiche, 2002**).



**Figure 03:** Photo d'Oued Seybouse (Photo prise par Ourdjini S., 2017)

## 1.2. Oued Bouhamdane

Provenant de l'Ouest de la wilaya au niveau de la commune de Medjez Ammar avec un apport total estimé de 96 millions m<sup>3</sup>/an (**Gueroui, 2015**).

Ce sous-Bassin est traversé par Oued Bouhamdane (**Fig. 04**) dont la longueur est estimée à 32 Km, ce dernier est alimenté par plusieurs affluents dont les principaux sont: Oued Zenati, Oued Hamira, Oued Sabath et Oued Bouskhouna (**Mezian, 2009**). Les deux Oueds Zenati et Sabath forment par leur jonction Oued Bouhamdane qui rencontre Oued Cherf à Medjaz Amar pour former la Seybouse (**Satha, 2008**).



**Figure 04:** Photo d'Oued Bouhamdane (Photo prise par Chekirou H., 2017)

### 1.3. Oued Cherf

Le sous bassin versant de d'Oued Cherf (**Fig. 05**) est localisé au Nord-est de l'Algérie. Il fait partie du grand bassin versant des Seybouse et couvre une superficie de 1735 Km<sup>2</sup>, de forme allongée avec un indice de compacité de 1.27 équivalent à un rectangle de longueur de 70.9 Km et de largeur 2401 Km. Le bassin versant de l'Oued Cherf est constitué de deux plaines, la plaine de Sedrata et la plaine de Zouabi (**Achi I et al., 2016**). Il prend sa source au Sud de la wilaya avec un apport total de 107 millions m<sup>3</sup>/an (**Zouaidia, 2006**).



**Figure 05:** Photo d'Oued Cherf (Photo prise par Ourdjini A., 2017)

## 2. Caractéristiques d'Oued Seybouse:

Le bassin est caractérisé par un climat méditerranéen et semi-aride avec une pluviométrie moyenne qui varie entre 400 mm et 700 mm. Les précipitations peuvent atteindre 1.100 mm à El Tarf et Annaba ; l'infiltration annuelle moyenne est d'environ 162 mm, tandis que le ruissellement représente 79 mm/an.

Le Bassin de la Seybouse est subdivisé en 6 sous-bassins (Oued Cherf en amont - Oued Cherf en aval - Oued Bouhamdane - Oued Seybouse moyenne - Oued Mellah - Oued Seybouse maritime). Il est principalement alimenté par l'Oued Seybouse qui est le confluent des Oueds Cherf et Bouhamdane, avec un apport de 408 millions de m<sup>3</sup>/an à la station de Boudaroua, est aussi destiné à l'irrigation des périmètres de Kser Sebahi et Sedrata d'une superficie équipée de 3.517 ha, l'Oued Bouhamdane a un apport de 96 millions de m<sup>3</sup>/an à la station de Medjez Ammar II, l'Oued Cherf de 107 millions m<sup>3</sup>/an et l'Oued Mallah de 151 millions de m<sup>3</sup>/an à la station de Bouchegouf [03 ].

Le Bassin de la Seybouse dispose de deux grands barrages : celui de Hammam Debbagh sur l'Oued Bouhamdane situé dans la Wilaya de Guelma avec une capacité de 184 millions de m<sup>3</sup> et un envasement de 530.000 m<sup>3</sup>/an (0,28 %) [04].

### 3. Climatologie

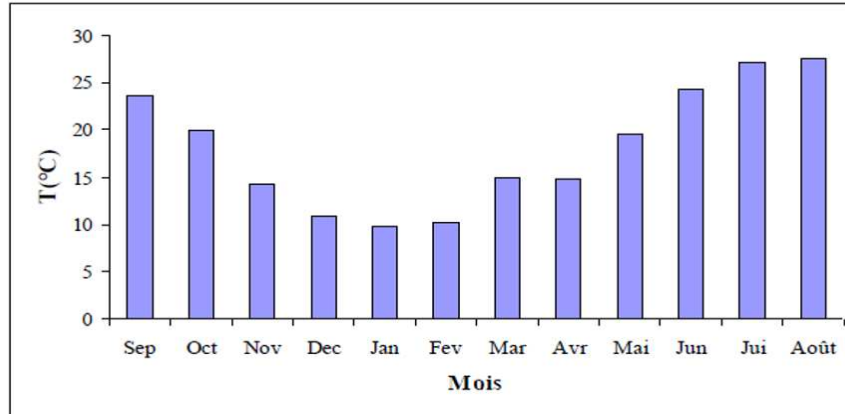
Les paramètres climatiques sont des facteurs importants qui ont un effet direct sur la faune et sur la flore. La région est caractérisée par un climat méditerranéen qui est caractérisé par un été aride et chaud et un hiver humide et frais. Les variations de températures sont parfois brutales et les précipitations sont irrégulières et violentes de courtes périodes. Les cours d'eau méditerranéens ont un mode caractérisé par l'irrégularité des écoulements et des démonstrations hydriques brutales. Le mode annuel est marqué par le maximum en hiver et à l'automne, et un niveau d'eau très bas en été (Arab, 2004).

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

#### 3.1. La température

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

Les données de températures moyennes mensuelles sont obtenues de la station météorologique de Guelma pour une période de 15 ans. Les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées pendant la période estivale entre juin et octobre. Par contre les températures les plus basses sont observées pendant la période hivernale entre décembre et mars. Le suivi de l'évolution de la température nous donne une courbe en cloche ou les maximums sont observés en été et les minimums en hiver (Fig. 06).



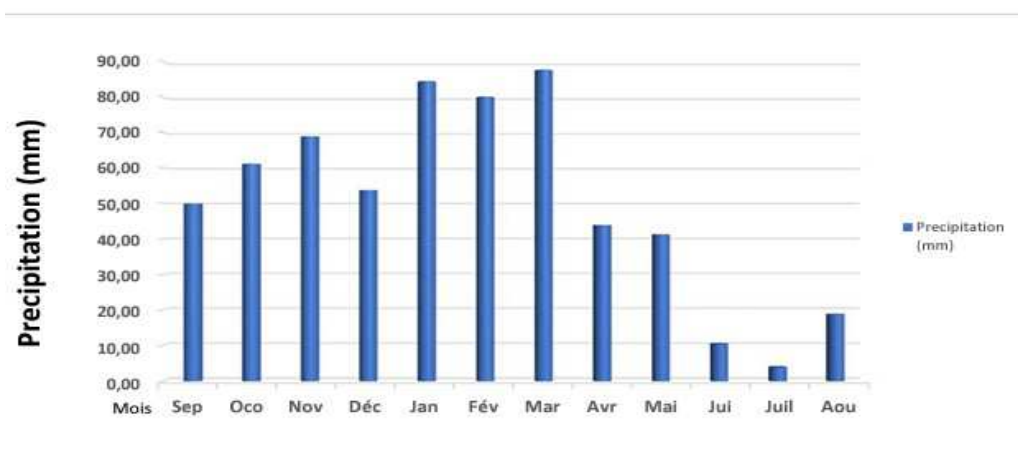
**Figure 06 :** Variations de la température moyenne mensuelle au cours des années (2008-2016) (Station météorologique de Guelma)

### 3.2. Les précipitations

Le terme de précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige, la grêle,... etc (**Bouras et al., 2013**).

Les précipitations dépendent des températures qui règlent l'intensité de l'évaporation au niveau des surfaces marines (**Ozenda, 1982**). Elles sont régulées par trois autres facteurs: la latitude, l'altitude et la longitude. Elles augmentent de l'ouest vers l'Est (**Mahdjoub, 2017**).

La pluie est un facteur climatique très important, qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau. La plus grande valeur de précipitation moyenne mensuelle correspond au mois de Mars avec 87.68 mm, par contre la plus faible valeur correspond au mois de juillet avec 3.86 mm (**Fig. 07**).



**Figure 07 :** Variations des moyennes mensuelles de la précipitation au cours des années (2008-2016) (Station météorologique de Guelma)

## II. Stratégie d'échantillonnage et choix des stations

### 1. Critères de choix des stations

Afin de pouvoir faire un suivi régulier de la qualité physico-chimique et connaître l'origine de la pollution fécale de l'eau au niveau de l'amont d'Oued Seybouse, les échantillons ont été effectués sur trois sites, 10 mètres avant l'aval d'Oued Cherf (S1), 10 mètres avant l'aval d'Oued Bouhamdane (S2) et 10 mètres à partir de l'amont d'Oued Seybouse (S3) (**Fig. 08**).

Les prélèvements ont été réalisés sur une période de trois mois (février, mars et avril); le rythme d'échantillonnage était à raison d'un seul prélèvement par mois (**Tab. 01**). L'objectif est d'obtenir un échantillon aussi représentatif que possible de l'eau analysé.

**Tableau 01:** Présentation des points de prélèvement

Sites de prélèvement		Date du prélèvement	Heure du prélèvement
Oued Cherf	Prélèvement 01	20/02/2017	08:11h
	Prélèvement 02	12/03/2017	08:45h
	Prélèvement 03	17/04/2017	09:00h
Oued Bouhamdane	Prélèvement 01	20/02/2017	08:55h
	Prélèvement 02	12/03/2017	09:08h
	Prélèvement 03	17/04/2017	08:38h
Oued Seybouse	Prélèvement 01	20/02/2017	09:30h
	Prélèvement 02	12/03/2017	09:45h
	Prélèvement 03	17/04/2017	09:30h

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif. Afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur, il faut s'assurer de la qualité du prélèvement, de la conservation et du transport adéquat des échantillons.

L'échantillonnage des eaux de l'Oued Seybouse au niveau de l'amont peut permettre de répondre à plusieurs questions concernant:

- La connaissance de base de la qualité de l'eau
- L'identification d'une source de pollution
- L'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité de l'eau

- L'impact de certaines pratiques agricoles (Reggam, 2015).



**Figure 08:** Localisation des sites du prélèvement (Google Earth 2017)

## 2. Echantillonnage

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

### 2.1. Matériels d'échantillonnage

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

Pour les paramètres physico-chimiques, les échantillons doivent être prélevés dans récipient propres, et en plastiques (Reggam, 2010).

Les flacons d'échantillonnage ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (Merzoug, 2009 ; Rodier, 2009).



## 2.2. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier et al .,1996**).

## 2.3. Mode du prélèvement

Les lieux de prélèvement d'échantillons sont généralement choisis aux endroits où la profondeur de l'eau se situe entre 1 et 1.5 m (**Blackwood, 1987**).

Le flacon de prélèvement est tenu à sa base, le goulot vers le bas, enfoncé à 30 cm environ au dessous de la surface de l'eau puis ouvert. Il est tourné pour le redresser légèrement, l'orifice face au courant éventuel. Une fois le prélèvement effectué, le flacon est bouché (**Chaouch, 2007**).

Le flacon ne doit pas être rempli entièrement. En effet, Laisser un petit volume d'air à la surface pour faciliter l'agitation de l'eau avant son analyse (**Merzoug, 2009 ; Reggam, 2010**) (**Fig. 09**).



**Figure 09** : Les étapes du prélèvement (Photo prise par Ourdjini S., 2017).

## 2.4. Transport et conservation des échantillons

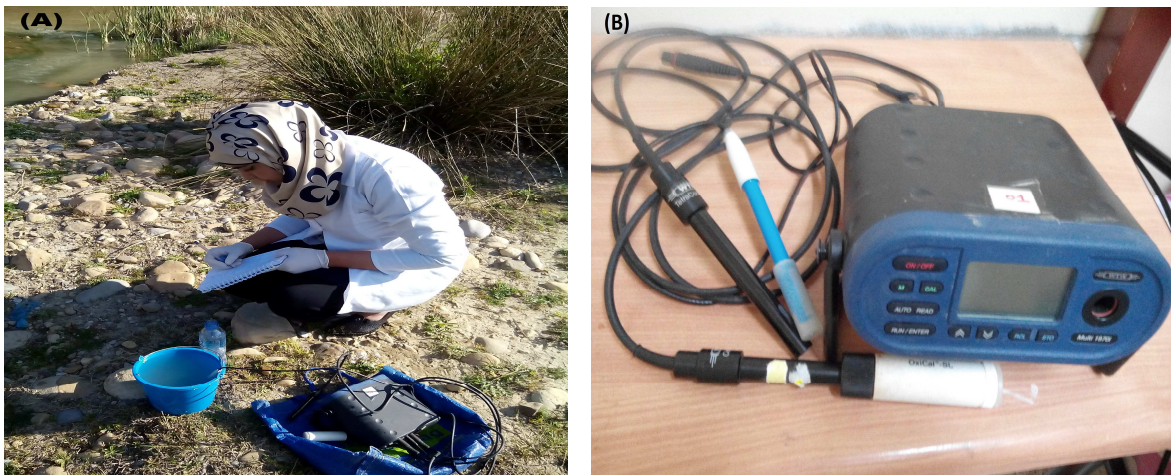
La teneur initiale en germes des eaux risque de subir des modifications dans le flacon après le prélèvement, c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible (**Rodier, 2009**).

Pour les analyses qui seront faites au laboratoire, il faut que les échantillons d'eau soient acheminés dans les meilleurs délais, surtout les demandes des analyses bactériologiques (**Mayet, 1994**). Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10 °C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la

température doit être comprise entre 1 à 4 °C. Même dans ces conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon (Rodier, 2009).

### 3. Analyses physico-chimiques

Les mesures *in situ* sont des analyses réalisées sur place en plongeant les sondes dans l'eau. Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place. La température, pH, conductivité électrique, l'oxygène dissous et la salinité sont mesurés à l'aide de trois sondes d'un multiparamètre de terrain de marque WTW Multi 1970i (Fig. 10 B). La mesure de la turbidité fut effectuée au laboratoire par la méthode instrumentale à l'aide d'un turbidimètre de type AQUALYTIC (AL450T-IR) et exprimée en UTN.



**Figure 10** : Mesure des paramètres physico-chimiques (A : la mesure *in situ* / B : Photo de multi paramètre (WTW Multi 1970i) (Photos prise par Ourdjini S., 2017)

#### 3.1. La température

La température (T) joue aussi un rôle important dans les cycles biologiques qui ont des répercussions sur la productivité des écosystèmes. La principale application physico-chimique est la détermination de la valeur de saturation des gaz dissous et en particulier l'oxygène, et aussi un paramètre important pour la connaissance de masse d'eau, elle permet l'étude de mélange des masses d'eau (Aminot et Chaussepied, 1983).

### 3.2. Le potentiel hydrogène

La mesure du potentiel hydrogène (pH) des eaux usées donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité de ces eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes qui ont généralement un pH optimal variant de 6,5 à 7,5. Des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8.5 affectent directement la viabilité et la croissance des micro-organismes (Mara, 1980 ; WHO, 1987). Le pH est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toute opération de traitement (Rodier *et al.*, 1996).

### 3.3. L'oxygène dissous

L'eau absorbe autant d'oxygène nécessaire pour que les pressions partielles d'oxygène dans le liquide et dans l'air soient en équilibre. L'oxygène moléculaire dissous est un paramètre important du milieu qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatique.

La concentration en oxygène dissous (O<sub>2</sub>) est résultante des facteurs physico-chimiques et biologiques suivants:

- Echange à l'interface air-océan.
- Diffusion et mélange au sein de la masse d'eau.
- Utilisation dans le phénomène de photo-oxydation.
- Utilisation dans les réactions d'oxydation chimique.
- Utilisation par les organismes aquatiques pour la respiration.
- Production in situ pour la photosynthèse (Aminot et Chaussepied, 1983).

### 3.4. La conductivité électrique

La conductivité qui varie en fonction de la température est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature (Rodier, 2005).

D'une manière générale, plus l'eau riche en sels minéraux ionisés, plus la conductivité est élevée.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale. La conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau (Rodier *et al.*, 2009).

### 3.5. La salinité

La mesure de la salinité est importante dans l'étude du milieu marin. Par son influence sur la densité de l'eau de mer, elle permet de connaître la circulation océanique, d'identifier les masses d'eau d'origines différentes et de suivre leurs mélanges un large comme à la côte ou dans les estuaires. La grandeur «salinité» représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau de mer. Dans les océans la salinité est voisine de 35‰. La méditerranée présente des valeurs de salinité plus élevés allant de 38-39‰ (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

### 3.6. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales: argiles, limons, grains de silice, matières organiques, ...etc. Ce paramètre est important à suivre lors de la production d'eau destinée à l'alimentation humaine, car il rend compte de la bonne efficacité des étapes de clarification et de filtration. Elle permet également de suivre la dégradation de la qualité, notamment microbiologique, consécutive aux épisodes de pluies intenses.

La turbidité est d'autant plus élevée que la densité des particules contenues dans l'échantillon d'eau généralement dans les eaux de surface les valeurs oscillent entre 10 et 50 NTU, après les fortes précipitations pouvant dépasser 100 NTU (**Rodier, 2009**).

Les eaux convenablement filtrées et désinfectées ont des turbidités inférieures à 0.5 NTU (**Rodier, 2005**).

## 4. Analyses bactériologiques

Les bactéries dans l'eau peuvent avoir trois origines différentes:

- Origine purement aquatique.
- Origine terrestre.
- Origine animale ou humaine: ce sont des germes de contamination; le plus souvent fécale, parfois rhino-pharyngée dont la température de développement est au voisinage de 37 °C et qui sont accoutumés à un milieu nutritif (matière fécale) riche en matière organique (**Sayad, 2008**).

Les eaux quel que soit leurs nature, contiennent une multitude de micro-organismes et de produits chimiques, dont l'estimation globale fournit une information utile pour l'évaluation et la surveillance de la qualité de l'eau (**Lacoste, 2008**).

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau, elle représente également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement (**Rouaiguia, 2010**).

#### 4.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiables

Les germes totaux dit revivifiables sont la totalité des bactéries, levures et moisissures aéro-anaérobies, capables de former des colonies dans ou sur un milieu de culture (**Boucherit et al., 2016**).

##### Principe

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans milieu gélosé.

Ces germes n'ont pas d'effet directs sur la santé mais sont des indicateurs qui révèlent la présence d'une contamination bactériologique (**Carbannelle et al., 1988**)

La méthode de référence pour l'analyse consiste en un dénombrement du nombre des germes pour 1mL d'eau.

La recherche et le dénombrement des germes revivifiables se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les microorganismes à tendance psychrophiles soit à 22 °C et ceux mésophiles soit 37 °C (**Rejsek, 2002**).

- **Germes totaux à 22 °C** : ce sont les bactéries autochtones qui sont adaptées à la température de l'eau. Comptage des colonies obtenues après incubation à 22 °C durant  $68 \pm 4$ h.
- **Germes totaux à 37 °C** : ce sont les bactéries potentiellement pathogènes car elles se développent à la température du corps humain. comptage des colonies obtenues après incubation à 37 °C durant  $44 \pm 4$ h (**Carbannelle et al., 1988**)

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1ml en double dans deux boites de pétri vides, préparées et numérotées à cet usage comme l'indique le schéma (**Figure. 11**). Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à  $45 \pm 2$  °C.

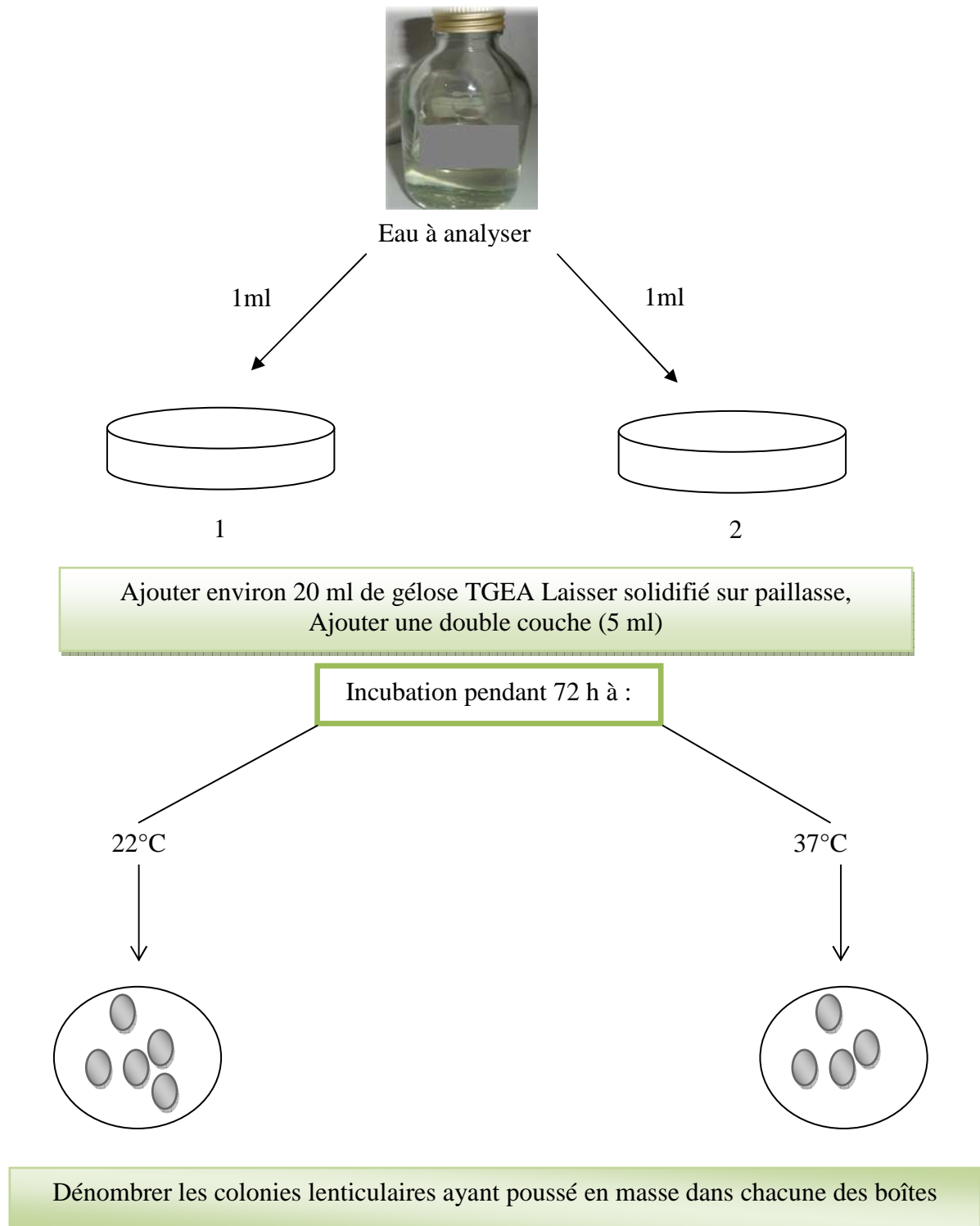
Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface friche et horizontale.

Les boites seront partagées en deux séries distinctes:

- La première série sera incubée à  $22 \pm 2$  °C, pendant  $68 \pm 4$  heures.
- La seconde série sera incubée à  $36 \pm 2$  °C, pendant  $44 \pm 4$  heures (**Lebres et al., 2006**).

**Lecture:**

Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous forme lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boîtes contenant moins de 300 colonies. Il faut qu'une boîte renferme au moins 15 colonies.



**Figure 11:** Recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables à 22 et à 37 °C

## 4.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, fécaux avec identification d'*Escherichia coli* en milieu liquide

### 4.2.1. Les coliformes

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37 °C (**Carbonnelle, 1998 ; Camille, 2003 ; Lebres *et al.*, 2008**).

Les coliformes totaux sont utilisés comme indicateur de pollution d'origine organique. (**Merzoug, 2009**).

### 4.2.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capable de fermenter le lactose à une température de 44 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* (*E. coli*), dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (**Roux, 2003**). La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes fécaux détectés bien que la présence des coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale (**Carbonnelle *et al.*, 1998 ; Archibald, 2003 ; Camille, 2003**).

Les *Escherichia coli* ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à une température comprise entre  $42 \pm 2$  °C (**Bourgeois *et Leveau*, 1980**).

#### ➤ Principe

La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation en tubes multiples. Son principe consiste à ensemer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et /ou de dilution de celui-ci dans des tubes de milieu de culture liquide.

Les prises d'essai de l'échantillon ou des dilutions, sont donc incorporées dans des séries (3 série) de 3 à 5 tubes par série, de milieu non véritablement sélectif : c'est le test de présomption (croissance ou non).

On ensemence une deuxième série de tubes de milieu plus sélectif en repiquant les tubes ayant donné un résultat positif dans les premières séries : c'est le test de confirmation (**Tandia, 2007**).

La lecture des tubes inoculés et la détermination du nombre des germes se fait par la détermination du nombre le plus probable (NPP), qui n'est qu'une estimation statistique du nombre de bactéries qui est plus probablement qu'un autre, donnerait les résultats observés, il ne s'agit pas du nombre réel de bactéries présentes.

➤ **Mode opératoire**

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

- Le test présomptif : réservé à la recherche des coliformes dans le milieu BCPL (Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol)
- Le test confirmatif : réservé à la recherche des coliformes thermo-tolérants et d'*Escherichia coli* dans le milieu Schubert ou l'eau peptonée exempte d'indole (**Chaouch, 2007; Labres et al., 2008**).

**- Test présomptif :**

On a travaillé avec 3 séries de 3 tubes :

- 3 tubes de BCPL D/C+ cloche de Durham, ensemencé avec 1 ml d'échantillon.
- 3 tubes de BCPL S/C+ cloche de Durham, ensemencé avec 1 ml d'échantillon.
- 3 tubes de BCPL S/C+ cloche de Durham, ensemencé avec 1 ml d'échantillon.

Les tubes inoculés sont homogénéisés par agitation douce pour ne pas faire pénétrer d'air dans la cloche (**Camille, 2010**).

La lecture se fait après 48 heures d'incubation dans une étuve à 37 °C (**Lebres, 2002, Rouaiguia, 2010**).

On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois une couleur jaune et de dégagements gazeux dans la cloche.

Tous les tubes présentant une couleur jaune et de gaz dans la cloche sont considérés comme positifs.

On note le nombre de tube positifs dans chaque série et on reporte à la table du NPP (Table de Mac Grady) (**Tab. 08**) (**Annexes**) le nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon d'eau à analyser (**Fig. 12**).



**- Teste confirmatif :**

A partir de chaque tube de BCPL positif, on ensemence avec 4 à 5 gouttes le milieu Schubert (ou l'eau peptonée exempte d'indole) muni avec la cloche de Durham (**Fig. 12**).

Après incubation à 44°C pendant 24 heures, les tubes ayant apparaitre un l'anneau rouge après l'ajout de réactifs Kowacs, avec production de gaz, sont considérées positifs (Indole positif).

En déterminé le nombre des coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants) à partir de tables de NPP par CF /100 ml.

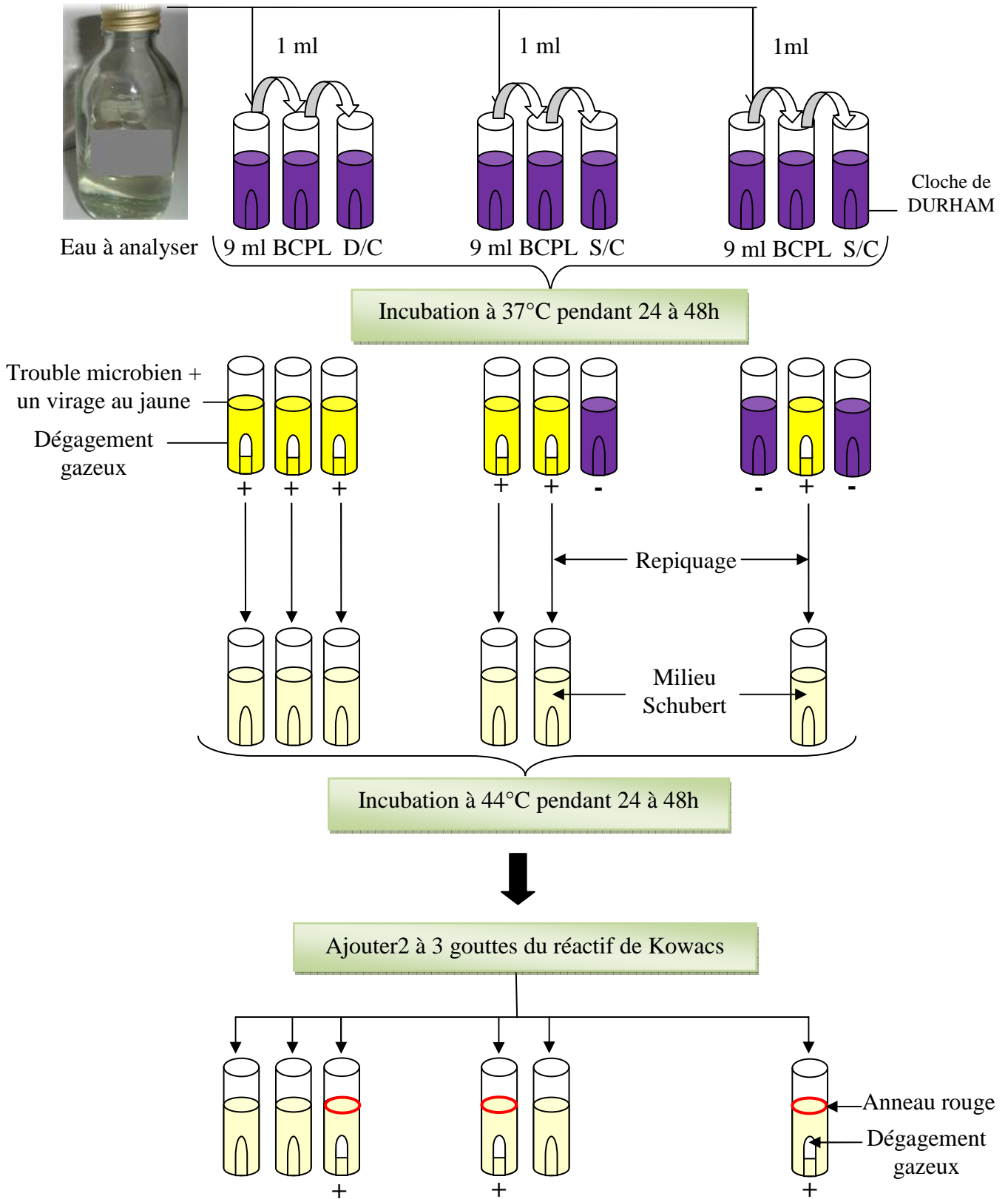


Figure 12 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux en milieu liquide

### 4.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux: méthode générale par ensemencement en milieu liquide :

Les Streptocoques fécaux ou Streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancefield, se présentent sous forme de Cocci à Gram positif, sphériques à ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe « D ». Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37 °C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 48 heures à 44 °C (Hidouci, 2009).

Ces streptocoques du groupe « D » (Entérocoques) sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale (Mouffok, 2001).

Cette méthode de référence, consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancefield, nommés aussi streptocoques fécaux dans les eaux (Merzoug, 2009).

#### ➤ Mode opératoire

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des streptocoques du groupe « D » dans les eaux, en milieu liquide, se fait en deux étapes consécutives :

- ❖ Le test de présomption : réservé à la recherche présomptive des Streptocoques.
- ❖ Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe « D » (Chaouch, 2007).

#### ➤ Teste de présomption

Sur milieu de Rothe : Bouillon de Rothe à simple et à double concentration

#### Ensemencer :

- 3 tubes de boillon de Rothe à double concentration avec 1 ml de l'eau à analyser (série A) ;
- 3 tubes de boillon de Rothe à simple concentration avec 1 ml de l'eau à analyser (série B) ;
- 3 tubes de boillon de Rothe à simple concentration avec 1 ml de chacune des dilutions (série C, D...).

**Incuber à 37± 1° C pendant 24 à 48 heures.**

Les tubes présentant un trouble bactérien sont considérés comme pouvant contenir des *streptocoques* du groupe «D».

**Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

**➤ Teste de confirmation**

- Première possibilité : sur milieu d'Eva Litsky ou bouillon de Litsky
- Agiter les tubes de bouillon de Rothe présentant un trouble, présumés positifs.

Repiquer une anse du contenu de chacun de ces tubes dans un tube de bouillon d'Eva Litsky.

**Incuber à  $37 \pm 1^\circ \text{C}$  pendant 24 à 48 heures.** Les tubes présentant un trouble homogène et/ou une pastille violette au fond contiennent au moins un *streptocoque* du groupe « D » (**Fig. 13**).

**Lecture :**

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

- ❖ un trouble microbien.
- ❖ une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes (**Roux, 2003**).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (**Lebres, 2006**) (**Tab. 08**) (**Annexes**).

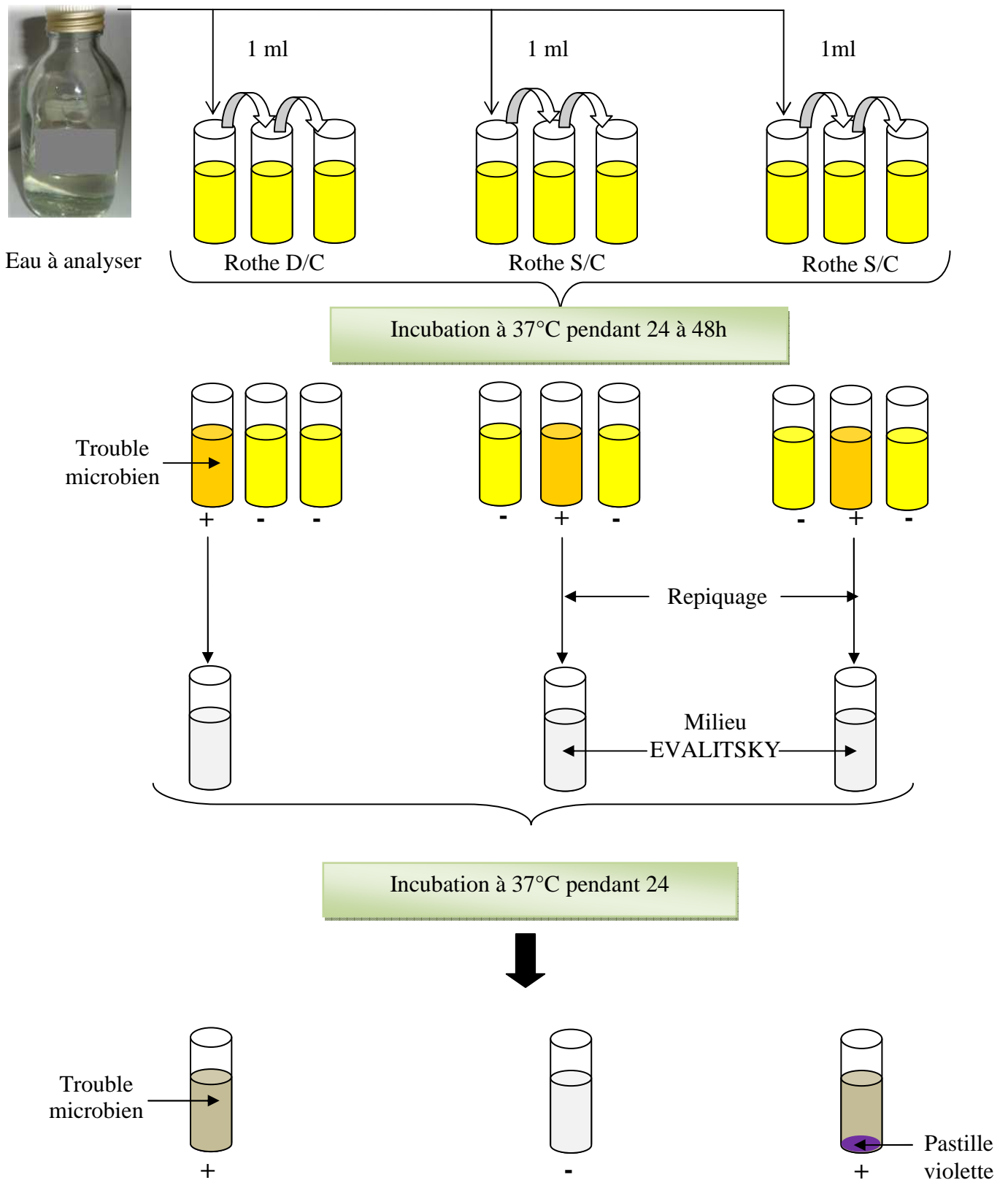


Figure 13 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux en milieu liquide

#### 4.4. Recherche et dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réductrices

Les bactéries anaérobies strictes à Gram positif et sporulées ont la capacité de réduire les sulfites en sulfures d'hydrogène. Les spores résistent au stress environnemental et en particulier aux radiations solaires. Parmi ces spores sulfito-réductrices, on trouve *Clostridium perfringens*, une espèce le plus souvent associée aux fèces d'animaux à sang chaud (Henze *et al.*, 2008).

Cette méthode consiste à rechercher, et dénombrer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les eaux, par incorporation en gélose en tubes profonds (Merzoug, 2009)

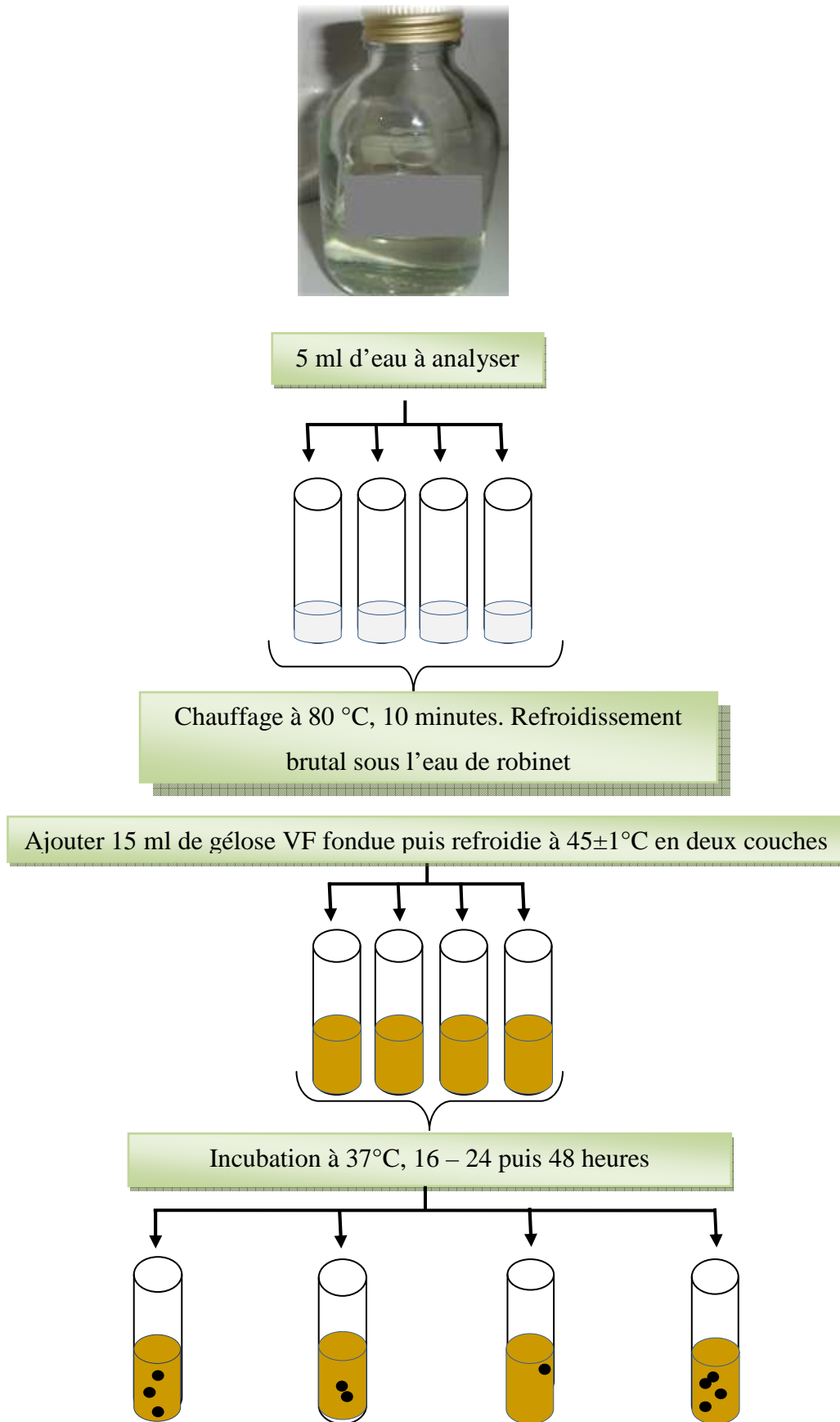
##### ➤ Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, introduire 25 ml dans un tube stérile et placer celui-ci dans un bain d'eau à 80 °C pendant 10 minutes dont le but de détruire toutes les formes végétatives de ces bactéries éventuellement présentes, puis refroidir immédiatement le tube. Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes stériles, à raison de 5 ml par tube. Ajouter à chaque tube 15 ml de gélose Viande Foie (VF) fondue, puis refroidir à  $45 \pm 1$  °C, additionnée d'une ampoule de sulfite de sodium et une ampoule d'alun de fer. Mélanger doucement en évitant les bulles d'air l'introduction d'oxygène (Fig.14). Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37 °C, pendant 24 à 48 heures (Lebres, 2005).

##### Lecture :

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

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



**Figure 14** : Recherche et de dénombrement des spores des anaérobies sulfito-réducteurs

## Résultats et discussion

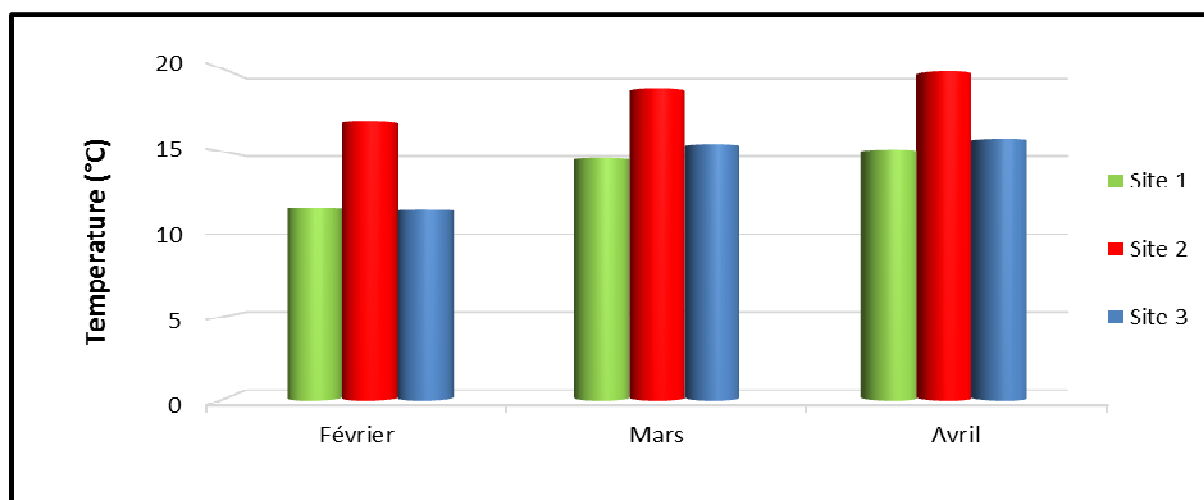
### 1. Résultats des analyses physico-chimiques

#### 1.1. La température

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle contrôle le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et ainsi que l'activité biologique. La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine (**Roux, 1987**) mais, il est important de la connaître avec une bonne précision. En effet, la température joue un rôle dans la solubilité des sels dissous donc sur la conductivité électrique et sur la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (**Rodier, 2005**).

Les résultats montrent que la température maximale enregistrée est 19.8 °C au niveau d'Oued Bouhamdane (site 02) pendant le mois d'avril, le minimale est noté pour Oued Seybouse (site 03) avec une valeur de 11.5 °C pendant le mois de février (**Fig. 15**).

Les variations de la température sont saisonnières et fortement influencées par le climat. La différence de température variée entre les trois sites peut trouver une explication par l'heure de mesure généralement et la relation de corrélation directe qui existe entre la température du site 2 et celle de site 3 montre que Oued Seybouse est influencé par Oued Bouhamdane à cause de l'effet des eaux thermale de Hammam Debagh. En matière de la température enregistrée durant la période d'étude les eaux des Oueds Cherf, Bouhamdane et Seybouse sont de qualité normale et ceci selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux en fonction de la température (**Agrigon, 2000 ; Hakmi, 2002**) (<20 °C= qualité normale) (**Tab. 04**) (**Annexes**).



**Figure 15:** Variations de la température de l'eau



## 1.2. Potentiel d'hydrogène

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "pH" est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou de base, il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présents. Le pH d'une solution aqueuse varie de 0 à 14, un pH de 7 signifie que la solution est neutre. Un pH inférieur à 7 indique que la solution est acide, et un pH supérieur à 7 indique que la solution est basique. Une solution est neutre lorsqu'il y a autant de H<sup>+</sup> que d'OH<sup>-</sup>. Le pH peut être déterminé par diverses méthodes d'analyses, telles que les indicateurs colorés, le papier-pH ou l'utilisation d'un pH-mètre (Rodier, 1996 ; Coulibaly, 2005 ; Moumouni, 2005).

La valeur maximale de ce paramètre a été enregistrée au niveau du site 03 pendant le mois d'avril tandis que la valeur minimale est mesurée au niveau du site 02 pendant le mois de février.

Les valeurs fluctuantes entre 7,08 et 8,48 sont légèrement alcalins (Tab.05) (Annexes). Cette gamme de pH favorise la croissance des microorganismes. Cette légère alcalinité des eaux des trois sites peut être rapportée essentiellement à la nature chimique des effluents rejetés dans les oueds et la nature des terrains traversés (Fig.16).

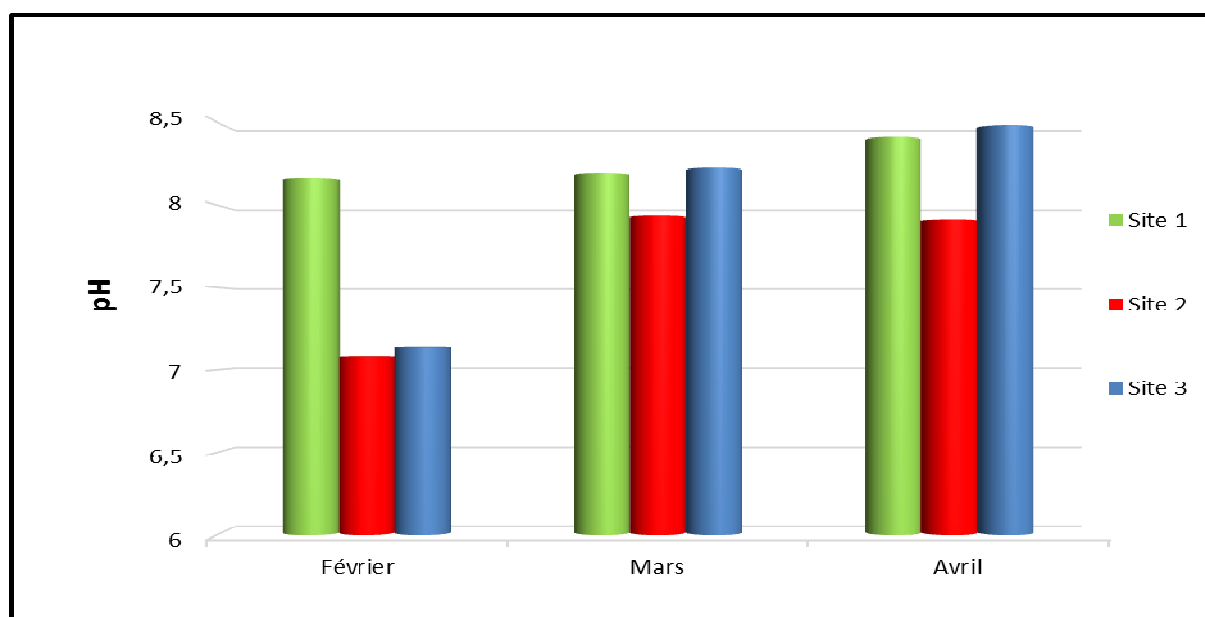


Figure 16 : Variations du pH de l'eau

## 1.3. L'oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous (O<sub>2</sub>) varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation

de l'eau et la disponibilité en nutriments (Rodier *et al.*, 1996). Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau (Thierrin *et al.*, 2001).

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une variation temporelle considérable d'oxygène dissous pendant la période d'étude au niveau des trois sites, qui varient entre une valeur minimale de 3.84 mg/L au niveau du site 2 pendant le mois d'avril, et une maximale de 6.99 mg/L au niveau du site 03 pendant le mois de mars.

Les variations de l'oxygène dissous ont une relation inverse avec la température, on note que l'augmentation de cette dernière est accompagnée par une diminution des teneurs en oxygène dissous comme le cas d'Oued Bouhamdane. Ces variations sont liées aux plusieurs facteurs physico-chimique et biologique, telle que les échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau, les réactions d'oxydoréduction et l'activité photosynthétique (Fig.17).

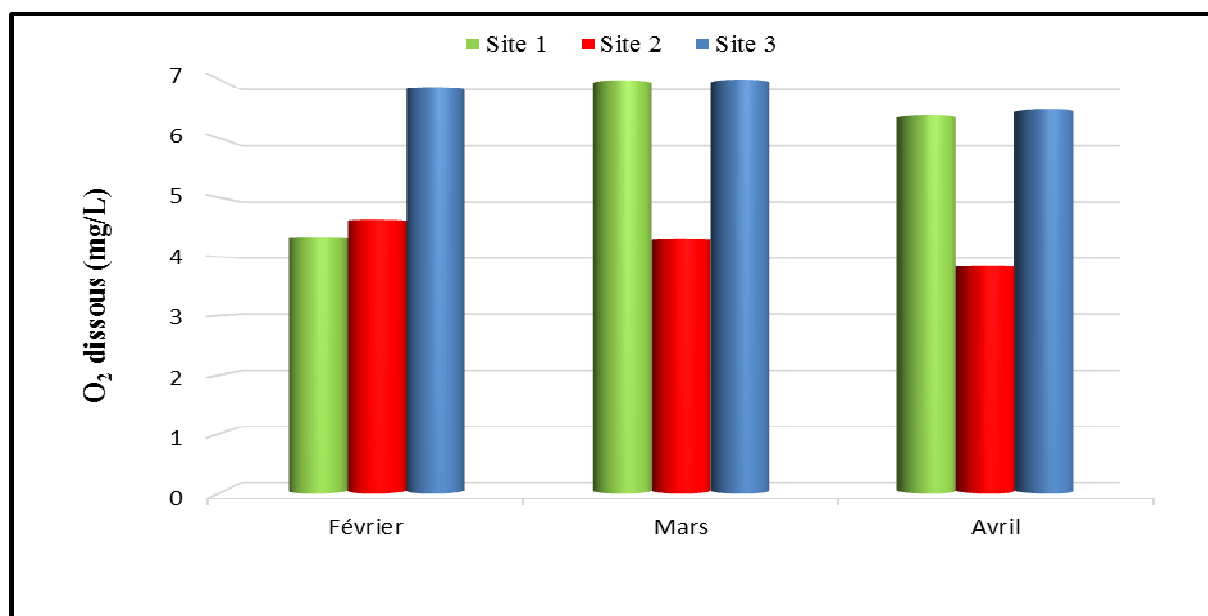


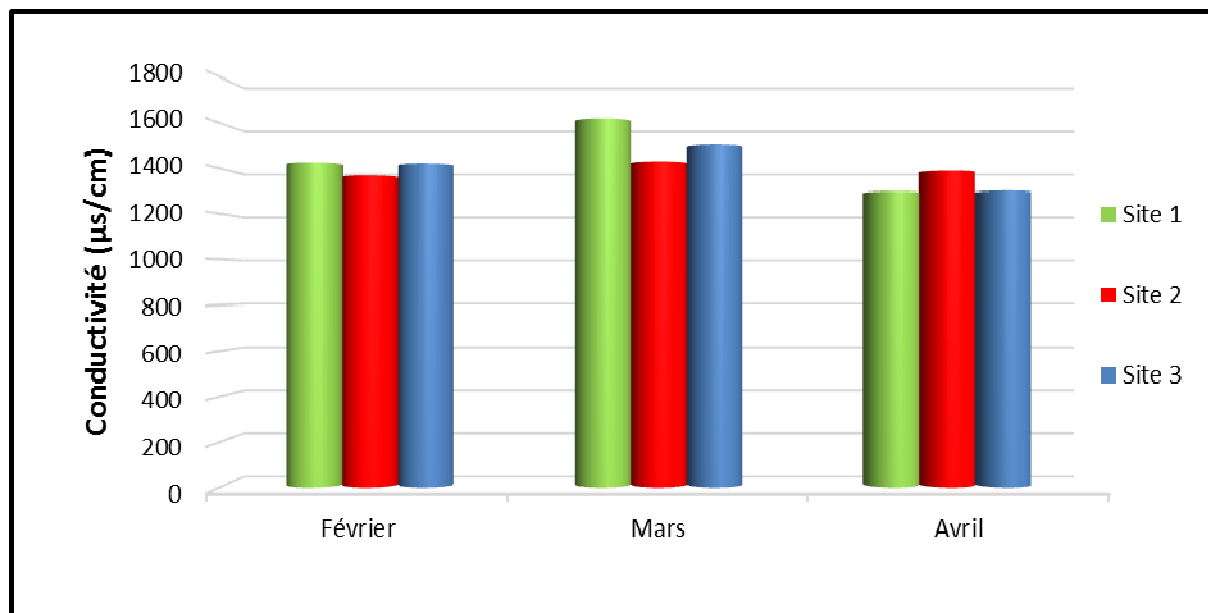
Figure 17 : Variations des teneurs en oxygène dissous dans l'eau

#### 1.4. La conductivité électrique

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

Une conductivité électrique élevée est signe de pollution du cours d'eau. Les résultats (Fig.18) montrent que les plus fortes valeurs de la conductivité électrique sont

enregistrées au mois de mars probablement à cause de l'agitation de l'eau des oueds et du brassage des bassins versants riches en éléments chimiques. La plus forte conductivité (1619  $\mu\text{s/cm}$ ) est enregistrée au niveau du site 01 pendant le mois de Mars, alors que la plus faible valeur de 1298  $\mu\text{s/cm}$  est enregistrée au niveau du site 01 pendant le mois d'avril (**Tab.06**) (**Annexes**).



**Figure 18 :** Variations de la conductivité électrique de l'eau

Notre étude a montré des valeurs de la conductivité électrique supérieures à 1000  $\mu\text{s/cm}$ , ce qui indique que les eaux de surface des Oueds Cherf, Bouhamdane et Seybouse sont très riches en éléments dissous au quels s'ajoute la minéralisation de la matière organique (issue des rejets urbains) qui s'accélère dans les eaux à température élevée (**Rodier, 1984**), donc l'eau est de qualité passable à médiocre selon la grille de appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la conductivité (**Tab.06**) (**Annexes**), et on peut dire aussi que cette région est à vocation agricole.

### 1.5. La salinité

Concernant la salinité, les résultats obtenus montrent que celle-là a connu un minimum 0.5 psu au niveau des trois sites S1, S2 et 03 au mois de février, et un maximum de 1.4 psu enregistré dans les sites S1 et S3 pendant le mois d'avril (**Fig.19**).

Les teneurs de la salinité sont légèrement élevées dans les trois stations à cause des concentrations élevées de la conductivité électrique c'est-à-dire l'eau est très chargée en éléments nutritifs.

Les variations de la salinité des Oueds Cherf et Seybouse sont similaires, on peut dire que la salinité d'Oued Seybouse est fortement liée aux variations de celle d'Oued Cherf qui traverse un terrain à vocation agricole par excellence.

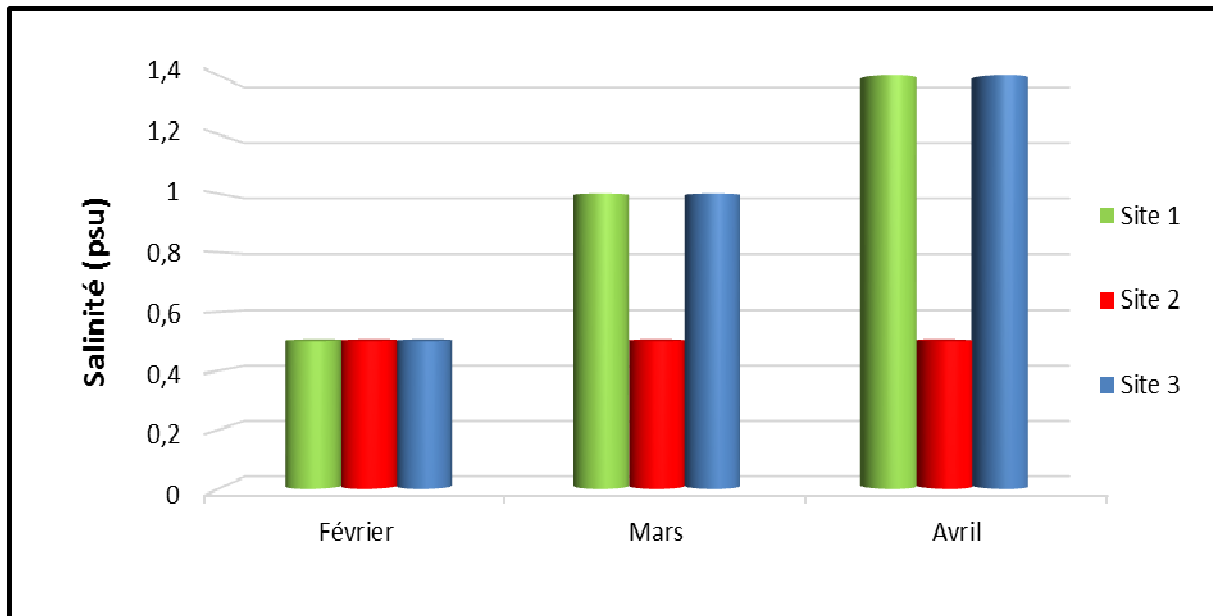


Figure 19 : Variations de la salinité de l'eau

### 1.6. La turbidité

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

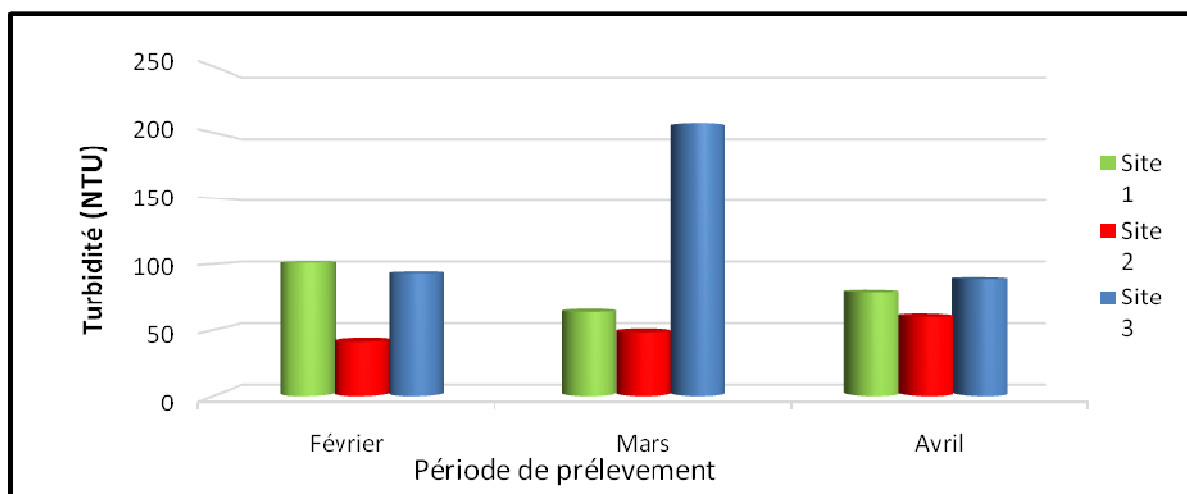


Figure 20: Variations de la turbidité de l'eau

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

Pendant le mois de mars on a observé une valeur maximale de 207.2 NTU dans le site03, elle est due au ruissèlement de oued Cherf et oued Bouhamdane et également à la forte agitation des masses d'eau de ces deux oueds. Tandis que la valeur minimale est de 41.1 NTU, enregistrée au niveau du site 02 (**Fig. 20**).

Les résultats obtenus de la turbidité indique que ces eaux sont troubles selon la grille d'appréciation des eaux superficielles de **Monod (Tab.07) (Annexes)**.

## **2. Résultats des analyses bactériologiques**

Les analyses bactériologiques ont été réalisés au laboratoire de microbiologie de l'Université 08 mai 45 Guelma.

Nous avons effectué pendant notre travail un dénombrement et une recherche systématique des germes indicateurs de pollution qui sont :

- Les micro-organismes coliformes (coliformes totaux).
- Les coliformes fécaux (thermo-tolérant).
- Les streptocoques fécaux.
- Les spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs.

Les résultats des analyses bactériologique des échantillons d'eau prélevés et que nous avons obtenues sont présentés sous forme des tableaux et des diagrammes exprimant les différentes variations de tous les paramètres étudiés.

### **2.1. Résultats de la recherche et dénombrement des micro-organismes revivifiables**

La recherche des micro-organismes aérobie 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. Les bactéries hétérotrophes sont celles qui se nourrissent de substances organiques et elles forment un groupe très diversifié. Leur numération donne une indication de la charge totale d'un échantillon d'eau en bactéries aérobie et anaérobies facultatives. Ce sont des indicateurs qui révèlent la présence possible d'une contamination bactériologique (**Abdellioui et al., 2012**).

Nos résultats (**Fig. 22**) ont montrés que le nombre des germes totaux incubés à 22°C en mois de février est plus de 300 dans les trois sites 1,2 et 3 par apport les autres mois surtout avec un taux maximum de 289 UFC /1ml, pendant le mois d'avril dans le site 2, et un minimum de 24 UFC /1ml au mois de mars dans le site 3.

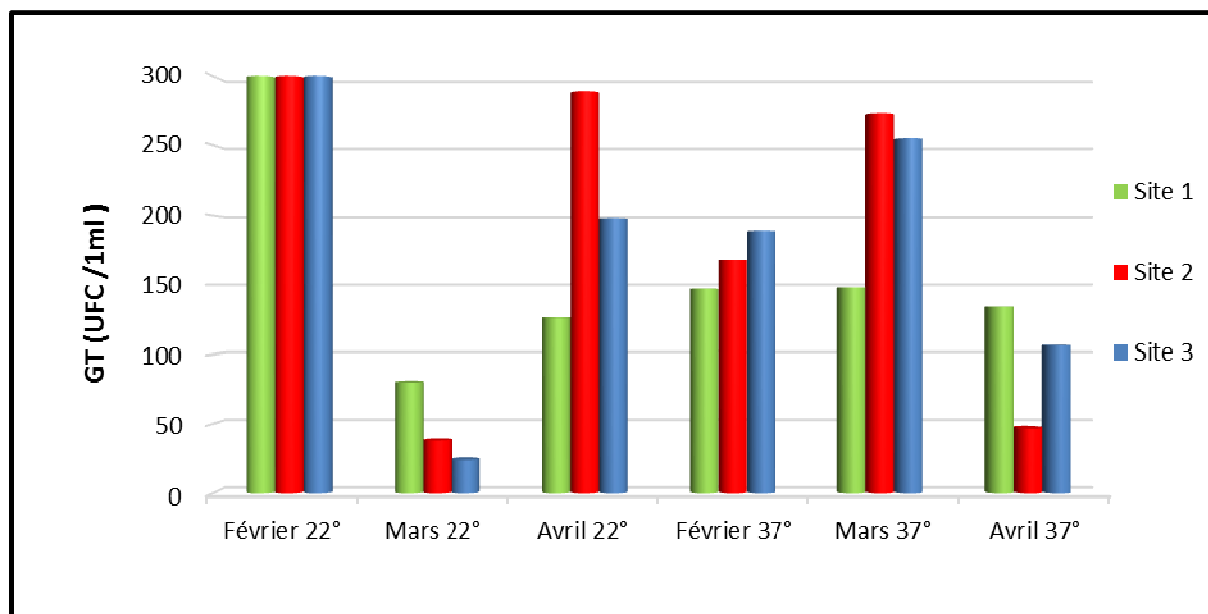
Pour les germes incubés à 37°C, on' a enregistré des taux plus au moins différents signalant que la valeur maximale atteint 273 UFC/ml a été observée dans le site 2 durant le mois de mars, tandis que la valeur minimale qui a été enregistré est de 47 UFC/1 ml dans le site 2 durant le mois d'avril

D'une façon générale, le nombre des germes revivifiables à 22 °C en mois de février et avril est plus élevé qu'en mois de mars, le contraire pour les revivifiables à 37 °C. Ainsi que le nombre des germes dans Oued Bouhamdane (S2) et Oued Seybouse (S3) est élevé généralement par rapport à l'Oued Cherf, cela peut s'expliqué par les variations des chutes de pluie et l'influence de la température sur la croissance de ces microorganismes. On peut dire que la contamination des d'eaux de Oued Seybouse est à cause de celle d'Oued Bouhamdane (**Fig. 22**).



**Figure 21:** Photo présentant le résultat de la recherche des micro-organismes revivifiables.

(Photo prise par Ourdjini A., 2017)



**Figure 22:** Variations du nombre des germes revivifiables à 22 et à 37 °C dans l'eau

## 2.2. Résultats de la recherche et dénombrement des coliformes

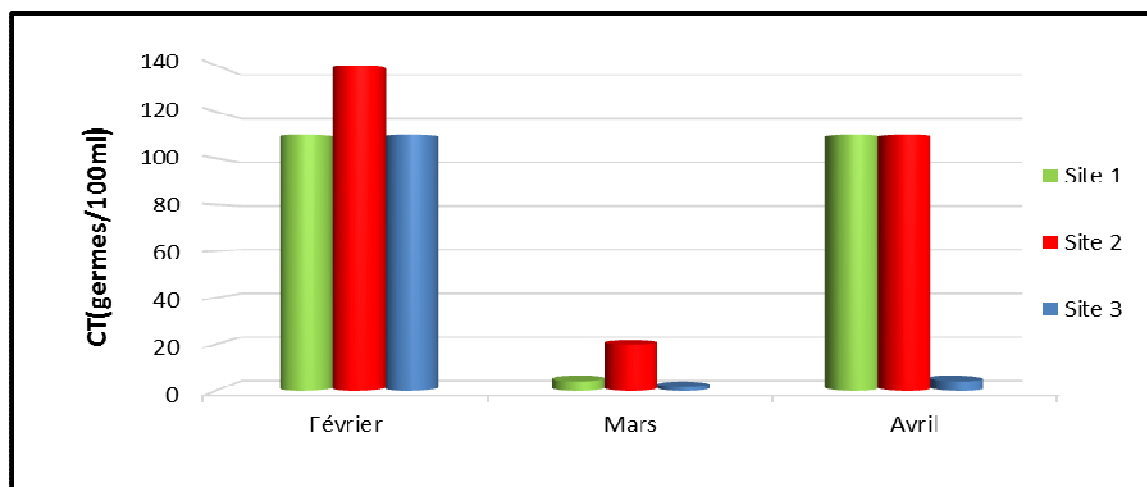
### 2.2.1. Résultats de la recherche et dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes totaux ne s'utilisent plus comme indicateur de contamination fécale, car les progrès de la taxonomie montrent qu'ils ne sont pas spécifiques de l'intestin des humains ou des autres mammifères à sang chaud et qu'ils peuvent également se trouver dans l'environnement. (Sophie, 2013).

Nous avons constaté que le nombre de coliforme totaux varie entre 4 CT/100 ml comme valeur minimale dans l'Oued Seybouse au mois de mars, et 140 CT/100 ml comme valeur, qui représente une valeur maximale en mois de février dans Oued Bouhamdane.

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

Nos résultats montrent que Le nombre des coliformes totaux dans Oued Bouhamdane et Oued Cherf en mois de février et le mois de mars, indique la présence d'une forte pollution par les déchets et les rejets domestiques. Les valeurs élevées de coliformes fécaux sont enregistrés toujours dans l'Oued Bouhamdane. Il y'a d'autre origine de pollution talques l'activité agricole dans la région de Medjez Ammar, il est noté aussi que les eaux de ruissellement ont eues une influence sur le nombre de germes calculé lors du première prélèvement qui a eu lieu après de fortes précipitation (Fig. 23).



**Figure 23 :** Variations du nombre des coliformes totaux dans l'eau

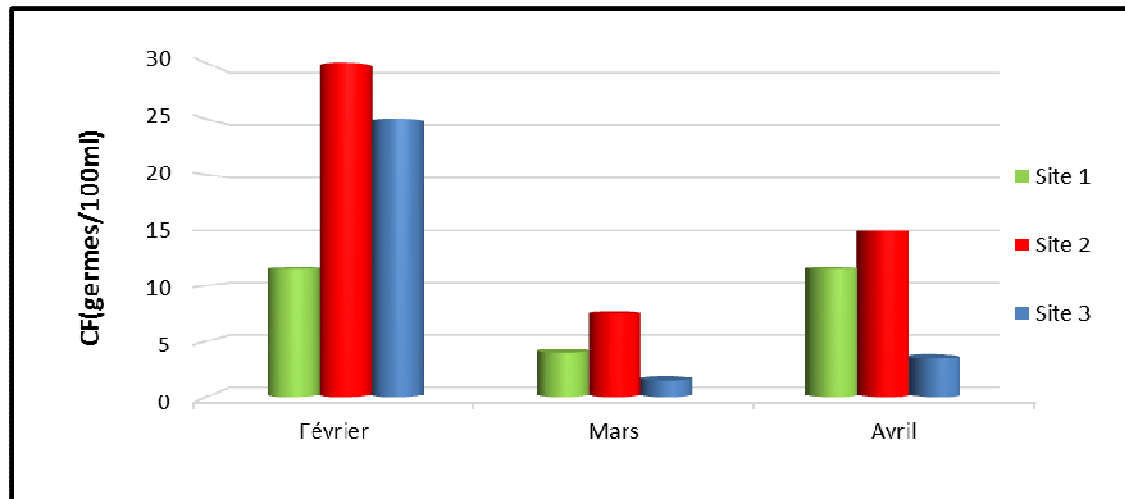
### 2.2.2. Résultats de la recherche et dénombrement des coliformes fécaux

Pour le nombre des germes coliformes fécaux est un indice complémentaire confirmatif de la présence *d'Escherichia coli* parmi les coliformes dénombré précédemment.

Nos résultats montrent que le nombre des coliformes fécaux varie entre 1.5 CF/100 ml et 30 CF/100 ml et cette valeur maximale a été enregistrée au niveau d'Oued Bouhamdane (site 2) au mois de février, tandis la valeur minimale a été enregistrée dans le site 3 pendant le mois de mars. Les nombres élevés de coliformes fécaux sont enregistrés toujours dans l'Oued Bouhamdane. Cette contamination est due à une pollution d'origine fécale (eau usée,...etc.) au niveau ces sites de prélèvement.

En constate aussi que le nombre des coliformes fécaux est inférieure à celui des coliformes totaux (Fig.24).





**Figure 24:** Variations du nombre des coliformes fécaux dans l'eau

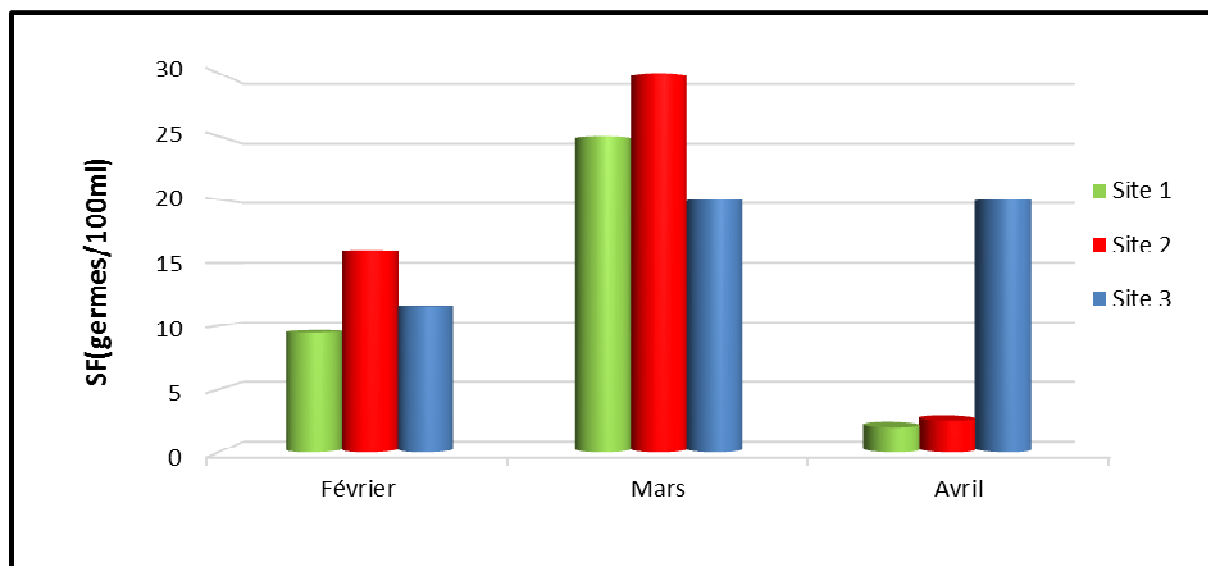
### 2.2.3. Résultats de la recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

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

Le graphe agrémentée dans la **Figure (25)** nous a montré que le nombre des germes appartenant à ce groupe bactérien varie entre 2 et 30 SF/100 ml.

La valeur maximale a été enregistrée au niveau de Oued Bouhamdane pendant le mois de mars (30 SF/100 ml), et la valeur minimale a été notée dans l'Oued Cherf au mois d'avril.

Les fortes concentrations en Streptocoques fécaux sont enregistrées pendant le mois de mars dans les trois sites. Cette forte présence est due à la contamination des eaux des Oued par la matière fécale d'origine animale surtout pendant ce mois de broutement et l'effet de ruissellement.



**Figure 25:** Variations du nombre des streptocoques fécaux dans l'eau

#### 2.2.4. Résultats de la recherche et dénombrement des spores des Anaérobies Sulfite-Réducteurs

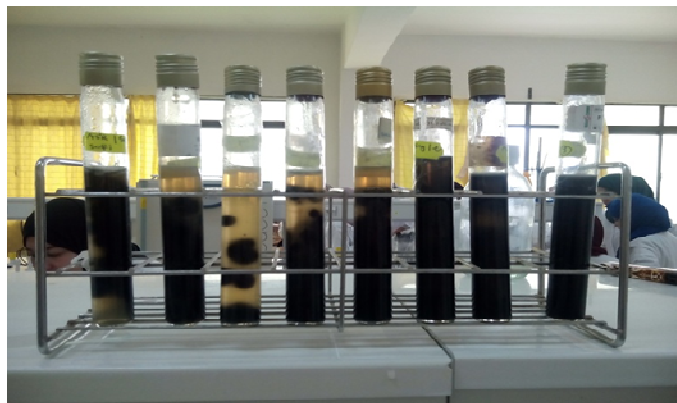
La présence des ASR dans les eaux de surfaces est très probable où on trouve les formes sporulantes beaucoup plus résistante que les formes végétatives. Leur présence indique une contamination ancienne d'origine fécale. (Boudraa, 2016 ; Rejsek, 2002).

Nos résultats (Tab.02), montrent l'absence totale d'halo noire dans les tubes contenant le milieu VF (viande foie) dans les trois sites de prélèvement (1,2 et 3) pendant les mois de février et mars ce qui explique l'absence totale des spores anaérobies sulfites réductrices aux forme végétatives.

Contrairement aux ces derniers, les résultats du mois d'avril montrent la présence d'halo noire dans les tubes qu'on a analysés. A noter la valeur minimale (20 ASR/5ml) qui a été enregistrée dans l'Oued Cherf. Une importante pollution fécale ancienne, surtout dans Oued Bouhamdane et Oued Seybouse (Fig. 26).

**Tableau. 02.** Les résultats de la recherche et dénombrement des spores des ASR dans les trois sites

	Site1	Site2	Site3
<b>Février</b>	0	0	0
<b>Mars</b>	0	0	0
<b>Avril</b>	20	indénombrable	indénombrable



**Figure 26:** Résultat de la recherche des spores des ASR (Photo prise par Chekirou H., 2017)

### 2.5. Origine de la pollution fécale

Les coliformes fécaux sont très sensibles à l'environnement, Les streptocoques fécaux (Entérocoques D) : plutôt d'origine animale, Coques à Gram positif, plus résistants qu'*E.coli*. Peuvent également être utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement et donc de pollution ancienne.

L'origine de la pollution fécale est reliée au rapport quantitatif des coliformes fécaux sur les streptocoques fécaux (CF/SF). Lorsque ce rapport CF/SF est supérieur à 4, la pollution est essentiellement humaine (rejet des eaux usées) (**Borrego et Romero, 1982**). Lorsqu'il est inférieur à 0.7, l'origine est animale, notamment le bétail et en particulier les moutons, semble jouer un rôle prédominant dans la contamination de l'eau (**Geldreich, 1976**).

Donc la détermination pratique de l'origine de la pollution fécale est indiquée par le rapport CF/SF :

- Si le rapport CF/SF est inférieur ou égal à 0,7 ( $CF/SF \leq 0,7$ ), la contamination est principalement ou entièrement d'origine animale, la source probable est les déchets de bétail ou de basse-cour.
- Si le rapport CF/SF est compris entre 0,7 et 1 ( $0,7 < CF/SF < 1$ ), la contamination est mixte à prédominance animale.
- Si le rapport CF/SF est compris entre 1 et 2 ( $1 < CF/SF < 2$ ), origine incertaine de contamination.
- Si le rapport CF/SF est compris entre 2 et 4 ( $2 < CF/SF < 4$ ), la contamination est mixte à prédominance humaine. (**Debabza, 2005**).

- Si le rapport CF/SF est supérieur ou égal à 4 ( $CF/SF \geq 4$ ), la contamination est exclusivement humaine, la source probable de contamination est les déchets humains (Borrego et Romero, 1982) (Tab. 03).

**Tableau 03 :** Rapport CF/SF des eaux des sites du prélèvement au cours la période d'étude

	CF/SF		
	Février	Mars	Avril
<b>Oued Cherf</b>	<b>1.21</b>	<b>0.16</b>	<b>5.75</b>
L'origine de pollution	origine incertaine	animale	<b>Humaine</b>
<b>Oued Bouhamdane</b>	<b>1.87</b>	<b>0.25</b>	<b>6</b>
L'origine de pollution	origine incertaine	animale	<b>Humaine</b>
<b>Oued Seybouse</b>	<b>2.17</b>	<b>0.07</b>	<b>0.17</b>
L'origine de pollution	contamination est mixte à prédominance <b>humaine</b>	animale	Animale

Ce résultat montre que l'origine de la contamination fécale des trois sites est généralement animale, cela peut s'expliquer peut être par la présence d'activité de pâturage où terrains traversés par Oued Cherf et Oued Bouhamdane, et l'utilisation des matières fécales des animaux comme engrais dans l'agriculture surtout en mois de mars.

## **Conclusion**

Notre travail consiste à déterminer quelques paramètres physico-chimiques de l'eau d'Oued Seybouse qui est formé par la rencontre de Oued Cherf et Oued Bouhamdane dans la région de Medjez Ammar, et à évaluer la qualité bactériologique par la recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale dans les trois Oueds, ainsi que de connaître l'origine de la pollution fécale au niveau de l'amont d'Oued Seybouse. Cette étude est basée sur les analyses des échantillons à partir de trois sites pendant le mois de février, mars et avril 2017.

Les résultats des analyses physiques durant la période d'étude révèlent des variations saisonnières de la température des eaux qui sont influencées par le climat de la zone. Elle varie entre 11,50 et 19,80 °C. Les eaux de ces Oueds sont des eaux douces et troubles, avec un pH légèrement alcalin entre 7,08 et 8,48, une conductivité électrique élevée supérieure à 1000µS/cm ce qui rend la qualité des eaux de ces trois Oueds passable à médiocre. Les eaux d'Oued Bouhamdane en sont pas bien oxygénées à cause de la chaleur des eaux thermales de Hammam Debagh.

Du point bactériologique, les analyses ont portées principalement sur la recherche et la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale, à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et spores des bactéries anaérobies sulfite-réducteurs. Les résultats obtenus nous permettent de conclure qu'il y a une contamination fécale récente dans l'Oued Cherf et Oued Bouhamdane par la présence des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, et une contamination fécale ancienne importante dans l'Oued Bouhamdane et Oued Seybouse en mois d'avril.

Le rapport (CF/SF) indique que cette pollution est généralement d'origine animale dans les trois sites, cela peut s'expliquer par la présence d'activité de l'élevage et de pâturage où terrains traversés par Oued Cherf et Oued Bouhamdane, et peut être liée à l'utilisation des matières fécales des animaux comme engrais dans l'agriculture.

D'après ces résultats, nous pouvons conclure que l'eau d'Oued Seybouse au niveau de l'amont est influencée par les caractères physico-chimiques et la qualité bactériologique de l'eau d'Oued Bouhamdane, à cause de la forte corrélation entre les propriétés des eaux des deux écosystèmes aquatiques.

Pour résoudre le problème de la pollution fécale et mieux comprendre la bio-surveillance de Oued Seybouse, beaucoup d'études peuvent être faites notamment :

- L'installation des systèmes d'évacuation des eaux usées au niveau des Oueds Cherf et Bouhamdane pour le traitement physique, chimique et la désinfection.
- L'analyse périodique des paramètres physico-chimiques et bactériologiques à partir de plusieurs points de prélèvements.
- Organisation et modernisation des activités d'élevage dans la région.

## Références bibliographiques

### A

- **Abdellioui S., Boukhdin A. et Hamzaoui H., (2012).** Qualité microbiologique d'un écosystème Lotique Cas de l'Oued El Kbir Ouest (Skikda, Nord-Est Algérien). Mémoire de master .Université 08 mai 1945 Guelma.20p.
- **Aberkane M., (2011).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Garaet hadj Tahar (Skikda), Université 08 mai 1945 Guelma, 43-62-79-84p.
- **Achi I. et Kherafi N., (2016).** Caractéristiques physico-chimiques d'un cours d'eau (cas de l'Oued Charef) dans la Guelma (Nord-est algérien).Mémoire de master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 19p.
- **Agrigon A., (2000).** Annuaire de la qualité des eaux et des sédiments. *DUNOD*. 206p.
- **Aminot A. et Chaussied M., (1983).** Manuel des analyses Chimiques en milieu marin. 395p.
- **Amiri F. et Boualleg W., (2014).** Étude bactériologique de l'eau de la retenue collinaire «Hadjar gafia» de la commune Nechmaya (Wilaya de Guelma). Mémoire de Master. Université 08 Mai 1945 Guelma, 8-21p.
- **Arab A., (2004).** Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chelif et du bassin du Mazafran. Vol. Thèse de Doctorat. pp. Université Houari Boumediène.
- **Archibald F., (2003).** Coliformes fécaux. Institut national de santé publique de Québec. 3p.

### B

- **Bensaoula F., Adjim M. et Bensalah M., (2007).** L'importance Des Eaux Karastiques Dans L'approvisionnement En Eau De La Population De Tlemcen.Larhyss Journal, N°06, pp 57-64.

- **Blackwood C.M., (1987).** L'eau dans les usines de traitement du poisson. Food & Agriculture org, 80p
- **Boeglin J.C., (2006).** Contrôle des Eaux Douces Et De Consommation Humaine. Dans: Techniques De L'ingénieur W1: Technologie Des Eaux. Techniques De L'ingénieur. Chap. P4 210, pp: 1-24.
- **Boeglin J.C., (2006).** Propriétés Des Eaux Naturelle Dans: Techniques De L'ingénieur W1: Technologie Des Eaux. Techniques De L'ingénieur. Chap .G1 110, pp: 1-8.
- **Borrego A.F. et P. Romero., (1982).** Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area II. Relationship between fecal coliforms and fecal streptococci. *Vie journée étud. Pollutions*, Cannes, France, pp. 561-569.
- **Borrego J., (1982).** Estudio de los bacteriofagos d'Escherichia coli en agua de mar. Thèse.
- **Boucherit A. et Hakimi H., (2016).** Contribution à l'étude de la qualite physico-chimique et bacteriologique de l'eau du barrage Hammam Debagh-Guelma, Mémoire de Master. Université 08 Mai Guelma, 31p.
- **Boudraa W., (2016).** Contribution à l'étude écologique de l'avifaune aquatique d'une zone humide péri-urbaine : cas du marais de bousedra (Nord-est de l'Algérie).Thèse de doctrat.Université de BADJI MOKHTAR.ANNABA.
- **Bouras Z. et Sekfali S., (2013).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux superficielles «cas d'Oued Zénati» (Nord–Est Algérien. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma.9-10-20p.
- **Bourgeois C.M. et Leveau J.Y., (1980).** Techniques d'Analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. *APRIA*. 331p.
- **Brisou M-J., (1976).** An environmental sanitation plan for the Mediterranean seaboard; pollution and human health. Word Health Organisatio, Geneva.

## C

- **CamilleD., (2003).** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation, prélèvements, analyses. *Tec et Doc* 156 p.
- **Camille D., (2010).** Surveillance Sanitaire et Microbiologique Des Eaux. 2<sup>eme</sup> Edition/ 201 202 2004 2005P.



- **Carbonnelle D. et Kouyoumdjian S., (1988).** Bactériologie médicale techniques usuelles. *Méd. Mal. Inf.* 251 p.
- **Cardot C., (1999).** Les Traitement Des Eaux (Procédés Physicochimiques; Cours Et problèmes Résolus), Ellipse. 247p.
- **Castany G., (1982).** Hydrogéologie principes et méthodes, édition *DUNOD*.
- **Chaouch R., (2007).** Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba: aspect physico-chimique et bactériologique des eaux. Mémoire de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba. 105p
- **Chelle F., Dellale M., Dewa Chter M. et Mapakou F., (2005).** Epuration des eaux usées pourquoi et comment épuré (Festival de science).
- **Chocat B., (1997).** Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Technique et Documentation. 121p.
- **Coulibaly K., (2005).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de L'eau des puits de certains quartiers du district De Bamako. Thèse De Doctorat. Université De Bamako, 69p.

## *D*

- **Dajoz R., (2000).** Précis d'hydrologie. 7<sup>ème</sup> édition *DUNOD*, 300p.
- **Debabza M., (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba, Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes.
- **Debieche T.H., (2002).** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote, les métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord –Est algérienne. Thèse de doctorat. Université de Constantine. 235p.
- **Denis F., Ploy M., Martin C., Bingen E. et Quentin R., (2007).** Bactériologie médicale : techniques usuelles. Elsevier Masson. 594 p.
- **Drissi S., (2008).** Qualité DS Eaux De Quelques Dans la Région De Souk-Ahras. Mémoire De Magister. Centre Universitaire De Souk Ahras.69 P.

## G

- **Geldreich E., (1976).** Fecal coliform and fecal streptococcus density relationships in waste discharges and receiving waters. *Crit. Rev. Environ. Control*, 6, 349-369.
- **Genin B., Cauvin C. et Menarod Educagris F., (2003).** Cours d'eau et indice biologique. Pollution. Méthodes IBGN; édition *educagris*.
- **Geny P., Waechte P. et Yatchinovsky A., (1992).** Environnement Et Développement Rural : Guide De la Gestion Des Ressources Naturelles, Edition Frison-Roche (Ministère De la Coopération Et Du Développement, Agence De Coopération Culturelle Et Technique).418p.
- **Gerard G., (1999).** L'eau, milieu naturel et maîtrise, Édition INRA: Volume1, 204p.
- **Gerard M., (2003).** La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Rapport. Office parlement d'Evaluation des Choix scientifiques et Technologiques.
- **Ghedadbia M., (2012).** Contribution à l'identification générique des Cyanobactéries potentiellement toxiques et l'étude de leurs paramètres de croissance: Cas du Lac Tonga. Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar-Annaba.2p.
- **Grosclaude G., (1999).** Un point sur l'eau. Tome II usages et polluants. Ed. INRA. Paris. 210p.
- **Guebailia A., (2017).** Comportement et succès reproducteur des Libellulidae (*genres Crocothemis et Trithemis*) (Odonata: Anisoptera) dans les milieux lenticques du bassin versant de la Seybouse. Université Mohammed Seddih Benyahia-Jijel.48p.
- **Gueroui Y., (2015).** Caractérisation hydrochimique et bactériologique des eaux souterraines de l'aquifère superficiel de la plaine de Tamlouka (Nord-Est Algérien). These de doctora. Université 08 Mai 1945 Guelma. 5-6p.

## H

- **Habila S., (2008).** Etude de l'impact du barrage Beni Haroun sur l'environnement: Effets éco-toxicologique. Mémoire de magister. Université de Jijel., 176p.
- **Hakmi A., (2002).** Traitement des eaux "analyse de l'eau de source bousfer ORAN, Mémoire de Magister. Université des sciences et de la technologie Oran.71p.

- **Henze M., Van Loosdrecht M.C.M., Ekama G. et Brdjanovic D., (2008).** Biological Wastewater treatment: principes, modeling and design. Technol Eng. 511p.
- **Herbet S. et Lecar B., (2000).** Suivi de la qualité des rivières et des petits cours d'eau. Québec; direction des suivie de l'état de l'environnement. Ministère de l'environnement, rapport n: QE.123.24p.
- **Hidouci S., (2009).** Qualité bactériologique des eaux du golfe d'Annaba. Mémoire de Magister en science de la mer. Université Badji-Moukhtar, Annaba. 132p.
- **Hilliard C. et Reedyk Arap S., (2000).** Les meilleurs pratiques de la gestion agricole la qualité de l'eau son compte.

## J

- **Jaskson R.E., (1980).** Pollution et protection des aquifères. Edition *UESCO*.

## K

- **Kan E. et Strelffe T., (2002).** Compagne suis de réassurance zuriche. wastewater treatment: principes, modelling and design. Technol Eng. 511p.
- **Khelifa R., Youcefi A., Kahlerras A., Al Farhan A., Al-Rasheid K. A. et Samraoui B., (2011).** L'odonatofaune (Insecta: Odonata) du bassin de la Seybouse en Algérie: intérêt pour la biodiversité du Maghreb. *Revue d'écologie* 66: 55-66p.
- **Kherchiche A. et Bouzidi A., (2013).** Impact de la pollution agricole et urbaine sur la qualité des eaux de surface: cas du barrage de Hammam Debagh-Guelma. Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 Guelma. 16-25-39p.

## L

- **Labres E., (2002).** Cours national d'hygiène et des microbiologies des aliments «Microbiologie des eaux des boissons et des produits de la mer». Institut Pasteur d'Algérie.34p.
- **Labres E., (2005).** Cours d'hygiènes et de (microbiologie des eaux,). Manuel des travaux pratique des eaux, institut Pasteur d'Algérie.

- **Labres E., (2006).** Manuel des travaux pratique: Analyse des eaux, institut Pasteur d'Algérie.60p.
- **Labres E., Azizi D. et Boudjellab B., (2006).** Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux: Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie.
- **Labres E. et 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.* 53p.
- **Lacoste Y., (2008).** L'eau dans le monde .Larousse, 2ème édition.128 p.
- **Larpent J.P., (1998).** Microbiologie alimentaire. Edition *TEC et DOC.*
- **Lounnas A., (2008).** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi – Kroma de skikda, Algérie. Mémoire de Magister. Université du 20 Aout 1955 Skikda. 120 p.

## M

- **Mahdjoub H.,** Cycle de vie et écologie de coenagrion mercuriale dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est de l'Algérie). Université Badji Mokhtar-Annaba, 2017.75p.
- **Mara D., (1980).** Sewage traitement in host climates, Ed .John Wiley and Sons.168p.
- **Mayat S., (1994).** Techniques de traitement: aliments et eaux, *1ère édition, Edisem,* 195p.
- **Merzoug S.E., (2009).** Etude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Benazzouz, wilaya de Skikda). Mémoire de Magister. Université 08Mai 1945 Guelma, 119p.
- **Mezian N., (2009).** Contribution à l'étude des macro-invertébrées d'Oued Seybouse: Ephemeroptera, Trichoptera, plecoptera et Bivalva. Mémoire de Magister.Université 8 Mai1945 Guelma. 169p.
- **Mitchell R., Yankofsky S. et Jannasch W., (1975).** Factors influencing the survival of enteric microorganisms in the sea. Edition Pergman Press. 290p.
- **Monod J., (1989).** Mémento Technique De L'eau 9<sup>ème</sup> Edition. Dégrémont. France. 591p.
- **Mouffok F., (2001).** Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer, institut Pasteur d'Alger.40p.

## O

- **Ozenda P., (1982).** Végétaux dans la biosphère. Doin Editeurs.

## R

- **Rabetafika H.N., Paquot M., Janssens L. et Castiaux A., (2006).** Développement durable et Ressources Renouvelables, ph. Dubois 2006, la Politique scientifique Fédérale. Rue de la Science 8 B-1000 Bruxelles. Belgique. 1, (4), 56-63p.
- **Ramade F., (2002).** Dictionnaire encyclopédique d'écologie et de science de l'environnement; 2<sup>ème</sup> édition DUNOD.
- **Reggam A., (2010).** Evaluation de la Qualité Physico–Chimique et Bactériologiques des Eaux Potables : Cas de la Station de Traitement de Hammam Debagh–Guelma, Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma, 75p.
- **Reggam A., (2015).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux d'Oued Seybouse. Thèse de doctorat. Université 08 Mai 1945 Guelma.
- **Rejsek F., (2002).** Analyse Des eaux- technique et Aspects réglementaires et, Sceren. Paris 360p.
- **Remini B., (2005).** la problématique de l'eau en Algérie. Collection hydraulique et transport, Blida.182p.
- **Rodier J., (1984).** L'analyse de l'eau. DUNOD. Paris. 1365p.
- **Rodier J., (2005).** L'analyse de l'eau; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer .8<sup>ém</sup> Edition. Dunod. 1383p.
- **Rodier J., (2009).** L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition, *DUNOD*. Paris.1579p.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P. et Champsaur H., (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. . 8<sup>ème</sup> édition *DUNOD*. 1384p.
- **Rouaiguia M., (2010).** *Qualité microbiologique de l'eau d'Oued Messida*. Mémoire de master 2. Université 8 mai 1945 Guelma. 78p.
- **Roux J.C., (1990).** Les Secrets De La Terre : L'eau Source De Vie. Editions De Brgm, Orléans Et La Compagnie Du Lierne, Paris.64p.

- **Roux., (2003).** TP de microbiologie : Analyses de l'eau. *NOVELLO Célia. IUP SIAL,* Université Paris 12p.

## S

- **Satha- Yalles A., (2008).** Caractérisation du peuplement Odontologie des bassins versants de Bouhamdène et Seybouse. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma. 113p.
- **Sayad L., (2008).** Qualité physico-chimique et bactériologie des eaux de l'écosystème lacustre Lac des Oiseaux (wilaya de Taraf). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba.125p.
- **Sophie V., (2013).** Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable: interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la santé publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale.13 p.

## T

- **Tandia C.T., (2007).** Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. *CREPA.* (3). 1-52.
- **Thierrin J., Steffen P., Cornaz S., Vualaz F.D., Balderer W., Looser M., Zpbrit J. et Zumstein J., (2001).** Guide pratique de l'échantillonnage des eaux souterraines. Société Suisse d'Hydrogéologie. 57p.
- **Tuffery C., (1980).** Incidence écologique de pollution. Edition *peson.*

## V

- **Villagines R., (2003).** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2<sup>ème</sup> Edition: Tec et Doc. Lavoisier.3p.

## W

- **World Health Organization (WHO), (1987).** Factors affecting treatment in ponds In Wastewater Stabilization pond: Principles of Planning and Practice, FMRO Technical Publication, 10, Alexandria.

## Z

- **Zouaidia H., (2006).** Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algérien. Cas de Mila.

## Webographie

[1].<http://www.bettembourg.lu/écologie/eau>.

[2].S.O.W.A. 2011.site Officiel de la Wilaya d'Annaba.

[3].Rapport sur l'Etat de l'Environnement de Guelma.

[4].<[www.guelma.org/francais/index2.php?rub=sejour&srub=promenades\\_guelma&got o=barrage\\_bouhamdane\\_guelma](http://www.guelma.org/francais/index2.php?rub=sejour&srub=promenades_guelma&got o=barrage_bouhamdane_guelma).

## Résumé

Situé dans la région de Guelma au Nord-Est Algérien, Oued Seybouse occupe une superficie d'environ 6570 km<sup>2</sup>. Il est alimenté principalement par Oued Bouhamdane et Oued Cherf. Ce cours d'eau est l'un des oueds qui est actuellement menacé par les activités humaines notamment les rejets des eaux usées et l'utilisation des eaux pour des besoins agricoles. Notre étude a été réalisée dans le but d'évaluer la qualité bactériologique au niveau de l'amont d'Oued Seybouse et de déterminer l'origine de contamination fécale, où on a effectué des prélèvements mensuels durant la période s'étalant de février à Avril 2017, à partir des estuaires d'Oued Bouhamdane et d'Oued Cherf. Les analyses effectuées portent principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. Les résultats des analyses physico-chimiques sont montrés que certains paramètres sont dans les normes des eaux superficielles douces ; une température saisonnière et une légère alcalinité qui varie entre 7.14 et 8.48 et une conductivité électrique élevée qui peut classer les eaux d'Oued Seybouse comme des eaux de qualité passable à médiocre. L'analyse bactériologique réalisée a montré qu'il y a une contamination fécale récente remarquée par la présence de 1.5 à 25 coliformes fécaux / 100 ml et de 11.5 à 20 Streptocoques fécaux/100ml, avec un nombre indécombrable des spores de Clostridium sulfite-réducteur au mois d'avril, ce qui signifie la présence d'une contamination ancienne. Le rapport CF/ SF est en général inférieur à 1, indique que cette contamination est d'origine animale dans les trois sites. Les variations de plusieurs paramètres abiotiques ou biotiques d'Oued Seybouse sont étroitement liées aux variations de celles d'Oued Bouhamdane

**Mots clés :** Qualité bactériologique, analyse physico-chimique, contamination fécale, Oued Seybouse, Guelma.



**Abstract**

**L**ocated in the Guelma region in Algerian Northeast, Seybouse Valley occupies an area of approximately 6570 km<sup>2</sup>. It is mainly fed by Bouhamdane Valley and Cherf Valley. This Watercourse is one of valleys which is currently threatened by human activities including the wastewater discharges and the use of the waters for agricultural needs. Our study was conducted in order to assess the bacteriological quality at the level of the upstream of Seybouse Valley and determine the origin of fecal contamination, where it was carried out monthly samples during the period from February to April 2017, from the estuaries of Bouhamdane and Cherf Valley. The analyzes carried out were primarily on the quantification of fecal contamination indicator bacteria to know the total coliforms, fecal coliforms and fecal streptococci. The results of physico-chemical analysis have shown that some settings are in the standards of surface waters soft; a seasonal temperature and a slight alkalinity which varies between 7.14 and 8.48 and high electrical conductivity which may classify the waters of Seybouse Valley like the waters of good to poor quality. The bacteriological analysis carried out has shown that there is a recent fecal contamination noticed by the presence of 1.5 to 25 fecal coliforms / 100 ml and 11.5 to 20 fecal streptococci/100ml, with an uncountable number of Sulfito-reducing Clostridium spores gear in April month, which means the presence of old contamination. The report CF/ SF is in general less than 1 indicates that this contamination is of animal origin in the three sites. The variations of several abiotic or biotic parameters of Seybouse Valley are closely linked to changes in those of Bouhamdane Valley.

**Key words:** Bacteriological quality, physico-chemical analysis, fecal contamination, Seybouse Valley, Guelma.

## الملخص

يقع وادي سيبوس في منطقة قالمة شمال شرق الجزائر، ويحتل مساحة تقارب 6570 كم<sup>2</sup>. يتشكل ويتغذى بشكل رئيسي من قبل وادي بوحمدان ووادي الشارف. ويعتبر واحدا من الأودية المهددة حاليا جراء الأنشطة البشرية، بما في ذلك تصريف مياه الصرف الصحي واستخدام المياه لتلبية الاحتياجات الزراعية. أجريت هذه الدراسة لتقييم النوعية البكتيريولوجية لمنبع وادي سيبوس وتحديد مصدر التلوث البرازي به. حثت أخذت العينات شهريا خلال الفترة الممتدة بين شهر فيفري وأبريل 2017 من مصبات وادي بوحمدان ووادي الشارف. التحليلات التي أجريت تركزت خاصة على تعداد البكتيريا المؤشرة على التلوث البرازي أي مجموعة البكتيريا المعوية الكلية، البكتيريا المعوية البرازية والمكورات السبحية البرازية. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية أن بعض هذه العوامل تشبه معايير المياه السطحية العذبة كدرجات الحرارة الموسمية والقلوية الطفيفة للمياه والتي تتراوح بين 7.14 و 8.48 والناقلية الكهربائية العالية التي يمكن أن تصنف مياه وادي سيبوس كمياه ذات نوعية مقبولة إلى رديئة. أما التحليل البكتيريولوجي فقد أظهر أن هناك تلوث برازي حديث وذلك من خلال وجود 1.5 إلى 25 بكتيريا معوية برازية / 100 مل ومن 11.5 إلى 20 مكورة سبحية برازية / 100 مل، مع عدد لا يحصى من أبواغ بكتيريا الكلوستريديوم المرجعة للكبريت في شهر أبريل، وهذا يعني وجود تلوث برازي قديم. نسبة البكتيريا المعوية البرازية إلى المكورات السبحية البرازية أقل من 1 عموما تدل على أن هذا التلوث هو من مصدر حيواني في المواقع الثلاثة. تغيرات العديد من العوامل الحيوية أو غير الحيوية في مياه وادي سيبوس ترتبط ارتباطا وثيقا بتغيرات هذه العوامل في مياه وادي بوحمدان.

**الكلمات المفتاحية:** النوعية البكتيريولوجية ، التحليل الفيزيوكيميائي، التلوث البرازي، وادي سيبوس، قالمة.

**Tableau 04 :** Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Agrigon, 2000; Hakmi, 2002).

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

**Tableau 05 :** Classifications des eaux d'après leur pH (Agrigon, 2000; Hakmi, 2002).

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 surface.
5.5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité forte, évaporation intense

**Tableau 06 :** Qualité des eaux en fonction de la conductivité électrique (Merzoug, 2009).

Conductivité électrique (µs/cm)	Qualité des eaux
CE<400	Bonne
400<CE<750	Bonne
750<CE<1500	Passable
1500<CE<3000	Médiocre

**Tableau 07 :** Grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielles d'après Monod (1989).

Turbidité (NTU)	Qualité de l'eau
NTU<5	Eau claire.
5<NTU<30	Eau légèrement trouble.
NTU>50	Eau trouble.

**Tableau 08 : Table de Mac Grady (Mouffok, 2001).**

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

## Résumé

Situé dans la région de Guelma au Nord-Est Algérien, Oued Seybouse occupe une superficie d'environ 6570 km<sup>2</sup>. Il est alimenté principalement par Oued Bouhamdane et Oued Cherf. Ce cours d'eau est l'un des oueds qui est actuellement menacé par les activités humaines notamment les rejets des eaux usées et l'utilisation des eaux pour des besoins agricoles. Notre étude a été réalisée dans le but d'évaluer la qualité bactériologique au niveau de l'amont d'Oued Seybouse et de déterminer l'origine de contamination fécale, où on a effectué des prélèvements mensuels durant la période s'étalant de février à Avril 2017, à partir des estuaires d'Oued Bouhamdane et d'Oued Cherf. Les analyses effectuées portent principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale à savoir les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. Les résultats des analyses physico-chimiques ont montrés que certains paramètres sont dans les normes des eaux superficielles douces ; une température saisonnière et une légère alcalinité qui varie entre 7.14 et 8.48 et une conductivité électrique élevée qui peut classer les eaux d'Oued Seybouse comme des eaux de qualité passable à médiocre. L'analyse bactériologiques réalisées a montrée qu'il y a une contamination fécale récente remarquée par la présence de 1.5 à 25 coliformes fécaux / 100 ml et de 11.5 à 20 Streptocoques fécaux /100 ml, avec un nombre indénombrable des spores de Clostridium sulfito-réducteur au mois d'avril, ce qui signifie la présence d'une contamination ancienne. Le rapport CF/ SF est en général inférieur à 1, indique que cette contamination est d'origine animale dans les trois sites. Les variations de plusieurs paramètres abiotiques ou biotiques d'Oued Seybouse sont étroitement liées aux variations de celles d'Oued Bouhamdane

**Mots clés :** Qualité bactériologique, analyse physico-chimique, contamination fécale, Oued Seybouse, Guelma.

## Abstract

Located in the Guelma region in Algerian Northeast, Seybouse Valley occupies an area of approximately 6570 km<sup>2</sup>. It is mainly fed by Bouhamdane Valley and Cherf Valley. This Watercourse is one of valleys which is currently threatened by human activities including the wastewater discharges and the use of the waters for agricultural needs. Our study was conducted in order to assess the bacteriological quality at the level of the upstream of Seybouse Valley and determine the origin of fecal contamination, where it was carried out monthly samples during the period from February to April 2017, from the estuaries of Bouhamdane and Cherf Valley. The analyzes carried out worn primarily on the quantification of fecal contamination indicator bacteria to know the total coliforms, fecal coliforms and fecal streptococci. The results of physico-chemical analysis have shown that some settings are in the standards of surface waters soft; a seasonal temperature and a slight alkalinity which varies between 7.14 and 8.48 and high electrical conductivity which may classify the waters of Seybouse Valley like the waters of good to poor quality. The bacteriological analysis carried out has shown that there is a recent fecal contamination noticed by the presence of 1.5 to 25 fecal coliforms / 100 ml and 11.5 to 20 fecal streptococci/100 ml, with an uncountable number of Sulfito-reducing Clostridium spores gear in April month, which means the presence of old contamination. The report CF/ SF is in general less than 1 indicates that this contamination is of animal origin in the three sites. The variations of several abiotic or biotic parameters of Seybouse Valley are closely linked to changes in those of Bouhamdane Valley.

**Key words:** Bacteriological quality, physico-chemical analysis, fecal contamination, Seybouse Valley, Guelma.

## المخلص

يقع وادي سيبوس في منطقة قالمة شمال شرق الجزائر، ويحتل مساحة تقارب 6570 كم<sup>2</sup>. يتشكل ويتغذى بشكل رئيسي من قبل وادي بوحمدان ووادي الشارف. ويعتبر واحدا من الأودية المهددة حاليا جراء الأنشطة البشرية، بما في ذلك تصريف مياه الصرف الصحي واستخدام المياه لتلبية الاحتياجات الزراعية. أجريت هذه الدراسة لتقييم النوعية البكتيريولوجية لمنبع وادي سيبوس وتحديد مصدر التلوث البرازي به. حيث أخذت العينات شهريا خلال الفترة الممتدة بين شهر فيفري وأبريل 2017 من مصبات وادي بوحمدان ووادي الشارف. التحليلات التي أجريت تركز خاصة على تعداد البكتيريا المؤشرة على التلوث البرازي أي مجموعة البكتيريا المعوية الكلية، البكتيريا المعوية البرازية والمكورات السبحية البرازية. أظهرت نتائج التحليل الفيزيوكيميائية أن بعض هذه العوامل تشبه معايير المياه السطحية العذبة كدرجات الحرارة الموسمية والقلوية الطفيفة للمياه والتي تتراوح بين 7.14 و 8.48 والناقلية الكهربائية العالية التي يمكن أن تصنف مياه وادي سيبوس كمياه ذات نوعية مقبولة إلى رديئة. أما التحليل البكتيريولوجي فقد أظهر أن هناك تلوث برازي حديث وذلك من خلال وجود 1.5 إلى 25 بكتيريا معوية برازية / 100 مل ومن 11.5 إلى 20 مكورة سبحية برازية / 100 مل، مع عدد لا يحصى من أنواع بكتيريا الكلوسترديوم المرجعة للكبريت في شهر أبريل، وهذا يعني وجود تلوث برازي قديم. نسبة البكتيريا المعوية البرازية إلى المكورات السبحية البرازية أقل من 1 عموما تدل على أن هذا التلوث هو من مصدر حيواني في المواقع الثلاثة. تغيرات العديد من العوامل الحيوية أو غير الحيوية في مياه وادي سيبوس ترتبط ارتباطا وثيقا بتغيرات هذه العوامل في مياه واد بوحمدان.

**الكلمات المفتاحية:** النوعية البكتيريولوجية، التحليل الفيزيوكيميائي، التلوث البرازي، وادي سيبوس، قالمة.