

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

Université 08 mai 1945 de Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de L'univers



Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité : Biologie Moléculaire et Cellulaire.

Département : Biologie.

THÈME

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique
et bactériologique des eaux de source de la wilaya de Guelma**

Présenté par : -DERGHOUM Nada.

-FOUGHALI ATTI Nour El imene.

-MESSAKHER Djouhaina.

Devant le jury composé de :

Président : Mr BENOUARETH D. E. (Pr.)

université de Guelma

Examinatrice : Mme GRARA N. (Pr.)

université de Guelma

Encadreur : Mme TABET M. (M.C.B)

université de Guelma

JUILLET 2021

Remerciements

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté
d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir
le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme Tabet Mouna, on la remercie
pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa
rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Nos remerciements vont aussi à Mr Benouareth D. E. d'avoir accepté de
présider ce jury de mémoire.*

*On voudrait aussi remercier vivement Mme Grara N. pour nous avoir fait
l'honneur de faire partie de notre jury.*

*Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leurs
générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs
charges académiques et professionnelles.*

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail à :

En premier lieu ceux que personne ne peut compenser les sacrifices qu'ils ont consentis pour notre éducation et notre bien être à nos parents qui se sont sacrifiés pour nous prendre en charge tout au long de notre étude et qui sont l'origine de notre réussite que dieu les garde et les protèges.

A notre famille et nos chers frères et sœurs et aussi à nos amis qui nous ont accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles.

Tous nos professeurs et toute l'équipe pédagogique et administrative pour l'aide qu'ils ont toujours porté aux étudiants.

Toute personne qui de près ou de loin a participé à notre réussite.

Djouhaina, Nada, Imene.

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Description de la zone d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude.....	3
1.1. Relief.....	3
2. Analyse et caractéristique géologique de la région.....	4
2.1. Cadre géologique.....	4
3. Réseau hydrographique.....	5
3.1. Hydrogéologie	5
3.2. Les principaux Oueds.....	6
3.3. Cadre hydrogéologique.....	7
3.3.1. La nappe alluvionnaire de Guelma.....	7
4. cadre climatique	8
4.1. La flore.....	9
4.2. La faune.....	9

Chapitre II : Les maladies à transmission hydrique

1. Maladies à transmission hydrique	11
1.1. Les maladies d'origine bactérienne	11
1.1.1. Le choléra	11
1.1.2. La fièvre typhoïde.....	12

1.1.3. La dysenterie bacillaire	12
1.1.4. La gastroentérite.....	12
1.2. Les maladies d'origine virale.....	12
1.2.1. La poliomyélite	12
1.2.2. Hépatite A et E.....	13
1.2.3. Entérovirus	13
1.2.4. Gastroentérites virales.....	13
1.3. Les maladies d'origine parasitaire.....	13
1.3.1. La bilharziose.....	13
1.3.2. L'onchocercose.....	13
1.3.3. Cryptosporidiose.....	14
2. Maladies attribués à l'eau d'origine chimique.....	14
3. Gestion des risques hydriques.....	15

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Sites de prélèvement	16
2. Echantillonnage	16
3. Les analyses physico-chimiques.....	17
3.1. Mesures in situ.....	17
3.2. La turbidité.....	17
3.3. Le titre hydrotimétrique (TH)	17
3.4. Dosage du calcium : méthode titrimétrique à l'EDTA	18
3.5. Dosage du magnésium.....	19
3.6. Dosage du sodium et de potassium	19

4. Analyses bactériologiques de l'eau	20
4.1. Dénombrement des microorganismes revivifiables (Germe Total (GT))	22
4.2. Recherche et dénombrement des germes témoignant d'une contamination fécale	22
4.3. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux (CT).....	22
4.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	23
4.5. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR).....	24
5. Repiquage et purification des colonies.....	25
6. Identification des germes	25
7. Identification morphologique	25
7.1. Examen macroscopique.....	25
7.2. Examen microscopique (Coloration de Gram).....	26
8. Identification biochimique	27
8.1. Recherche de la catalase	27
8.2. Recherche d'oxydase.....	27
9. La galerie biochimique Api 20 E	28
10. La galerie biochimique Api 20 NE.....	29
11. La galerie biochimique Api Strep.....	30

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats des paramètres physico-chimiques.....	35
I.1. Paramètres physiques.....	35
I.1. La température	35
I.2. Le Potentiel d'hydrogène	36

I.3. Salinité	37
I.4. Conductivité électrique	38
I.5. Total des solides dissous (TDS)	39
I.6. La turbidité	40
I.7. La dureté (TH)	41
I.8. Calcium (Ca ²⁺)	42
I.9. Magnesium (Mg ²⁺)	43
I.10. Sodium (Na ⁺)	44
I.11. Potassium (K ⁺).....	45
I.12.Ortho phosphates (PO ⁴ ³⁻)	46
II. Résultats d'analyses bactériologiques.....	48
II.1. Résultats de dénombrements des germes aérobies mésophiles totaux (germes totaux).....	48
II.2. Résultats de dénombrement des coliformes totaux	49
II.3. Résultats de dénombrement des coliformes fécaux	49
II.4. Résultats du dénombrement des Streptocoques fécaux.....	50
II.5.Résultats de dénombrements des clostridium sulfito-réducteur.....	51
III. Résultats d'identification	52
III.1.Examen macroscopique.....	52
III.2.Examen microscopique.....	54
III.3. Résultats des tests biochimiques.....	54
A) Test oxydase et catalase	54
B) Résultats des galeries biochimiques	54

Conclusion

Références Bibliographique

Annexe

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des Abréviations

NPP: Nombre le plus Probable

Eqg : équivalent gramme

UFC: unité formant colonies.

S/C: simple concentration

D/C: double concentration

SFB: Selenite-F Broth

TGEA: Tryptone Glucose Extract Agar

GN: Gélose nutritive

GNAB: Gélose Nutritive Alcaline et biliée

EPA : Eau péptonée alcaline

VF : viande foie

BCPL : Bouillon Lactosé au pourpre de Bromocrésol

EDTA : acide éthylène diamine tétra-acétique

CT : Coliformes totaux

CF: coliformes fécaux

GT: germes totaux

ASR : aérobies sulfito-réducteurs

TDS : Total des solides dessous

TH : Le titre hydrotimétrique

PNPG : Nitrophenyl β -D-glucopyranoside

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

SARS : syndrome respiratoire aigu sévère

MTH: maladies à transmission hydrique

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

Liste des figures

Figure01 : Carte géographique de la wilaya de Guelma.....	3
Figure02 : Réseau hydrographique de Guelma.....	7
Figure03 : Multi Paramètre des mesures physico-chimiques.....	17
Figure04 : Variation de la température des échantillons étudiés.....	36
Figure05 : Variation du pH des échantillons étudiés.....	37
Figure06 : Variation de la salinité des échantillons étudiés	38
Figure07 : Variation de la conductivité des échantillons étudiés	39
Figure08 : Variation du (TDS) des échantillons étudiés	40
Figure09 : Variation de la turbidité des échantillons étudiés	41
Figure10 : Variation de la dureté des échantillons étudiés	42
Figure11 : Variation de la concentration de Calcium des échantillons étudiés	43
Figure12 : Variation de la concentration de Magnésium des échantillons étudiés....	44
Figure13 : Variation de la concentration de Sodium des échantillons étudiés	45
Figure14 : Variation de la concentration de Potassium des échantillons étudiés.....	46
Figure15 : Variation de la concentration de phosphate des échantillons étudiés	47
Figure16 : Variation du nombre de germe totaux à température d'incubation 37°C et 22°C des échantillons étudiés.....	48
Figure17 : Variation du nombre de coliforme totaux au niveau des échantillons étudiés.....	49
Figure18 : Variation du nombre des coliformes fécaux des échantillons étudiés.....	50
Figure19 : Variation du nombre des streptocoques fécaux au niveau des échantillons étudiés.....	51
Figure20 : Bacilles Gram négatif.....	53

Liste des tableaux

Tableau01 : Résultats des paramètres physicochimiques des échantillons étudiés....	35
Tableau02 : Caractères cultureux des souches isolées	52
Tableau03 : Les différentes espèces bactériennes identifiées	54

Introduction

Introduction

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine en participant à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles. Elle devient par voie de conséquence un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution et un transporteur potentiel de nombreuses maladies (**Aouissi, 2010**).

Les eaux souterraines constituent une excellente source d'eau douce et le plus souvent une eau de bonne qualité. Cependant, leur exploitation représente un avantage économique estimable, pour le maintenir, il est nécessaire de prendre des mesures pérennes de protection de la qualité de cette richesse (**Schrivier-Mazzuoli, 2012**).

L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenu progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie, la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un problème énorme de détérioration de la qualité de cette source souterraine, souvent existante en quantité limitée. Le mécanisme de cette pollution des eaux souterraines est souvent un processus évolutif dans l'espace et dans le temps et il est difficilement maîtrisable. (**Abdelbaki et Boukli, 2007**).

La consommation d'une eau souillée contenant des microorganismes pathogènes, est à l'origine de nombreuses maladies. Elle constitue un véritable problème de santé publique. Dans les pays où les conditions sanitaires sont respectées, les organismes pathogènes sont le plus souvent à l'origine de gastro-entérites qui restent en général à des niveaux endémiques. Dans les pays où les conditions sanitaires sont douteuses, les maladies d'origines hydriques peuvent entraîner des épidémies nettement plus graves (**OMS, 1994**).

La présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de quatre sources situées dans la région de Guelma (Sellaoua Announa, Houari Boumediene, Ain Guies (Ben Djerrah), Guelaat bousbaa) et ceci dans le but de préserver la santé publique.

Ce travail comporte deux parties principales :

I. La partie bibliographique avec deux chapitres qui décrivent la région d'étude et les différents types de maladies à transmission hydrique

II. La partie expérimentale avec deux chapitres :

- Le premier chapitre porte sur la description du matériel et les méthodes d'analyse utilisées.

- Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation des résultats obtenus ainsi que leur discussion.

- Une conclusion générale clôturera ce travail où sont récapitulés les principaux résultats obtenus.

Partie

Bibliographique

Chapitre I

Description de la zone d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Guelma est située au Nord Est algérien, à 116 km à l'Est de Constantine, à 65 km au sud-ouest d'Annaba, à 77 km à l'ouest de Souk Ahras et à 537 km à l'Est d'Alger, c'est une partie intégrante du bassin versant de l'Oued Seybouse d'une superficie de 1796 Km² (**Fig.01**), ses limites naturelles sont :

- Au Nord : la mer méditerranée
- Au Sud : les monts de Maouna, Ain Larbi et Sedrata
- A l'Ouest : le massif de l'Edough, les monts de Houara et Débagh
- A l'Est : les monts de Nador N'bail

Sur le plan administratif la wilaya de Guelma forme un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi, Souk Ahras et Tébessa). Elle occupe une position médiane entre le Nord de l'Algérie, les hauts plateaux et le Sud (**Bouaicha, 2018**).

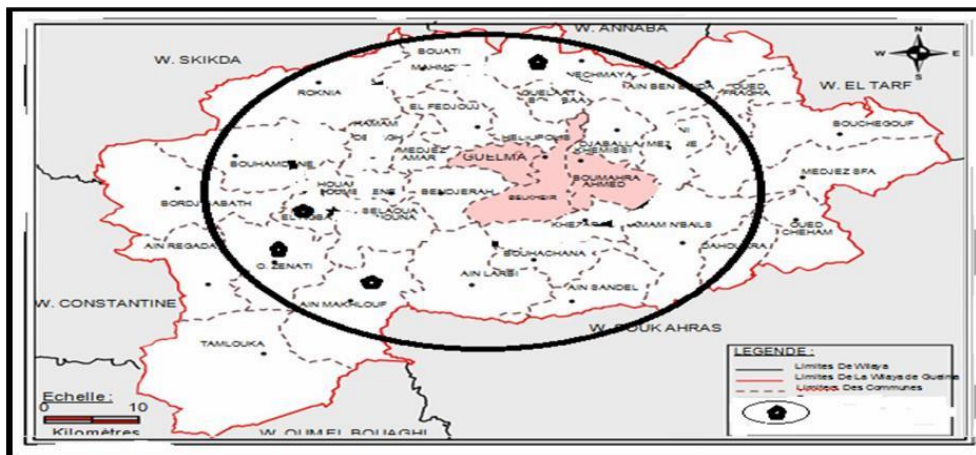


Figure 01 : Carte géographique de la wilaya de Guelma (ONS, 2011).

1.1 Relief

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié dont on retient essentiellement une couverture forestière importante et le passage de la Seybouse qui constitue le principal cours d'eau.

Ce relief se décompose comme suit :

a) **Montagnes** : 37,82 % dont les principales sont :

1 – Maouna (Ben Djerrah) : 1411m d'altitude

2 – Houara (Ain Ben Beidha) : 1292m d'altitude

3 – Taya (Bouhamdane) : 1208m d'altitude

4 – Dbegh (Hammam Dbegh): 1060m d'altitude

a) **Plaines et Plateaux** : 27,22 %

b) **Collines et Piémonts** : 26,29 %

c) **Autres** : 8,67 % (**Zouaidia, 2006**).

d) **Cours d'eau** : Oued Seybouse c'est la principale cour d'eau et draine une superficie de 6471 km² pour se jeter dans la méditerranée (**Zouaidia, 2006**).

2. Analyse et caractéristique géologique de la région

2.1 Cadre géologique :

L'analyse du territoire de la wilaya fait ressortir quatre ensembles ou régions à savoir: la région de Guelma, la région de Bouchegouf, la région d'Oued-Zénati, la région de Tamlouka (**Zouaidia, 2006**).

• La région de Guelma

La région de Guelma englobe toute la partie médiane du Nord vers le Sud du territoire de la wilaya. Elle est organisée en auréole tout autour de la plaine centrale, constituée de terrasses alluviales qui s'étalent le long de l'oued Seybouse (la vallée de la Seybouse). C'est la région la plus étendue du territoire de la wilaya. Elle se caractérise aussi par une importante couverture forestière au Nord et à l'Est. Par contre, la partie Sud souffre de dégradations répétées d'où une absence de couverture forestière fournie en dépit du caractère montagnoux de cette sous-région et d'où une grande vulnérabilité à l'érosion (**Zouaidia, 2006**).

• La région de Tamlouka

La région de Tamlouka fait partie de la région des hautes plaines dont l'altitude moyenne est supérieure à 800 m avec cependant des pentes faibles. La partie Sud de la wilaya est occupée par un vaste paysage des hautes plaines traversées par l'Oued M'gais Caractérisée

par des bas-fonds et des glacis alluviaux au Nord, des paysages de glacis assez étendus se raccordent à la plaine. (Zouaidia, 2006).

• La région d'Oued-Zénati

La région d'Oued Zénati chevauche un relief montagneux plus ou moins disséqué. Son paysage dominant est de loin celui des hautes surfaces montagnardes et les longs versants dispersés dans un ensemble de montagnes dont la couverture forestière est moins importante que celle de la région de Guelma. Les sols qui s'y localisent sont en grande partie des sols bruns calcaires parfois profonds. (Zouaidia, 2006).

• La région de Bouchegouf

Elle se caractérise par un relief fortement montagneux (près de 75%). Cette région est traversée par l'Oued Seybouse dont les berges constituent les prolongements de la plaine de Guelma. Ses montagnes sont couvertes de massifs forestiers, notamment les forêts de Beni Salah et de Aïn Ben Beïda (une partie de Haouara à l'Ouest). Son paysage se caractérise par de longs versants réguliers à pentes moyennes et quelques hautes surfaces à pentes plus faibles, outre quelques plaines moins importantes que celle de Guelma. (Zouaidia, 2006).

3. Réseau hydrographique

3.1. Hydrogéologie

Le territoire de la wilaya de Guelma comporte globalement quatre zones (sous bassins versants) hydrogéologiques (Fig.02) distincts :

➤ zone des plaines de Guelma et Bouchegouf (moyenne et basses Seybouse)

Les nappes captives du champ de Guelma s'étendent sur près de 40 km le long de la vallée de la Seybouse et sont alimentées par les infiltrations et les ruissellements qui se déversent dans l'Oued Seybouse. Elles enregistrent un débit exploitable de 385 l/s. Elles constituent les plus importantes nappes de la Wilaya. Au niveau de la nappe de Bouchegouf, les alluvions paraissent moins perméables que ceux de la plaine de Guelma. Elle peut contenir une nappe alluviale moins importante.

➤ Zones des Djebels au Nord et Nord-Ouest

Elle s'étend sur toute la partie Nord de la wilaya. Elle regroupe toute la partie de l'Oued Zénati et la partie Nord de la région de Guelma. En dehors de la plaine, une grande partie de cette région est constituée d'argiles rouges numidiennes sur lesquelles reposent des grès peu perméables. Cette zone connaît une faible perméabilité en dépit d'une pluviométrie

relativement importante. Cependant, sur les calcaires Crétacés inférieurs des Djebels Débagh et Taya, l'infiltration est probablement importante (Zouaidia, 2006).

➤ **La zone des plaines et des collines de Tamlouka**

Il est à remarquer, pour cette région, que les structures synclinales du Crétacé supérieur peuvent contenir des nappes actives alimentées par des infiltrations sur les calcaires qui n'ont pas une bonne perméabilité quand ils sont profonds (Nouaouria, 2018).

➤ **La zone des Djebels surplombant des oueds Sédrata et Hélia**

Cette zone s'étend sur les parties Nord de la région de Tamlouka et Sud de la région de Guelma et Bouchegouf. Sa partie Sud est certainement la mieux fournie en eau. Elle se caractérise par la présence de hautes dalles calcaires du Crétacé supérieur qui sont perchées sur des marnes. Des sources assez importantes jalonnent leur contact. Sur l'autre partie de la zone (la plus étendue), les dalles calcaires sont plus redressées et fractionnées, et des sources parfois relativement importantes jaillissent des calcaires au contact des marnes. En général, les eaux superficielles constituent les principales ressources (Oued Sedrata et Oued Hélia). (Nouaouria, 2018).

3.2. Les principaux Oueds

- **L'oued Seybouse** (57,15 km, second oued d'Algérie après l'oued Chélif), présente l'axe de drainage du bassin versant. Il a un apport annuel de 408 hm³/an à la station de Boudaroua et prend naissance dans les hauts Haracta, Ain Abid et Sedrata et se jette dans la méditerranée après un parcours de 160 km (Debbieche, 2002). Son débit non régulier varie de 0 à 100 m³.s⁻¹, mais peut atteindre des valeurs de 630 m³.s⁻¹ (observées le 01/01/1985, selon l'Algérie national des ressources hydriques d'Annaba).
- **L'oued Bouhamdane** (45,37 km) constitué des oueds Sabath et oued zénati, apporte 96 hm³/an à la station de Medjez amar II (point de confluence avec oued Cherf).
- **L'oued Cherf** (36,46 km) au sud-ouest, apporte 107 hm³/an à station de Medjez Amar.
- **L'oued mellah** au sud-est a un apport de 151 hm³/an à la station de Bouchegouf.
 - Oued maiz, Oued zimba, oued skhoune, oued bou sorra, oued Fragha, oued Djefeli, oued Meboudja.....etc. (Andi, 2013).

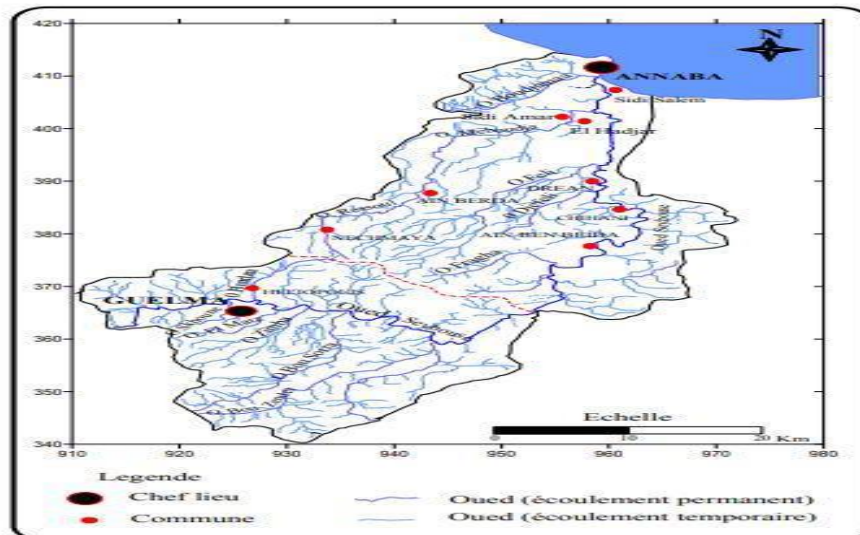


Figure 02 : Réseau hydrographique du bassin de la Seybouse (Bechiri, 2011).

3.3. Cadre hydrogéologique

Les eaux souterraines constituent une part importante du patrimoine hydraulique de la région de Guelma. D'après les études géophysiques (Craig, 2004) le système hydrogéologique de la région renferme les six aquifères suivants:

- Nappe alluvionnaire de Guelma.
- Nappe alluvionnaire de Bouchegouf.
- Nappe des calcaires néritiques et sénoniens d'Héliopolis.
- Nappe des calcaires Eocènes de Ras El Agba- Sellaoua-Announa.
- Nappe des calcaires de Bouhechena.
- Nappe des calcaires de Tamlouka.

3.3.1. La nappe alluvionnaire de Guelma

Elle est située dans la vallée de l'Oued Seybouse en grande partie sur sa rive droite. Elle est traversée par l'Oued Seybouse d'Ouest en Est, depuis Medjez Amar jusqu'à Nador. C'est une zone d'effondrement comblée par des dépôts miocènes qui forme le substratum (argiles et marnes à gypses) et quaternaires (alluvions hétérogènes sous forme de terrasses). Ces alluvions sont perméables et sont alimentés par les eaux d'infiltrations des pluies et les apports latéraux du bassin versant de l'Oued Seybouse. Elle est constituée de trois terrasses distinctes (basse, moyenne, et haute) (Bouaicha, 2018).

➤ **La basse terrasse (terrasse actuelle)**

C'est la vallée dans laquelle coule l'actuel Oued Seybouse. Elle est formée de graviers, de sable et de galets. Son épaisseur croît vers l'Est, elle est de 8 m au Nord de Guelma et atteint 16 m au Nord-Est de Boumahra. Le substratum est constitué de marnes à gypses et d'argiles du Miocène dans sa partie Ouest. A l'Est, il est constitué d'argiles et de grès numidiens (**Mouassa, 2006**).

➤ **La moyenne terrasse**

Elle est constituée d'un matériel détritique relativement fin en alternance avec de passées argileuses. Le substratum est toujours marneux à gypse. Son épaisseur est plus importante que celle de la basse terrasse (40 m environ) (**Mouassa, 2006**).

➤ **La haute terrasse**

Elle est située au Sud de la moyenne terrasse et formée d'alluvions grossières plio-quaternaires (galets, graviers, grès, sables et quelques passées argileuses) perméables. La couche superficielle montre une affinité argileuse nette. Le substratum est aussi constitué de marnes à gypses et d'argiles du Miocène jusqu'à l'Oued Bou sorra. Vers l'Est, il est constitué d'argiles éocènes. L'épaisseur de cette partie de la nappe aquifère est plus importante que celles des deux premières et varie de 50 m à 150 m dans les secteurs entre Belkheir et Boumahra. Elle est limitée au Sud par les travertins de Guelma qui l'alimentent en partie (**Bouaicha, 2018**).

4 .cadre climatique

La wilaya de Guelma est soumise à un climat de type méditerranéen, caractérisé par deux périodes différentes, l'une pluvieuse humide, l'autre sèche. Avec une pluviométrie de 570 mm/an et une température moyenne annuelle d'ordre de 18°C. Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud .Ce climat est chaud en été et doux et pluvieux en hiver.

Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord. Près de 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre à Mai). La zone d'étude y est marquée par un réseau hydrographique constitué par l'Oued principal Seybouse qui parcourt la plaine, présentant l'axe de drainage d'un bassin versant de 6471 km (**Nedjraoui et Bedrani, 2008**).

5.1. La flore

La wilaya de Guelma est dominée par une couverture forestière de 105,393 ha, soit un taux de 28,59% de la superficie totale de la wilaya à un paysage discontinu et hétérogène, confiné discontinuellement dans les massifs répartis d'Ouest en Est (**Zouaidia, 2006**).

Les grands espaces de terrains sont à vocation forestière dans la partie Sud-Est. Selon la densité, les forêts se répartissent comme suit :

- Forêts denses : 19,459 ha.
- Forêts claires : 10,491 ha
- Maquis et broussailles + parcours : 57,402 ha
- Maquis et broussailles + parcours : 57,402 ha
- Vides : 14,457 ha.

Les principales essences sont le Chêne liège (localisé dans Beni Salah, Houara, Djellaba, Maouna), l'Eucalyptus, le Pin d'Alep, le Pin Maritim, le Chêne Zeen et le cyprès. Ces derniers se répartissent selon la superficie comme suit :

- Chêne liège : 21,884 ha.
- Eucalyptus: 2,657 ha.
- Cyprès: 1,517 ha.
- Pin maritime: 1,410 ha.

Les principales productions sont le Chêne liège et le Chêne Zeen, avec un volume de production de 1,500 stère. Pour le bois ; l'Eucalyptus et le Pin d'Alep avec 29,358 m³. (**Zouaidia, 2006**).

5.2. La faune

- Les mammifères : loups, sanglier, chacal, renard, lièvre, lapin, gerboise, cerf de barbarie représentant une espèce protégée.
- Les oiseaux : Perdrix gambara, caille des blés, tourterelle, chardonneret (espèce hyper-protégée); moineau, hibou, palombe, cigogne blanche, héron garde-boues, héron cendré.
- Les reptiles : tortue, lézard, couleuvre (**Zouaidia, 2006**).

Chapitre II
Les maladies à
transmission
hydrique

Bien que l'eau constitue un facteur important dans la santé humaine et animale, son insuffisance ou son absence détermine un manque d'hygiène favorable à la survenue de maladies et d'épidémies. La dégradation de l'environnement est souvent responsable de l'apparition d'épidémies, de maladies à transmission hydrique ou alimentaire; la typhoïde et les dysenteries et l'hépatite virale A constituent les maladies prédominantes (10.000 cas annuels de MTH en moyenne).

La pleine image des maladies associées à l'eau est complexe pour un grand nombre de raisons. Sur la dernière décennie, l'image des problèmes de santé relatifs à l'eau est devenue de plus en plus vaste, avec l'émergence de nouvelles maladies d'infection relatives à l'eau et la réémergence de certaines déjà connues. Des données sont disponibles pour certaines maladies relatives à l'eau et l'hygiène (qui incluent la Salmonellose, le Choléra, la Shigellose), mais pour d'autres telles que la malaria, la Schistosomiase ou les infections les plus modernes telles que la légionellose ou les SARS des analyses doivent encore être effectuées (Ayed, 2016) .

1. Maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante (Madigan et Martink, 2007).

Selon le type de micro-organismes, la dose infectieuse, les voies d'exposition aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries (Ayed, 2016).

1.1 Les maladies d'origine bactérienne

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. On les cite avec les différents germes en cause:

1.1.1 Le choléra

Le choléra est une infection bactérienne aiguë du tractus intestinal, pouvant entraîner rapidement Après adhérence de *Vibrio cholerae* à la surface des cellules épithéliales de l'intestin elle se multiplie et produit une entérotoxine altérant le processus ionique avec

pour conséquence des pertes d'eau et d'électrolytes sous forme de diarrhées sévères et de vomissements. Le malade en l'absence de traitement adapté meurt. La transmission de cette maladie est féco-oral (**Soumare, 1997**).

1.1.2 La fièvre typhoïde

La fièvre typhoïde et para typhoïde est une infection bactérienne causée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par *Salmonella typhi*, *S. para typhi* A et *S. para typhi* B, qui peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie avec fièvre élevée (**Benzaïd, 2012**).

Chez l'homme la plupart des autres sérotypes de *Salmonella* provoquent des gastroentérites aiguës avec diarrhée. Environ 12 millions de personnes sont infectées par la typhoïde chaque année (**OMS, 2000**).

1.1.3. La dysenterie bacillaire

La dysenterie bacillaire est une maladie intestinale généralement causée par des Bactéries *Shigella dysenteriae* et *S. flexneri*. Cette maladie est caractérisée par des diarrhées sanglantes extrêmement abondantes résultant de l'invasion de la muqueuse intestinale (**Soumare, 1997**).

1.1.4 La gastro-entérite

Appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin. Cette pathologie est due dans la majorité des cas à un virus ou plus rarement à des bactéries. La gastro-entérite bactérienne est généralement transmise par l'eau ou par les aliments souillés et causée par des salmonelles, des *staphylocoques* et des *shigelles*. Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée (**Ayed, 2016**).

1-2-les maladies d'origine virale

Aux côtés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer:

1-2-1- La poliomyélite

La poliomyélite est une maladie infectieuse aiguë, essentiellement neurotrope, immunisante, endémo-épidémique, causée par des poliovirus sauvages (3 sérotypes différents 1, 2 et 3). La transmission se fait par voie oro-pharyngée dans les pays développés, par voie féco-orale dans les pays en voie de développement (mains sales, eaux). L'infection est

inapparente dans l'immense majorité des cas ; une forme clinique patente pour 200 formes inapparentes. Cette maladie est apparue dans les pays à mauvaise hygiène : l'endémie y est permanente avec une recrudescence saisonnière estivo-automnale, elle touche surtout les jeunes enfants entre 3 mois et 5 ans (Ayed, 2016).

1.2.2 Hépatite A et E

Provoquées par un virus de la famille des *Picornaviridae*. Sa transmission est orofécale. L'évolution de la maladie va de la maladie anictérique à l'ictère hépatique sévère et prolongé. La durée des symptômes est de 4 à 8 semaines (OMS, 2012).

1.2.3 Entérovirus

Au cours de l'infection, le virus provoque une légère fièvre puis au bout de quelques jours, des paralysies musculaires flasques s'installent brutalement avec abolition des réflexes et atrophie musculaires précoce (1).

1.2.4 Gastroentérites virales

Est définie comme une inflammation de l'estomac et des intestins pouvant entraîner une vaste gamme de symptômes, allant d'infections asymptomatiques à de légères plaintes, en passant par des affections potentiellement mortelles pouvant entraîner la mort(2).

1.3 Les maladies d'origine parasitaire

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites par exemple : l'ankylostomose, la dracunculose, le téniasis...etc. (Ayed, 2016).

1.3.1 La bilharziase

Aussi, maladie parasitaire transmise par la douve *Schistosoma mansoni* qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces. La maladie est répandue dans les régions tropicales et 2 millions de personnes seraient touchées. La victime succombe généralement après des années d'affaiblissement mental (Ayed, 2016).

1.3.2 L'onchocercose

Est une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité. Le parasite responsable est un ver véhicule par une mouche c'est la simulie, dont les larves vivent dans les eaux courantes. Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années (Ayed, 2016).

1.3.3. Cryptosporidiose

La cryptosporidiose est une parasitose responsable de nombreuses épidémies d'origine hydrique depuis les années 80. Bien que le parasite soit connu depuis le début du 20^{ème} siècle, ce n'est qu'en 1976 que les premiers cas humains ont été diagnostiqués. Par la suite, ce parasite a été reconnu comme responsable d'infections graves et persistantes chez les sidatiques, devenant ainsi une préoccupation majeure de santé publique (3).

2. Maladies attribués à l'eau d'origine chimique

Certaines substances comme les métaux lourds ne sont pas éliminées par l'organisme. Elles s'y accumulent, et leur ingestion prolongée peut être de maladies graves, même si leur teneur dans l'eau est très faible. Ingérée en grande quantité, lors d'une pollution accidentelle, ces mêmes substances sont rapidement toxiques (Khiter, 2018).

❖ Plomb

Le plomb passe rapidement dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais aussi d'autres fonctions, comme la reproduction. Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peuvent ainsi développer un saturnisme, une maladie caractérisée par divers troubles pouvant être irréversibles : ceux-ci concernent la croissance, le développement du système nerveux central, le développement intellectuel et le comportement. A plus fortes doses, le plomb peut même induire chez les adultes, et aussi bien chez les hommes que chez les femmes, des troubles de la reproduction, des insuffisances rénales, ou des encéphalopathies. Il peut également se fixer sur les os où il ne sera pas gênant tant qu'il ne sera pas renvoyé dans le sang; or cela peut se produire en particulier chez les femmes enceintes – entraînant une exposition du fœtus, et chez les personnes âgées -qui se retrouvent empoisonnées de manière brutale (4).

❖ Nitrate

Au-delà d'un certain seuil de concentration, les nitrates peuvent engendrer, chez les enfants et surtout les nourrissons très sensibles à une absorption trop importante, un empoisonnement du sang appelé une méthémoglobinémie ou encore maladie bleue. Les Nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action d'une bactérie présente dans le corps humain, ils se transforment en nitrites - qui eux oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène et perturbe la respiration cellulaire (4).

❖ Pesticides

La difficulté avec les pesticides est qu'ils forment une famille très nombreuse:

Plusieurs centaines de molécules très diverses sont en effet utilisées. En outre, dans la nature, ces molécules se dégradent et en génèrent d'autres. Les toxicités de ces substances, pesticides et produits de dégradation, diffèrent et sont mal connues pour la plupart, l'incertitude portant sur les effets à long terme de doses infimes répétées. Certains sont cancérigènes comme l'atrazine (5).

3. Gestion des risques hydriques

Pour assurer une protection du personnel vis-à-vis des risques hydriques, la gestion technique et hygiénique doit être la plus préventive possible et, à ce titre, s'appliquer dès le choix de la ressource puis lors de la conception et de la réalisation des installations. La gestion des ressources en eau fait partie intégrante de la gestion préventive de la qualité de l'eau de boisson. La prévention de la contamination microbienne et chimique de l'eau de source est la première barrière s'opposant à une contamination de l'eau de boisson préoccupante pour la santé publique (OMS, 2000).

Partie

Expérimentale

Chapitre III

Matériel et

méthodes

1. Sites de prélèvement

Quatre sites ont été choisis pour cette étude : Sellaoua Announa (Ain Baidha) (Source 1), Houari Boumediene (Source 2), Ben Djerrah (Ain Guies) (Source 3) et Guelaat Bousbaa (Source 4).

Durant notre étude nous avons réalisé deux prélèvements pour les paramètres physico-chimiques durant les mois d'Avril et de Mai et un seul prélèvement pour les paramètres bactériologiques durant le mois d'Avril.

2. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau. Les échantillons d'eau destinés aux analyses bactériologiques ont été prélevés dans des flacons en verre stériles d'une capacité de 220 ml (08-04-2021) et les échantillons destinés aux analyses physico-chimiques ont été prélevés dans des bouteilles en plastique de 1,5 l (08-04-2021) / (12-05-2021). Au moment du prélèvement, qui est réalisé le plus aseptiquement possible, avec ouverture des flacons juste devant le robinet de la source ; et juste après le remplissage du flacon, ce dernier sera fermé hermétiquement. Les échantillons sont transportés sous froid dans une glacière isothermique, dans le but de ne pas influencer la flore bactérienne de cette eau. Les échantillons sont acheminés aux laboratoires pédagogiques de microbiologie, de l'université 08 Mai 1945 Guelma, où ils feront l'objet de suivi des analyses bactériologiques par contre les paramètres physico-chimiques ont été effectués au sein du laboratoire de la station du traitement des eaux potables de la ville de Guelma.

3. Les analyses physico-chimiques

3.1. Mesure in situ :

La mesure de la température, du potentiel d'hydrogène (pH), de l'oxygène dissous, de la conductivité électrique, et de la salinité a été réalisé à l'aide d'un multi paramètre (WTW /LF197) (Fig.07), en plongeant directement les sondes dans l'eau.

Ces paramètres sont très variables aux conditions du milieu et ils permettent une estimation de la qualité générale de l'eau. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site (Sayad, 2008).



Figure03 : Multi Paramètre (WTW /LF197) (Prise personnelle).

3.2. La turbidité

Est en relation avec la mesure des matières en suspension, elle donne une indication sur la teneur en matières colloïdales d'origine minérale ou organique (**Monod, 1989**).

Mesure de la turbidité

- D'abord calibrer le turbidimètre ;
- Puis, remplir une cuvette propre jusqu'au trait (30 ml) avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulle d'air ;
- Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans peluches pour retirer les gouttes d'eau et les traces de doigts ;
- Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot ;
- Presser la touche READ ; Lire et noter le résultat affiché (**Coulibaly, 2005**).

3.3. Le titre hydrotimétrique (TH)

Appelé aussi "dureté totale", le TH mesure l'ensemble des ions alcalinoterreux, autrement dit les ions calcium et magnésium (Ca^{2+} , Mg^{2+}) (**Hacini, 2003**).

Nous distinguons parfois le TH calcique qui ne mesure que la teneur en ions calcium, et TH magnésien qui ne mesure que la teneur en ions magnésium (**Mayet, 1994**).

➤ Mesure du TH par la méthode titrimétrique

➤ Principe :

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylène diamine tetracétique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres dosés est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir érichrome.

En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la

méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium

➤ **Réactifs**

- Solution de noir érichrome T à 0.5 %;
- Solution tampon pH 10 ;
- Solution d'EDTA 0.02 N;

➤ **Mode opératoire**

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml, ajouter 4 ml de solution tampon et trois gouttes de solution de noir érichrome T. La solution se colore en rouge foncé ou violet, le pH doit être de 10. En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer bleue. Vérifier que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA (**Chambou et al., 2007**).

➤ **Expression des résultats**

La concentration totale en calcium et magnésium, exprimée en milligramme par litre, est donnée par l'expression :

$$(TH \text{ mg/l}) = V \times N \times eqg / P \times 1000.$$

V : volume en ml de la solution d'EDTA versé;

N : normalité de la solution d'EDTA ;

Eqg : équivalent gramme du CaCO₃ ;

P : prise d'essai.

3.4. Dosage du calcium : méthode titrimétrique à l'EDTA

➤ **Principe**

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé (12-13), le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde de magnésium et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcéone carboxylique ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge (**Rejsek, 2002**).

➤ **Réactifs**

- Solution d'EDTA 0.02 N (0.01 M);
- Solution d'hydroxyde de sodium 2 N;

- Indicateur : acide calcone carboxylique;
- Solution étalon de calcium (0.01 M).

➤ **Mode opératoire**

➤ **Etalonnage de l'EDTA**

Dans une fiole conique de 100 ml, introduire successivement :

Solution étalon de calcium20 ml

Eau permutée50ml

Solution d'hydroxyde sodium.....2ml

Indicateur.....0.2 g

Ajouter la quantité nécessaire de la solution d'EDTA jusqu'à virage au bleue.

Soit **X** le nombre de millilitres versés.

Effectuer le dosage dans une deuxième fois. Prendre la moyenne de ces deux titrages, soit **F** le rapport entre le titre ainsi mesuré de la solution d'EDTA et le titre théorique (0.01 M) (**Chambou et al., 2007**).

➤ **Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 50 ml, la teneur en calcium est égale à :

$$Ca^{2+} (mg / l) = V \times f \times 0,4008 \times 1000 / 50$$

V : volume en ml de la solution d'EDTA versé ;

f : rapport entre le titre de la solution d'EDTA et le titre théorique (0.01M)

➤ **3.5. Dosage du magnésium**

Le TH magnésien est directement établi en retranchant le TH calcique du TH total (**Chambou et al., 2007**).

➤ **3.6. Dosage du sodium et de potassium**

Le dosage est effectué à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme de type (LANGE GENWAY) (**Rodier, 2005**).

➤ **Mode opératoire**

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (power);
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz;
- Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "Ignition" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affinage "FLM" en rouge sur l'écran;
- Pipette d'eau distillée remplie dans une cuvette;

- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à ce que la couleur devienne bleue violacée;
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank";
- Laisser se stabiliser 5 à 10 min;
- Une fois qu'elle se stabilise à 0, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg/l;
- Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE";
- Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro(0.000);
- Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une autre remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10); Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée;
- A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran soit stable;
- A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe(Rodier, 2005).

➤ Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg /l.

4. Analyses bactériologiques de l'eau

Au cours de ces analyses, nous avons respecté toutes les conditions d'hygiène et de stérilisation afin d'éviter toute contamination possible.

4.1. Dénombrement des microorganismes revivifiables (Germe Totaux (GT))

4.2.1. Principe

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ses dilutions dans un milieu gélosé (TGEA). L'incubation est réalisée à 37 °C pendant 24 à 48 h pour la recherche des germes indicateurs de contamination de l'eau. Après cette étape, on calcule le nombre d'unités formant colonies (UFC) par millilitre d'échantillon à partir du nombre de colonies apparues sur le milieu de culture et en respectant le mode de calcul donné par la norme. Cet examen vise à dénombrer de manière non spécifique le plus grand nombre de microorganismes, en particulier des bactéries se développant dans des conditions aérobies habituelles de culture

(Rejsek, 2002).

4.2.2. Mode opératoire

➤ Préparation de l'échantillon

- Agiter soigneusement et de façon prolongée le flacon d'échantillon, de manière à remettre les microorganismes en suspension homogène.
- Prélever ensuite, stérilement, 1 ml de l'échantillon et procéder aux dilutions 1/10, 1/100, 1/1000... en fonction du degré de pollution de l'eau et sa nature.

➤ Ensemencement

- Placer un volume de prise d'essai de 1 ml de l'échantillon ou de ses dilutions, de manière stérile, dans le fond d'une boîte de Pétri.
- Utiliser une pipette Pasteur stérile de 1 ml, en débutant par la dilution la plus forte jusqu'à l'échantillon non dilué.
- Ajouter 15 à 20 ml de gélose TGEA (maintenue à 45 °C) et mélanger par des mouvements circulaires en 8 de la boîte de Pétri, sans faire des bulles et sans mouiller les bords extérieurs, afin de répartir les bactéries de manière homogène sur la surface de la boîte. Le temps entre l'addition de la prise d'essai (ou des dilutions) et l'addition du milieu fondu ne doit pas dépasser 15 min.
- Laisser le milieu solidifier sur une surface plane, horizontale et fraîche.

➤ Incubation et examen des boîtes

- Retourner les boîtes et incuber :
 - la 1ère série à 22°C pendant 72h.
 - la 2ème série à 37°C pendant 48h.
- Examiner les boîtes aussitôt qu'elles sont retirées des étuves. Si cela n'est pas possible, les conserver à 5 °C ± 3 °C et les examiner dans les 48 h et rejeter toute boîte présentant une croissance confluyente.

4.2.3. Expression des résultats

Les colonies apparaissent en masse sous forme lenticulaire. Lire les boîtes de pétri où le nombre de colonies est compris entre 15 et 300 colonies.

Nombre de colonies / 100 ml d'eau à analyser = nombre de colonies. 100. inverse de la dilution (Rejsek, 2002).

4.3. Recherche et dénombrement des germes témoignant d'une contamination fécale

La technique que nous avons suivie pour dénombrer les microorganismes dans l'eau (de surface et souterraine) est celle de NPP (Nombre le Plus Probable) ou méthode de fermentation en tubes multiples (Champsaur, 2007).

4.3.1. Principe

Le principe de cette méthode consiste à ensemercer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et / ou de dilutions de celui-ci, dans des tubes de milieu de culture liquide conçu pour permettre la croissance d'un microorganisme ou d'un groupe de microorganismes qui se traduit par l'apparition d'un trouble du milieu après incubation.

La présence de microorganismes est donc confirmée et leur NPP est ensuite estimé statistiquement à l'aide d'un tableau de NPP (Champsaur, 2007).

4.4. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux (CT)

4.4.1. Définition

-Les coliformes sont des bacilles à GN, aéro-anaérobies facultatifs non sporulés, oxydase négatif, se multiplient en présence de sels biliaries, fermentent le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48h à 37°C.

-Les Coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à 44°C.

-Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermotolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C (Carbonelle et al., 1998; Camille, 2003).

4.4.2. Dénombrement

4.4.2.1. Colimétrie en milieu liquide

Se fait en deux étapes consécutives :

❖ **Test de présomption** : A partir de l'eau à analyser, porté aseptiquement :

-50 ml dans un flacon de 50ml de milieu BCPL (Bouillon Lactosé au pourpre de Bromocrésol) D/C (doublement concentré) muni d'une cloche de Durham.

-5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10ml de BCPL D/C

-5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de BCPL S/C (simplement concentré), incubé à 37°C pendant 24 à 48h.

❖ Lecture

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

- ✓ Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10ème de la hauteur de la cloche),
- ✓ Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune. La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

❖ Test de confirmation

-Le test de confirmation est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

-Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des CT feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclée dans des tubes contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

-L'incubation se fait au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

❖ Lecture

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

- ✓ Un dégagement gazeux,
- ✓ Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs. La lecture finale se fera par consultation de la table du NPP (Labres et Mouffok, 2008).

4.5. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (SF)

Les Streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D de la classification de Lancefield, sont considérés, d'une manière globale, comme étant des témoins de pollution fécale (Mouffok, 2001), du fait qu'ils ont tous un habitat fécal (Rodier, 2009).

4.5.1. Définition

On entend par entérocoques intestinaux des bactéries :

- ✓ Cocci à Gram (+) formant des chaînettes.
- ✓ Catalase (-).
- ✓ Hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage sur BEA.

4.5.2. Dénombrement**4.5.2.1. Méthode par ensemencement en milieu liquide****❖ Test de présomption**

La recherche se fait en bouillon Rothe (Bouillon à l'acide de sodium).

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C.

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.

- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

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

❖ **Lecture**

Seront considérés comme présomptifs les tubes présentant un trouble microbien.

❖ **Test de confirmation**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Evalitsky.

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

❖ **Lecture**

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

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

Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette.

La lecture finale s'effectue selon les prescriptions de la table du NPP (**Labres et Mouffok, 2008**).

4.6. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR)

4.6.1. Définition

Les ASR sont :

- ✓ Des Bacilles Gram Positifs.
- ✓ (X) à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ en 24 à 48 heures en gélose profonde de type Viande foie (VF) et donnent des colonies caractéristiques blanches entourées d'une auréole noire.

La présence d'ASR dans les eaux, constitue généralement un véritable indice de contamination ancienne (**Labres, 2006**).

4.6.2. Dénombrement (méthode par incorporation en gélose en tubes profonds)

A partir de l'eau à analyser :

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile, puis chauffer à 75°C pendant 15 min.
- Refroidir immédiatement.
- Répartir ensuite le contenu du tube, dans 4 tubes stériles.
- Ajouter environ 20 ml de gélose VF, fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$.

- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum.
- Laisser solidifier sur paillasse puis incuber à 37°C.

Lecture et interprétation

- Faire une première lecture 16 h après incubation, une deuxième 24h après et une dernière 44 ± 4 h après.
- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau. (**Labres et Mouffok, 2008**).

4.6.3. Isolement des germes pathogènes

L'isolement des germes pathogènes a été effectuée sur des milieux gélosés tels que : Cétrimide, Gélose Nutritive Alcaline et biliée (GNAB), Gélose Nutritive (GN), Hécktoen, Chapman.

4.6.4. Enrichissement

L'enrichissement a été effectué dans les bouillons : Eau peptoné alcaline (EPA) et Bouillon de sélénite (SFB) et ceci pour la recherche des *Vibrions Cholériques* et des *Salmonelles* respectivement.

5. Repiquage et purification des colonies

Après incubation, nous avons observé sur les boîtesensemencées des colonies bien isolées, de taille, de forme et de couleurs différentes. Ces colonies sont ensuite soumises à une purification qui consiste à réaliser des repiquages successifs sur la gélose standard, jusqu'à l'obtention des colonies bien homogènes et pures (**Larpen, 1997**).

6. Identification des germes

L'identification des espèces bactériennes isolées s'est basée surtout sur l'étude du métabolisme bactérien avec la recherche de certaines enzymes. (**Amira, 2008**).

7. Identification morphologique

7.1.Examen macroscopique

Ce test vise à avoir la taille, l'aspect, le contour, la surface, l'élévation et la couleur des colonies sur les boîtes de Pétri après incubation à 37 °C pendant 24 h.

7.2. Examen microscopique (Coloration de Gram) :

L'examen de préparation microscopique révélé par la coloration différentielle de Gram permet de faire la distinction entre les bactéries Gram(+) et les bactéries Gram (-) et de connaître le mode de regroupement et la morphologie des bactéries (**Amira, 2008**).

7.2.1. Technique

- Ajouter une goutte d'eau distillée stérile sur une lame propre, puis grâce à l'anse de platine stérile, prendre une colonie bactérienne à partir de la culture sur les milieux précédents.

-Mélanger avec la goutte d'eau distillée avec passage rapide sur la flamme du bec Bunsen

✓ Coloration simple

Recouvrir le frottis par le violet de Gentiane ; laisser agir une minute.

✓ Fixation et mordantage

Verser le lugol et le laisser agir pendant une minute.

✓ Décoloration

Laver la lame avec l'alcool éthylique jusqu'à ce que le colorant cesse de s'échapper librement du frottis puis rincer à l'eau courante.

✓ Recoloration

Verser quelques gouttes de Fuchsine basique et laisser agir pendant 30 secondes, rincé à l'eau.

✓ Séchage

Laisser la lame sécher, puis ajouter une petite goutte d'huile de cèdre et examiner avec un microscope optique à l'objectif à immersion (grossissement x 100).

7.2.2. Lecture

L'observation microscopique des frottis permet de mettre en évidence deux grandes catégories des bactéries :

- Les bactéries à Gram positif qui gardent leur coloration violette après décoloration par l'alcool.
- Les bactéries à Gram négatif décolorées par l'alcool sont teintées par la fuchsine et apparaissent roses (**Ferron, 1983 ; Singleton, 2002**).

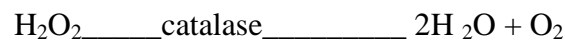
8. Identification biochimique

8.1. Recherche de la catalase

Ce test sert notamment à différencier les bactéries de la famille des *Micrococaceae* (*Staphylococcus*) catalase (+) de celle des *Streptococaceae* catalase (-). Ce test est appliqué sur toutes les colonies apparaissant sur gélose Chapman (**Amira, 2008**).

8.1.1. Principe

La catalase est une enzyme qui permet de décomposer l'eau oxygénée directe en eau et en oxygène libre qui se dégage sous forme gazeuse selon la réaction suivante:



8.1.2. Technique

Sur une lame, nous avons déposé une goutte d'eau oxygénée (H_2O_2) et nous avons ajouté un ose de bactéries prélevées à partir du milieu gélosé.

8.1.3. Lecture

La réaction positive se traduit par des effervescences : la formation de bulles dues à un dégagement gazeux immédiat (oxygène). (**Amira, 2008**).

8.2. Recherche d'oxydase

Ce test est à la base de l'identification des bactéries à Gram négatif (**Amira, 2008**).

8.2.1. Principe

Ce test permet de mettre en évidence une enzyme : la phénylédiamine oxydase des bactéries à partir de leur culture en milieu gélosé. Cette enzyme est capable d'oxyder un réactif : le N diméthylparaphénylène diamine. Ce réactif est incolore et en présence de l'enzyme, il libère un composé rose-rouge, noircissant à l'air.

Réactif incolore — phénylènediamine oxydase — composé rosé.

8.2.2. Technique

Le réactif peut se trouver sous deux formes :

- soit en solution : sur une lame de verre, déposer un carré de papier filtre et l'imbiber d'une solution fraîchement préparée de réactif,
- soit sous la forme d'un disque pré-imprégné par le réactif.

Dans les deux cas, écraser avec une effilure de pipette Pasteur une colonie de germes à étudier sur ce papier (instrument n'oxydant pas le réactif) (**Amira, 2008**).

9. La galerie biochimique Api 20 E

9.1. Principe

L'Api 20 E est une galerie biochimique qui permet d'identifier des bacilles Gram (-) appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* utilisant 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés. Elle comporte 20 micros tubes contenant des substrats sous forme déshydratés. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les milieux. Les réactions produites pendant la période d'incubation se produisant par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs (Delarras, 1998).

9.2. Technique

9.2.1. Préparation de l'inoculum

- Inscrire les références de la souche bactérienne sur la languette latérale de la boîte (+ date et initiales de l'opérateur).
- Prélever à l'aide d'une anse de platine une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé.
- Réaliser une suspension bactérienne en homogénéisant soigneusement les bactéries dans 5ml d'eau distillée stérile de turbidité égale à celle de l'étalon 0,5 Mc farland.

9.2.2. Inoculation de la galerie

- Humidifier le fond de la galerie Api 20 E avec de l'eau distillée ;
- Inoculer tous les tubes de la galerie avec la suspension bactérienne ;
- Remplir toutes les cupules des tests : CIT, VP, GEL et créer une atmosphère anaérobie dans les tests : ADH, LDC, ODC, URE et H₂S en remplissant leurs cupules avec l'huile de paraffine.
- Refermer la boîte d'incubation et incuber à 37 °C pendant 18 à 24 heures.

9.2.3. Lecture et identification

Reporter sur la fiche d'identification tous les résultats spontanés. Révéler les tests nécessitant l'addition ou l'ajout de réactifs.

- Tests VP : ajouter une goutte de réactifs VP1 et VP2. Attendre au minimum 10 minutes. Aucun virage de couleur n'indique une réaction négative.
- Test TDA : ajouter une goutte de réactif TDA ; le non virage de couleur indique que la réaction est négative.
- Test IND : ajouter une goutte de réactif de Kowacs la non formation d'anneau rouge indique une réaction négative.

La lecture se fait à l'aide du logiciel d'identification Api Web après avoir calculer et déduire le nombre caractéristique de 7 chiffres (**Delarras, 1998**).

10. La galerie biochimique Api 20 NE

10.1. Principe

La galerie API 20 NE se compose de 20 micro-tubes contenant milieux et substrats sous forme déshydratée. Il permet l'identification des bacilles Gram (-) nonentérobactéries par la réalisation rapide et facile de tests biochimiques miniaturisés. Il y a une partie pour l'auxanogramme et une autre pour le zymogramme (les bactéries cultivent seulement si elles sont capables d'utiliser le substrat correspondant). Les réactions produites durant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs (**Leyral et Joffin, 1998**).

10.2. Technique

10.2.1. Préparation de la galerie

- Répartir de l'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Inscrire les références de la souche bactérienne sur la languette latérale de la boîte

(+ date et initiales de l'opérateur).
- Déposer stérilement la galerie dans la boîte d'incubation.

10.2.2. Préparation de l'inoculum

Faire une suspension bactérienne, dans une ampoule de NaCl 0,85% Medium ou dans un tube d'eau distillée stérile, de turbidité égale à celle de l'étalon 0,5 Mc farland.

10.2.3 Inoculation de la galerie

- Remplir uniquement les tubes des tests (et non les cupules) NO₃ à PNPG avec la suspension bactérienne.
- Eviter la formation de bulles.

- Créer une anaérobiose dans les tests GLU, ADH, URE en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- Transférer 200 µl (4 à 8 gouttes) de la suspension précédente, dans une ampoule aux Medium.
- Homogénéiser.
- remplir les micros cupules des tests GLU à PAC.
- remplir tubes et cupules des tests GLU à PAC en veillant à créer un niveau horizontal ou légèrement convexe mais jamais concave.
- refermer la boîte d'incubation et la placer dans l'étuve a 37°C pendant 24h

10.2.4. Lecture et identification

La lecture se fait à l'aide du logiciel d'identification Api Web après avoir calculer et déduire le nombre caractéristique de 7 chiffres qui sera lu directement du codeur galerie Api 20NE (Leyral et Joffin, 1998).

11. La galerie biochimique Api Strep

11.1. Technique

11.1.1. Préparation de la galerie

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillé dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Inscrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.
- Sortir la galerie de son emballage individuel.
- Placer la galerie dans la boîte d'incubation (Delarras, 1998).

11.1.2. Préparation de l'inoculum

- Ouvrir une ampoule d'Api suspension medium (2 ml) ou utiliser un tube contenant 2 ml d'eau distillée sans additif.
- A l'aide d'un écouvillon, prélever toute la culture préalablement préparée.

-Réaliser une suspension très dense : opacité supérieure à 4 de MC Farland. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

11.1.3. Inoculation de la galerie

Dans la première moitié de la galerie (tests VP à ADH) répartir la suspension précédente en évitant la formation de bulles (pour cela, incliner la boîte d'incubation vers l'avant et placer la pointe de la pipette sur le côté de la cupule) :

-Pour les tests VP à LAP : environ 100 μ L dans chaque cupule.

-Pour le test ADH : remplir uniquement le tube.

-Dans la deuxième moitié de la galerie (tests RIB à GLYG).

-Ouvrir une ampoule d'API GP Medium et y transférer le reste de la suspension, soit 0,5 ml au minimum bien homogénéiser.

-Répartir cette nouvelle suspension dans les tubes uniquement.

-Remplir les cupules des tests soulignés ADH à GLY avec de l'huile de cèdre.

-Refermer la boîte d'incubation et faire incuber à 37C° à l'étuve pendant 24 h.

11.2. Lecture

Après 24 h d'incubation, On ajoute les réactifs :

-Test VP : 1 goutte de VP1 et VP2.

-Test HIP : 2gouttes de NIN.

-Tests : PYRA, α GAL, β GUR, β GAL, PAL, LAP on ajoute une goutte de zym A et une autre de zym B.

-Attendre 10 min puis lire toutes les réactions en se référant en tableau de lecture.

-Noter toutes les réactions sur la fiche de résultats (**Delarras, 1998**).

Chapitre IV

Résultats et discussion

I. Résultats des paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres physicochimiques des échantillons étudiés sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau (01) : Résultats des paramètres physicochimiques des échantillons étudiés.

Paramètres physico-chimiques	Turbidité	pH	TDS	Cond	Sal	T°C	TH	Mg ⁺²	Ca ⁺²	PO ₄ ³⁻	Na ⁺	K ⁺	
S1	Avril	0.69	7.66	338	501	0.1	14.4	0.5	11.18	0.12	0.038	19	0.4
	Mai	0.60	8.18	340	571	0.1	16.1	0.5	9.72	0.12	0.036	19	0.3
S2	Avril	0.43	7.56	374	540	0.1	19.8	0.5	26.24	0.12	0.018	19	0.9
	Mai	0.30	7.62	376	635	0.1	21.2	0.63	26.24	0.12	0.002	19	0.8
S3	Avril	0.30	7.23	491	719	0.3	17	0.5	28.67	0.08	00	36	1.5
	Mai	0.33	7.26	485	823	0.3	18	0.5	30.62	0.12	0.01	35	1.5
S4	Avril	1.10	7.71	262	386	00	17.5	0.5	9.23	0.12	00	09	0.3
	Mai	0.59	7.87	247	416	00	18.7	0.5	7.77	0.12	00	10	0.3

I.1. La température

La température de l'eau est un facteur important, elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (**Belghiti et al., 2010**).

L'analyse in situ de la température dans nos sites, de prélèvement durant (Avril et Mai) nous a permis d'enregistrer une valeur maximale de 19.8°C durant le mois d'Avril et 21.2°C durant le mois de Mai dans la source S2 et une valeur minimale de 14.4°C durant le mois d'Avril et 16.1°C durant le mois de Mai dans la source S1 (**Fig.11**).

Les valeurs de température enregistrées sont inférieures à la norme (25°C) exigée par **J.O.R.A (2011) (voir annexe)**. Ces températures sont proches de la température ambiante et indiquent une origine peu profonde de l'eau étudiée (**Belghiti et al., 2010**). Nos résultats sont en accord avec les travaux réalisés par **Behailil et al. En 2011**.

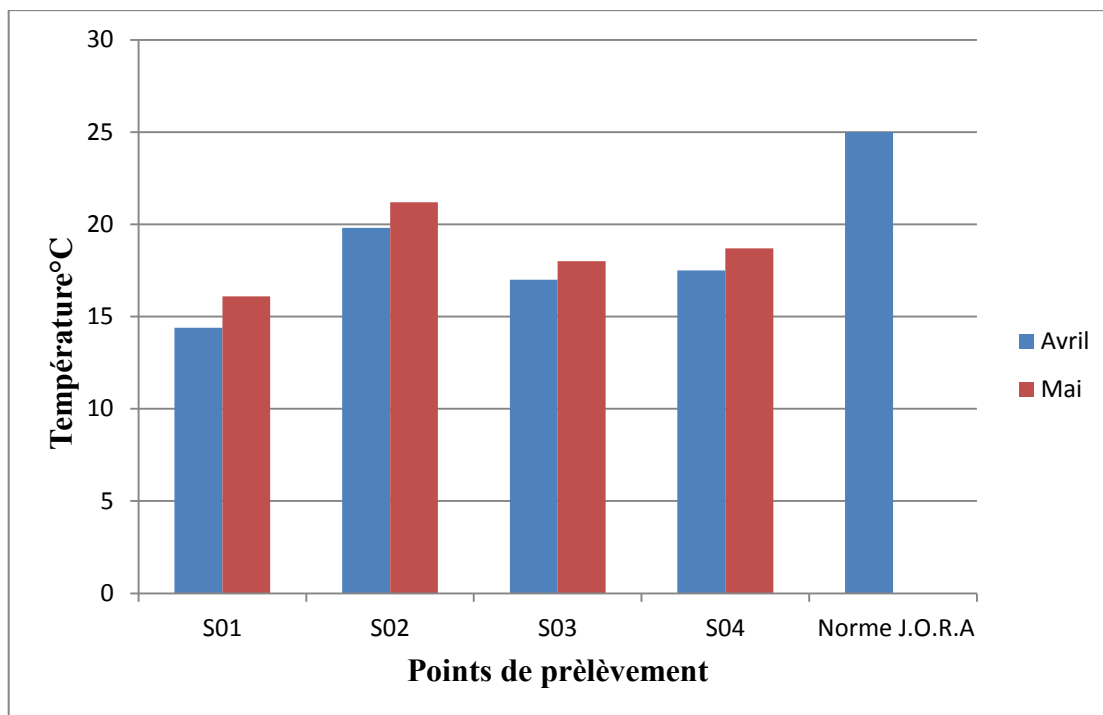


Figure04 : Variation de la température des échantillons étudiés.

I.2. Le pH

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Du point de vue sanitaire, un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un pH faible peut modifier le goût de l'eau. **Aouissi, (2010).**

Les valeurs observées révèlent que le pH est autour de la neutralité dans toutes les sources lors des deux prélèvements. Le pH enregistré durant notre période d'étude varie entre (7.23et7.71) pour les sources S3 et S4 respectivement durant le mois d'Avril et entre (7.26et8.18) pour les sources S3 et S1 respectivement durant le mois de Mai (**Fig.12**)

Les analyses effectuées montrent que les valeurs de pH de l'ensemble des échantillons sont conformes aux normes admises par L'OMS et le J.O.R.A. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Behailil et al. En 2011.**

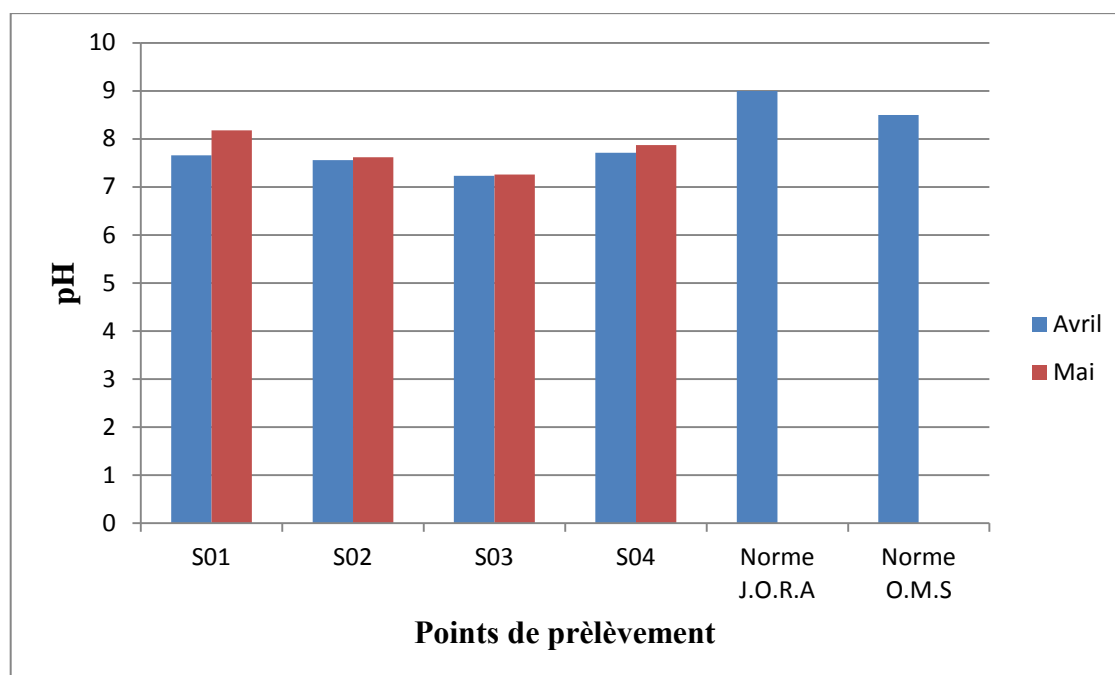


Figure05 : Variation du pH des échantillons étudiés.

I.3. Salinité

La salinité est la mesure de la quantité de sels dissous dans un volume donné d'eau (Abda, 2015).

La variation de la salinité entre les deux prélèvements est très faible et presque constante (Fig.13). Les valeurs de la salinité des eaux des quatre sources varient entre 00 et 0.3mg/l ; la valeur maximale a été enregistrée dans la source S3 (0.3mg/l) et la valeur minimale enregistrée est de 00 mg/l dans la source S4. Les valeurs de la salinité sont toutes inférieures à la norme algérienne qui est 1mg/l et à la norme fixée par l'OMS qui est de 5mg/l ; donc ces eaux sont considérées comme eau douce. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Bentafar et Djebairia. En 2010.

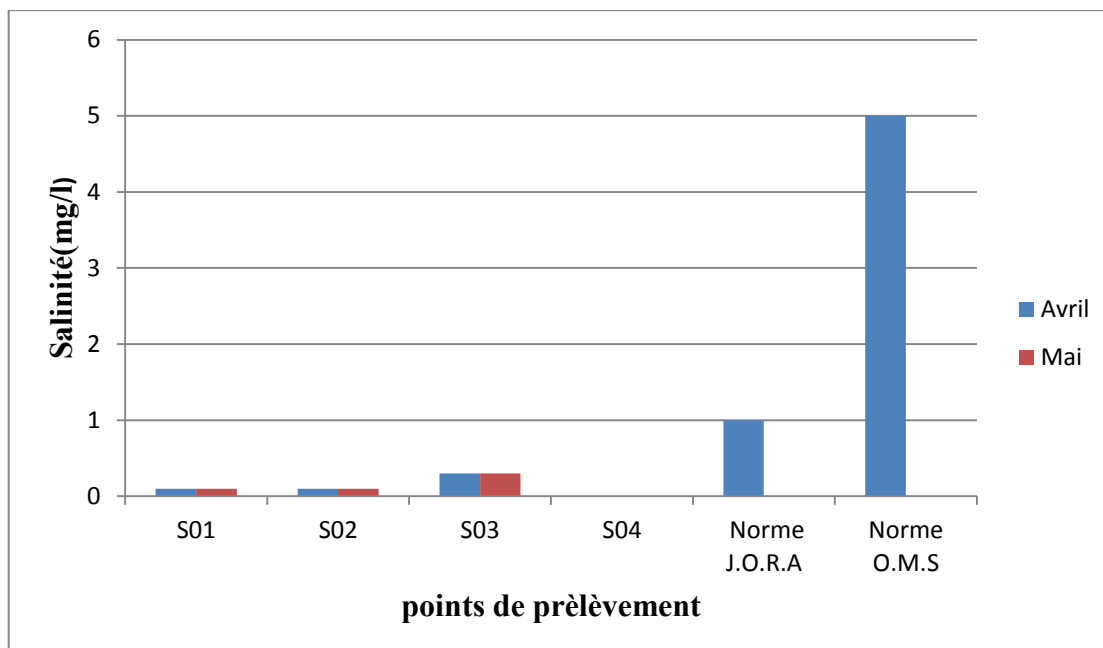


Figure06 : Variation de la salinité des échantillons étudiés.

I.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique varie entre une valeur minimale de 501($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour S1 et une valeur maximale de 719($\mu\text{S}/\text{cm}$) pour S3 durant le mois d'Avril et varie entre (416 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour S4 et 823 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour S3) durant le mois de Mai (**Fig.14**). Cette variation de la conductivité indique qu'il y a une minéralisation importante, l'accroissement de la conductivité relatif aux quantités de rejet de sels suite aux activités agricoles (**Bensaci, 2007; Amira, 2008**). La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale (**Sayad, 2008**).

Les analyses effectuées montrent que la conductivité électrique de l'ensemble des échantillons des quatre sources conforme à la norme (2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$) proposée par le J.O.R.A (2011). Nos résultats enregistrés sont inférieurs par rapport aux valeurs obtenus par **Belghiti et al. En 2010**.

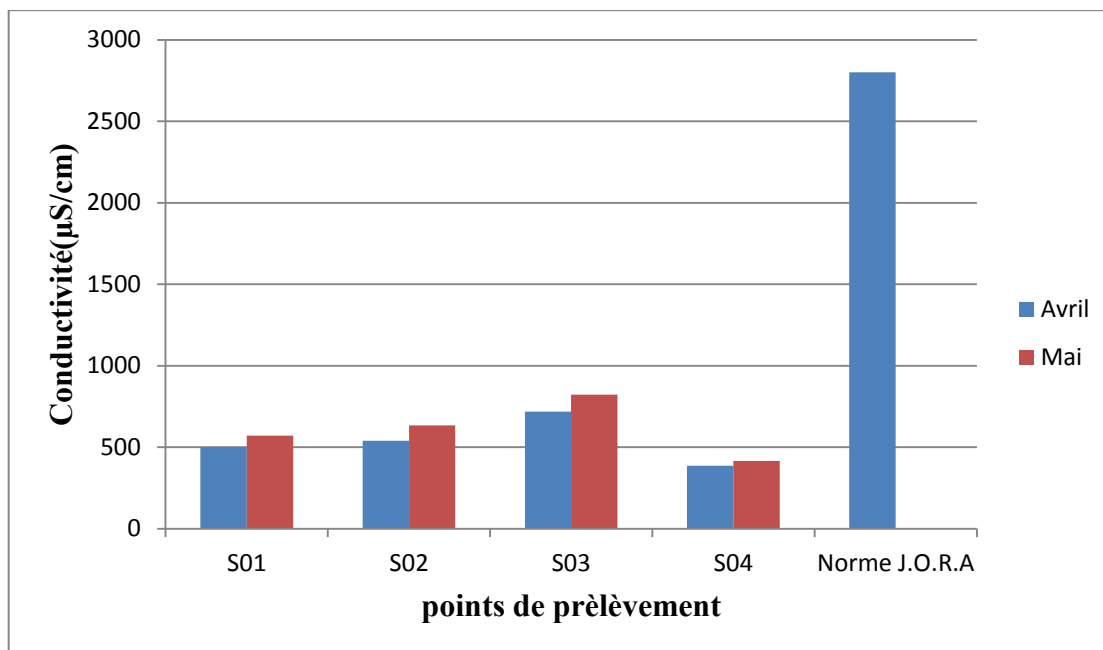


Figure07: Variation de la conductivité des échantillons étudiés.

I.5. TDS

La minéralisation total ou TDS est la somme de tous les éléments contenus dans l'eau, elle serait globalement équivalente à la somme des cations et anions dans l'eau (**Abda, 2015**).

Lors des deux prélèvements, la variation du TDS est faible. Il évolue dans le même sens que la conductivité électrique. Les teneurs enregistrées pour le TDS durant le mois d'Avril varie entre une valeur minimale de 262mg/l pour S4 et une valeur maximale 491mg/l pour S3, et varie entre (247mg/l et 485mg/l) durant le mois de Mai pour les sources S4 et S3 respectivement (**Fig.15**). Le TDS pourrait provenir de lessivage naturel des roches de caractéristiques géologiques différentes, l'apport des eaux usées des villes et des unités industrielles (**Chibani, 2009**).

Les teneurs calculées sont dans la norme de potabilité exigée par l'OMS (2011) (1000mg/l). Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par (**Chibani, 2009**).

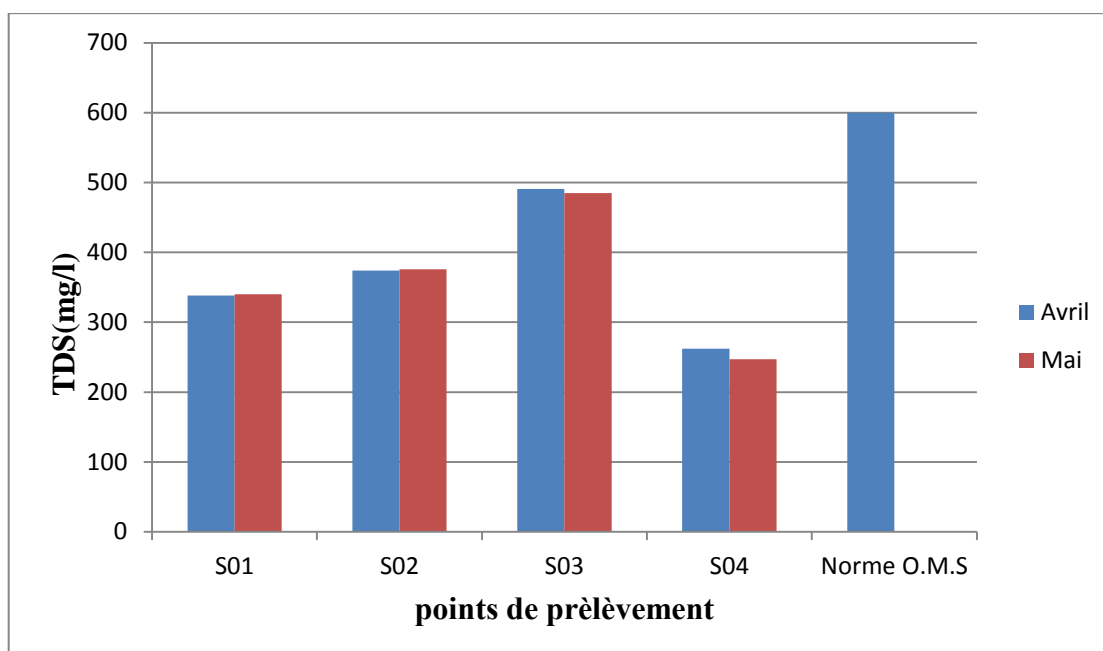


Figure08 : Variation du (TDS) des échantillons étudiés.

I.6. La turbidité

Dans les eaux naturelles la turbidité est causée par la présence des particules en suspension notamment colloïdales :(argiles, limons, grains de silice et les micro-organismes) (**Rodier, 2009**).

La valeur minimale de la turbidité (0.30 NTU) a été enregistrée pour la source S3, et la valeur maximale est (1.10 NTU) pour la source S4 durant le mois d'Avril. Les valeurs enregistrées durant le mois de Mai sont (0.30 NTU- 0.60 NTU) pour les sources S2 et S1 respectivement, ces résultats sont inférieurs à la norme algérienne (**Fig.16**).

Les valeurs de la turbidité enregistrée des sources (S1, S2, S3) sont conformes aux normes exigées par l'OMS pour les eaux destinées à la consommation humaine (1 NTU), par contre la valeur de S4 est supérieure à la norme durant le mois d'Avril. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Gueroui. En (2015)**.

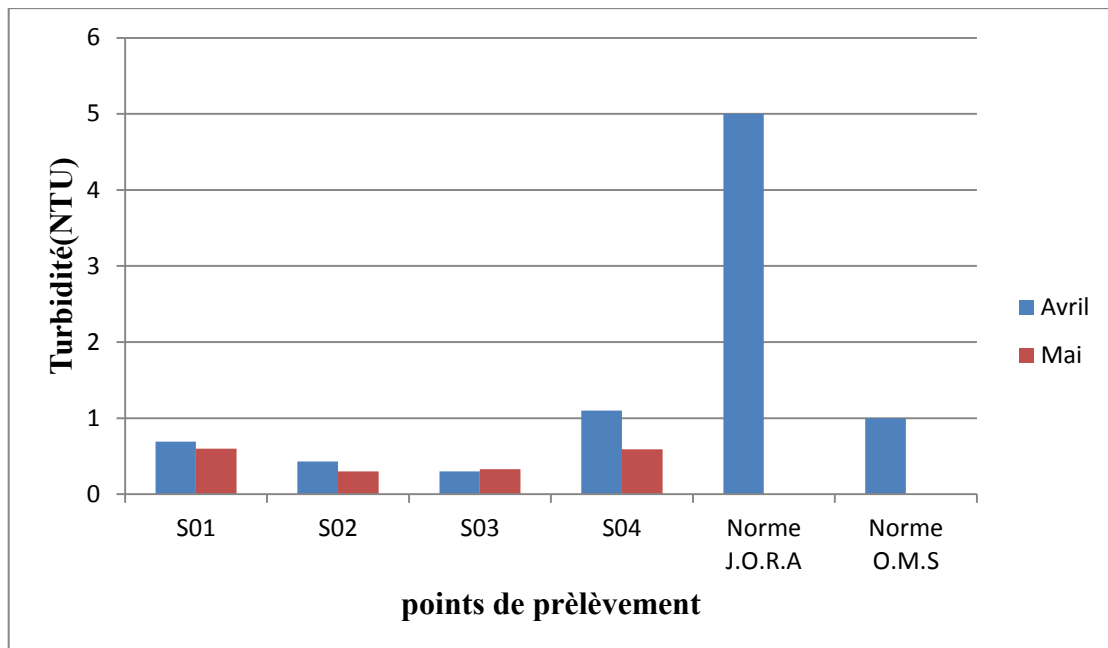


Figure09 : Variation de la turbidité des échantillons étudiés.

I.7. Le TH

Le TH est un indicateur de la minéralisation de l'eau qui correspond aux concentrations de calcium, de magnésium, de fer, d'aluminium et de manganèse dans l'eau (**Vilaginès, 2010**).

La valeur minimale de TH enregistrée est 0.5mg/l et la valeur maximale est 0.63mg/l (**Fig.17**). La dureté des eaux enregistrée durant la période de prélèvement ne dépasse pas la norme algérienne requise pour les eaux de consommation (200mg/l) ainsi que la norme de l'OMS (10mg/l), donc on peut classer cette eau comme une eau très douce.

Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Bahailil et al. En 2011**.

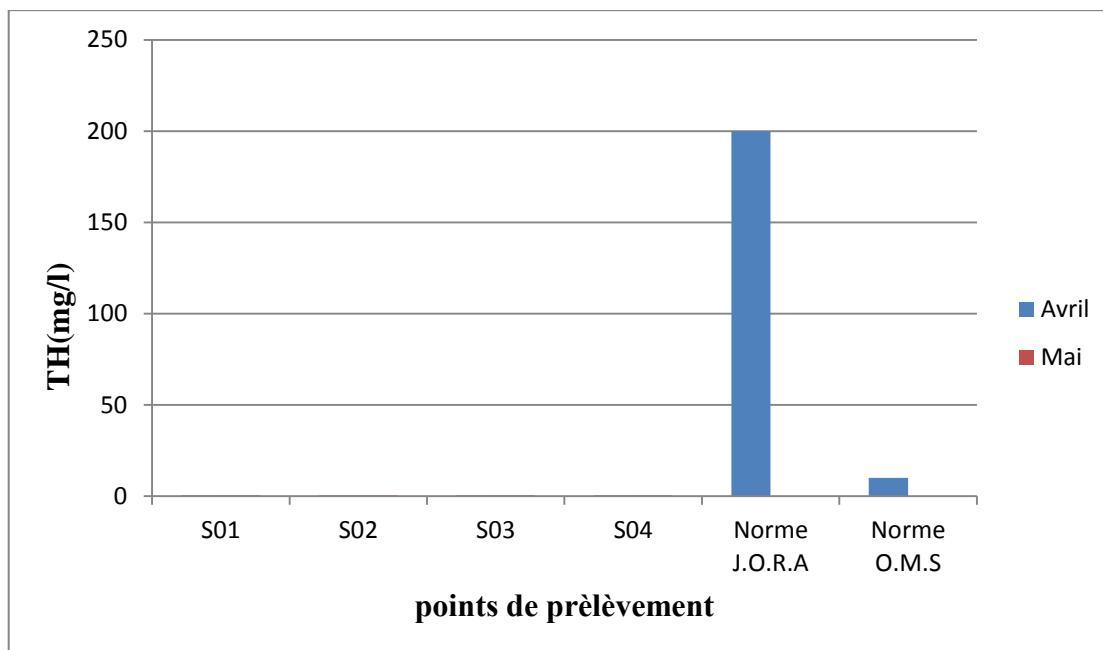


Figure10 : Variation de la dureté des échantillons étudiés.

I.8. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un autre élément qui constitue la dureté de l'eau et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (**Vilaginès, 2010**).

Les résultats des analyses des échantillons étudiés montrent que les concentrations en calcium varient entre (0.08 mg/l et 0.12 mg/l) pour les sources S3 et S1 durant le mois d'Avril et de (0.12 mg/l) durant le mois de Mai (**Fig.18**). Les teneurs obtenues pourraient être expliquées par une faible présence de cet élément dans cette région d'étude.

Nos résultats montrent que les concentrations de Calcium pour les quatre sources ne dépassent pas la norme admissible par J.O.R.A (2011) (200mg/l), et sont inférieurs à ceux obtenus par **Ayed. En 2016**.

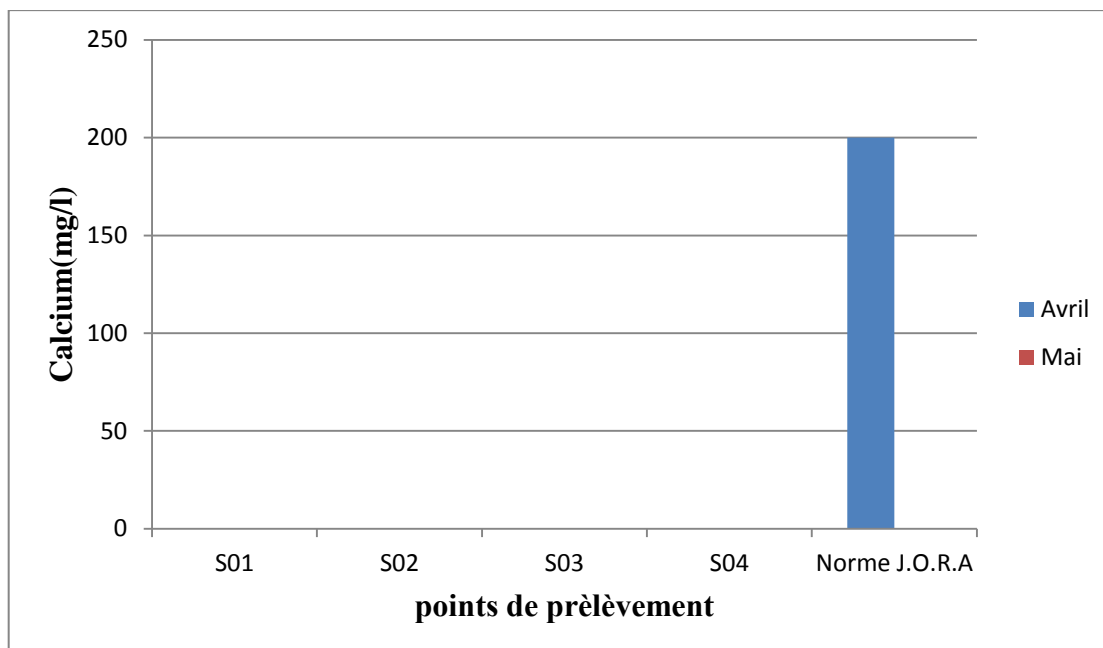


Figure11 : Variation de la concentration de Calcium des échantillons étudiés.

I.9. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium dans l'eau provient de l'attaque par l'acide carbonique des roches magnésiennes et de la mise en solution de magnésium sous forme de carbonates ($MgCO_3$) et de bicarbonates (Mg^2HCO_3) (Savary, 2010).

Lors des deux prélèvements, nous avons remarqué que la variation des teneurs en magnésium est faible entre les quatre sources (Fig.19). Les teneurs en magnésium durant le mois d'Avril varient entre (11.18 et 28.67 mg/l) pour les sources S1 et S3 respectivement, et de (7.77 à 30.62 mg/l) pour les sources S4 et S3 respectivement durant le mois de Mai. Cette concentration est en relation directe avec la nature géologique des terrains traversés (Chibani, 2009).

Les résultats obtenus dans les deux sources sont en accord avec la norme admissible par J.O.R.A (2011) (150 mg/l), Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Gueroui. En 2015.

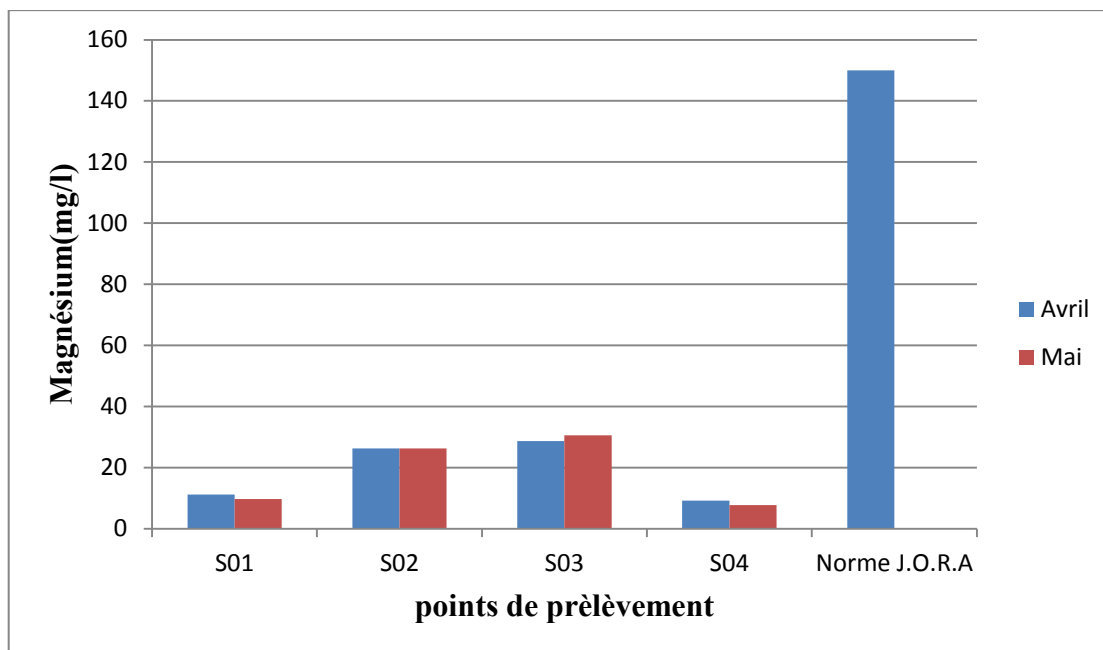


Figure12 : Variation de la concentration de Magnésium des échantillons étudiés.

I.10. Sodium (Na^+)

Cet élément, très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais, toujours associé à d'autres éléments chimiques (chlorures, sulfates,...). L'omniprésence du sodium et la grande solubilité de ses sels expliquent qu'il se retrouve dans la majorité des eaux (souterraines et de surface) (**Petolon et Ziesman, 1998**).

Lors des deux prélèvements, nous avons remarqué une très faible variation des teneurs en sodium entre les sources (**Fig.20**). Les résultats varient entre (09mg/l et 36mg/l) pour les sources S4 et S3 durant le mois d'Avril et entre (10mg/l et 35 mg/l) pour les sources S4 et S3 durant le mois de Mai. Les teneurs en sodium sont inférieures à la norme algérienne qui est de 200 mg/l. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Behailil et al. En 2011**.

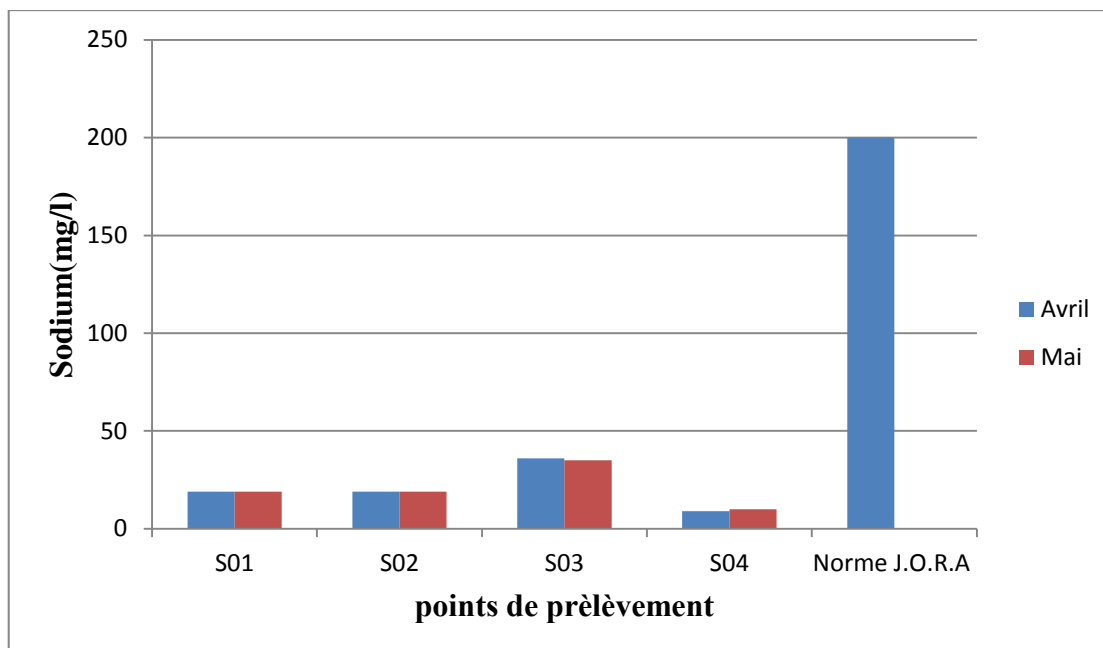


Figure13 : Variation de la concentration de Sodium des échantillons étudiés.

I.11. Potassium (K^+)

Le potassium est un élément naturel des eaux, où sa concentration est à peu près constante et ne dépasse habituellement les 10 à 15 mg/l (**Petolon et Ziesman, 1998**).

Lors des deux prélèvements, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en potassium entre les sources (**Fig.21**). Les teneurs en potassium lors des deux mois (Avril et Mai) varient entre (0.3) pour S1 et (1.5) mg/l pour S3 respectivement. Les teneurs en potassium sont inférieures à la norme algérienne qui est de 12 mg/l. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Gueroui. En 2015**.

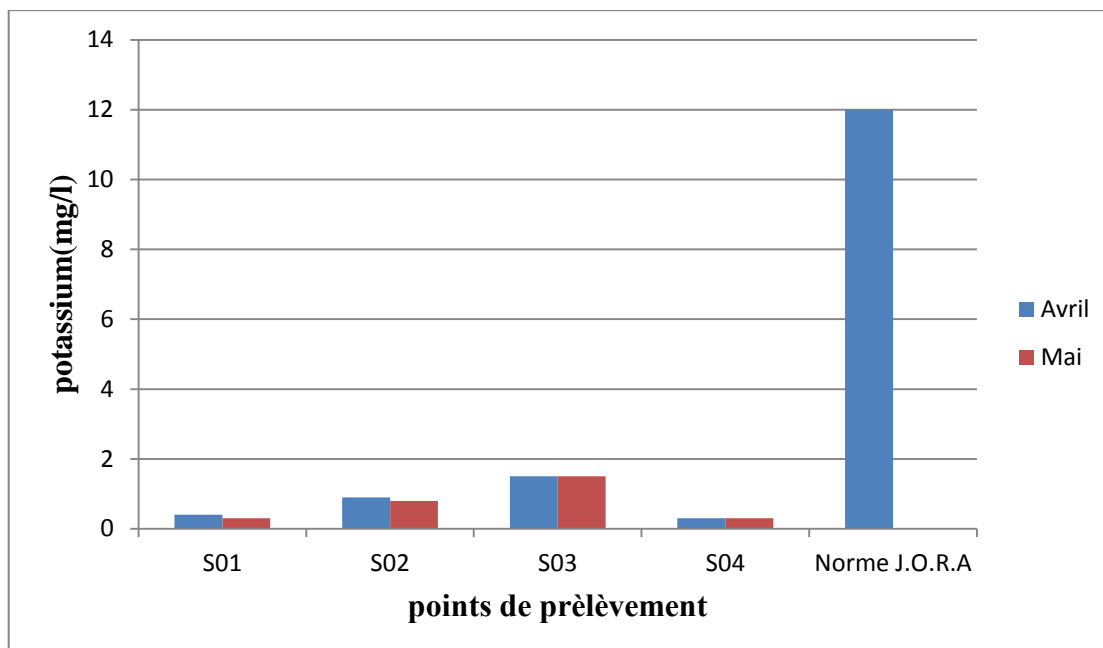


Figure14 : Variation de la concentration de Potassium des échantillons étudiés.

I.12. Ortho phosphates (PO_4^{3-})

L'origine des phosphates dans les eaux est le plus souvent liée aux rejets urbains et à la dissolution des engrais chimiques (Savary, 2010).

Lors des deux prélèvements, nous avons remarqué une faible variation des teneurs en phosphate entre les sources (Fig.22). Les teneurs en phosphate durant le mois d'Avril varient entre (00 et 0.038 mg/l) pour les sources S3 et S1 respectivement et entre (00 et 0.036mg/l) pour les sources S4 et S1 respectivement durant le mois de Mai.

Nos résultats sont dans la norme admissible par l'OMS et J.O.R.A (5 mg/l). Et sont similaires à ceux obtenus par Gueroui. En 2015.

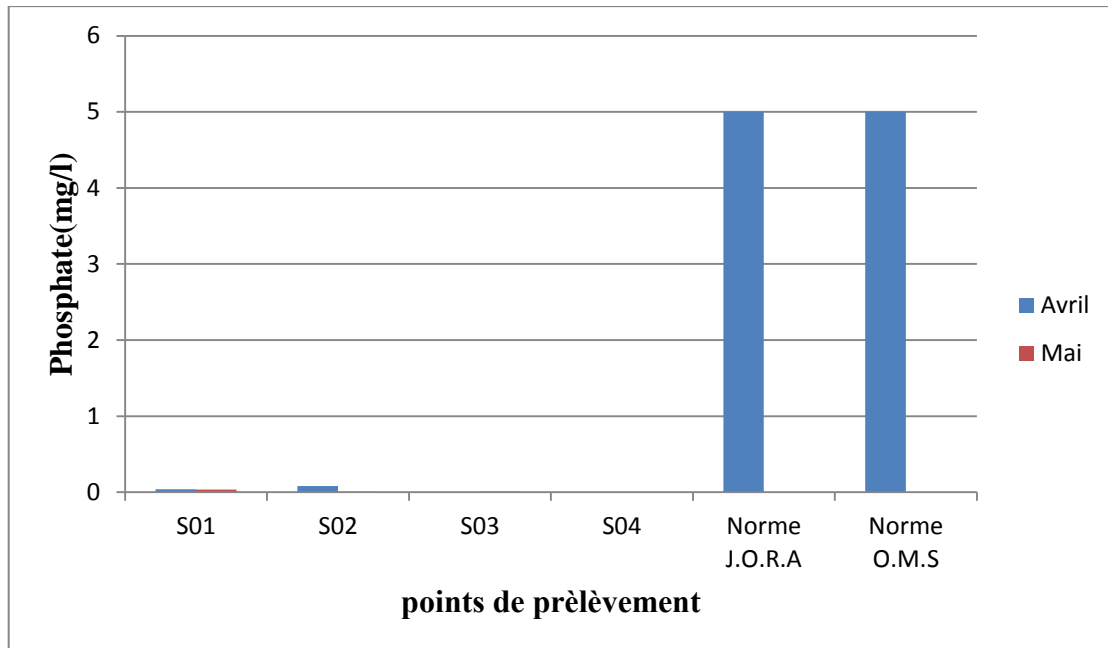


Figure15 : Variation de la concentration de phosphate des échantillons étudiés.

II. Résultats d'analyses bactériologiques

II.1. Résultats de dénombrements des GT

Cet examen vise à faire le dénombrement non spécifique du plus grand nombre de microorganismes. Ce dénombrement a pour objectif d'apprécier quantitativement la charge microbienne existante dans l'eau (**Jean, 2008**).

Les variations des GT dénombrés à 22 °C montrent que la charge bactérienne la plus élevée est enregistrée dans le quatrième site (10c), alors qu'une absence totale est enregistrée dans le S2, la variation temporelle des GT dénombrés à 37 °C montre une concentration élevée dans le S4 par contre est très faible au niveau de S1 (**Fig.23**).

Les résultats montrent une concentration de GT comprises entre [0 et 93 UFC/ml], ces résultats sont inférieurs à celle obtenus par **Chena et Grara. En 2015** [8 -95 UFC/ml], ce nombre de GT peut indiquer la présence des germes pathogènes.

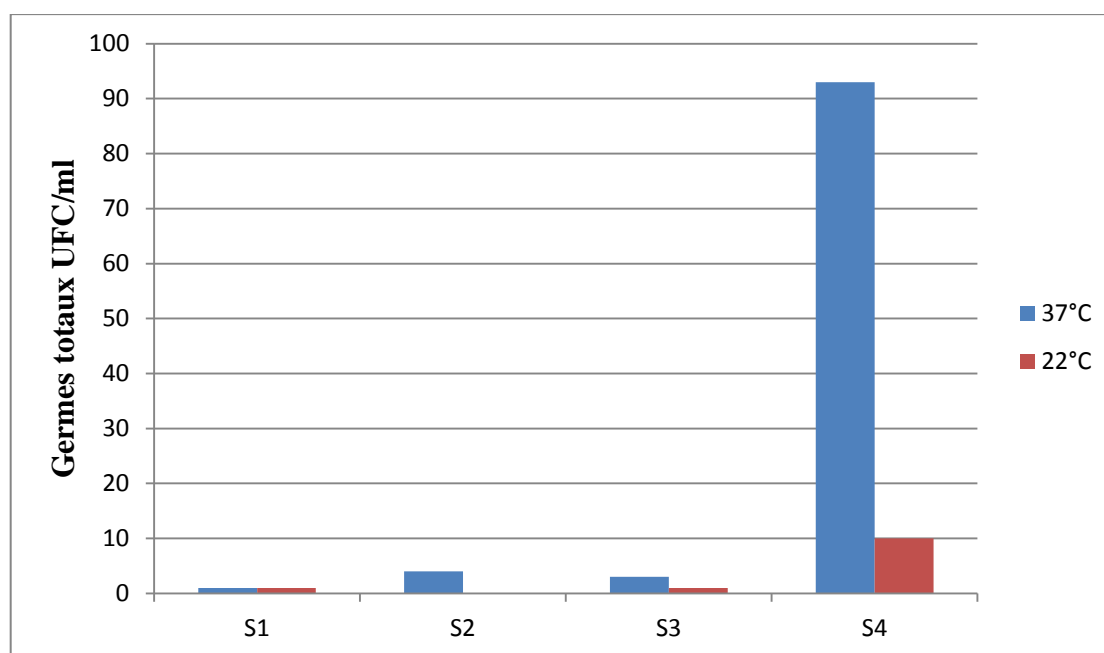


Figure16 : Variation du nombre de germe totaux à température d'incubation 37°Cet22°C des échantillons étudiés.

II.2. Résultats de dénombrement des CT

Les coliformes totaux et fécaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une contamination d'origine fécale (Leyral *et al.*, 2002).

La variation temporelle des CT au niveau des eaux de sources montrent des concentrations élevées au niveau des deux sites (1et4), et absence totale dans le site(2) (Fig.24). Elles varient entre (00et05) donc conformes aux normes algériennes et supérieures à la valeur admissible de l'OMS.

Les valeurs enregistrées varient entre [4-140 germe/100ml] donc sont conformes à la norme de J.O.R.A (2011) et dépassent la norme exigée par l'OMS (2011), ces valeurs sont inférieures à celles obtenues par Gueroui. En 2015 [1-240 germe/100ml].

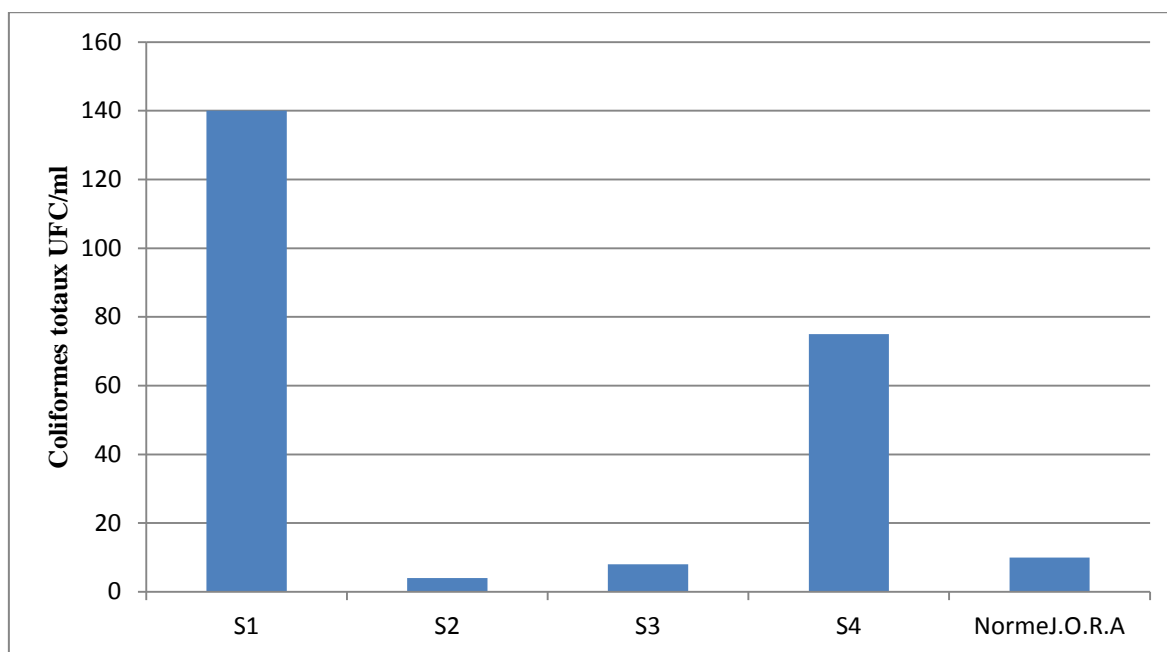


Figure17 : Variation du nombre de coliforme totaux au niveau des échantillons étudiés.

II.3. Résultats de dénombrement des CF

Les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux, ce type de bactéries est particulièrement sensible à la désinfection et a la particularité de se développer difficilement à l'intérieur d'un réseau. Sa présence indique qu'une contamination bactérienne s'est introduite dans le réseau (RQEP, 2006).

En ce qui concerne les Coliformes fécaux, la concentration minimale est obtenue au niveau de site 3, tandis que la concentration maximale est obtenue au niveau de site 4 alors que le site 2 montre une absence totale de CF (**Fig.25**), ils varient entre (00et05) par conséquent ne sont pas conformes à la norme algérienne ainsi que la norme de l’OMS.

Les résultats enregistré ont montré la présence des CF dans les sources (S1, S3, S4) [4-75UFC/100ml] et qui dépassent la norme (0germe/100ml) de l’OMS (2011). Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Gueroui. En 2015** [1-160 germe/100ml]

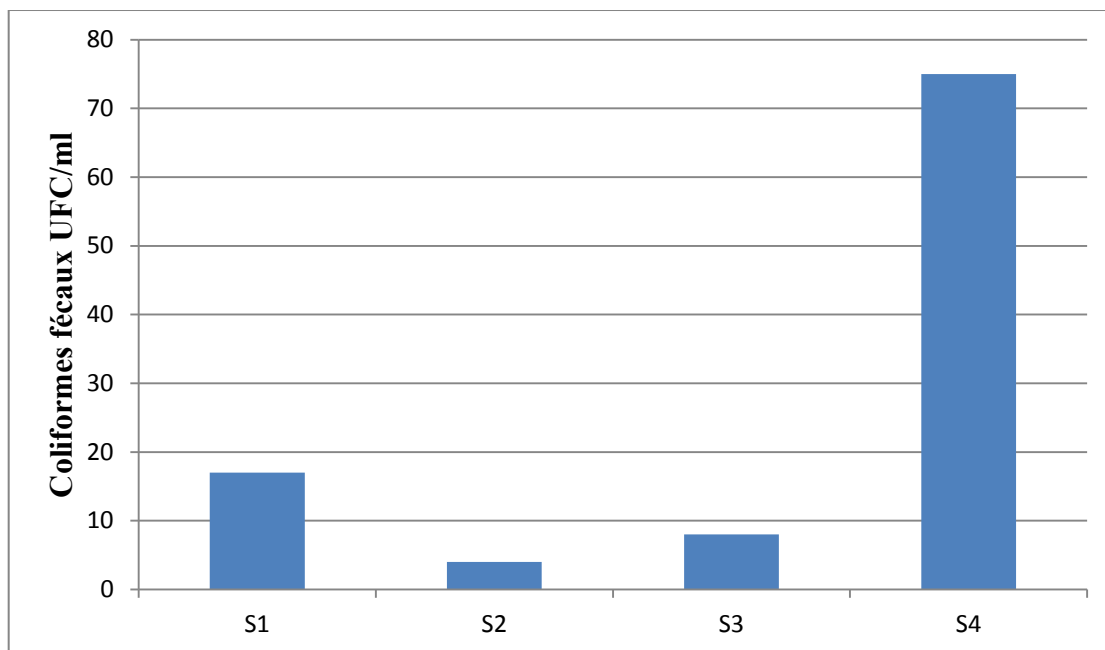


Figure18 : Variation du nombre des coliformes fécaux des échantillons étudiés.

II.4.Résultats du dénombrement des SF

Les streptocoques sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bon indicateur de contamination fécale des eaux, aussi utilisés comme indicateurs d’efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants dans le milieu extérieur, que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes (**Leyral et al., 2002**).

La variation temporelle des Streptocoques fécaux montre que la valeur minimale est obtenu au niveau des deux sites S2 et S4 et la valeur maximale est enregistré au niveau du S3, la charge bactérienne des quatre sites est supérieure à la norme algérienne et à celle de l’OMS (**Fig.26**).

Nos résultats de la recherche et du dénombrement des SF [8-19UFC/100ml] sont inférieures à ceux obtenus par **Chena et Grara. En 2015** [4-32UFC/100ml]

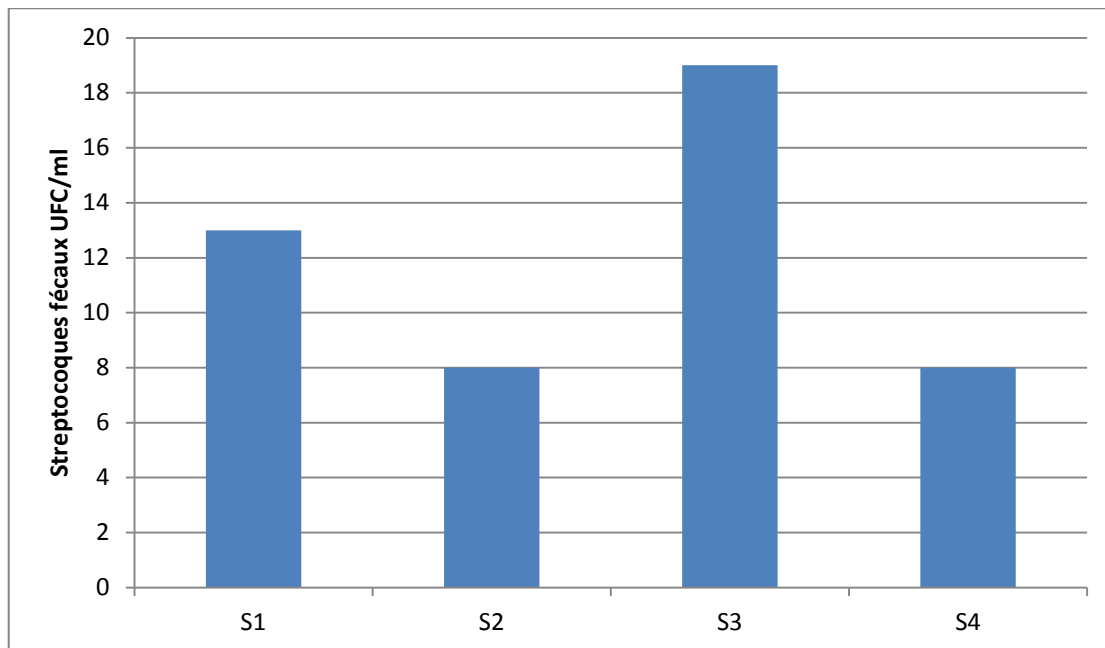


Figure19: Variation du nombre des streptocoques fécaux au niveau des échantillons étudiés.

II.5. Résultats de dénombrements des ASR

Les Clostridium sulfito- réducteurs sont des bactéries d'origine fécale, si elles se trouvent normalement dans les matières fécales, elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels (SARI, 2014).

Les dénombrements des ASR montrent que les sites (1,2et3) sont dépourvus des ASR alors que le quatrième site a montré la présence de ces germes ou les colonies sont indénombrables, donc le site 4 n'est pas conforme à la norme algérienne qui exclut leur présence.

III. Résultats d'identification

III.1.Examen macroscopique

Les caractères cultureux des souches isolées sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau(02) : Caractères cultureux des souches isolées.

	Hecktoen	Chapman	Cétrimide	GNAB
S1	-Colonies moyennes -couleurs orangées -légèrement convexes -contours réguliers -colonies rigoureuses -opaques.	-	-	-Colonies moyennes - de couleurs crémeuses -plates -contours réguliers -colonies lisses -opaques.
S2	-Colonies petites -couleurs orangées -plates -contours réguliers -colonies lisses -opaques.	-	-	-Colonies moyennes/petites -couleurs crémeuses -plates -contours réguliers -colonies lisses -opaques.
S3	-Colonies moyennes/petites -couleurs orangées et vertes -plates -contours	-	-	-Colonies moyennes/grandes/petites -couleurs crémeuses/vertes -convexes -contours irréguliers -colonies rigoureuses

	irréguliers -colonies rigoureuses -opaques.			-opaques/transparentes.
S4	-Colonies moyennes/petites -couleurs vertes -plates -contours irréguliers -colonies rigoureuses -opaques.	-	-	-Colonies moyennes/grandes/petites -couleurs vertes -plates -contours irréguliers -colonies lisses -opaques/transparentes.

III.2.Examen microscopique

Coloration de Gram

L'examen microscopique après coloration de Gram, nous a permis d'observer des Bacilles à Gram négatif et des Cocci à Gram positif.



Figure20 : Bacilles à Gram négatif

(Prise personnelle)

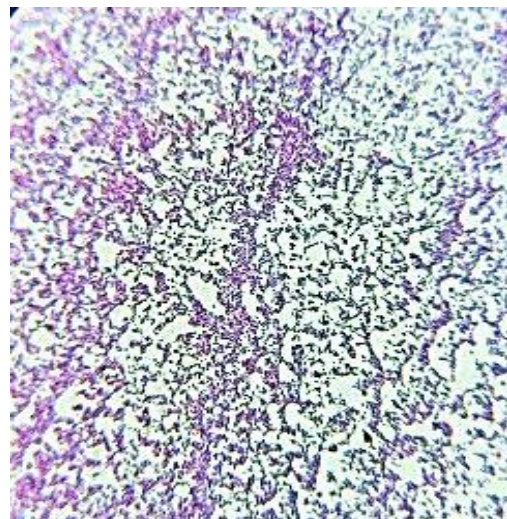


Figure21 : Cocci à Gram positif (prise

Personnelle).

III.3. Résultats des tests biochimiques

A. Test oxydase et catalase

B. Résultats des galeries biochimiques

Les résultats de l'identification biochimique des bactéries isolées sont présentés dans le tableau 03.

Tableau (03) : Les différentes espèces bactériennes identifiées.

Les sites	Espèces bactériennes
S1	- <i>Streptococcus uberis</i>
S2	- <i>Enterobacter cloacae</i>
S3	- <i>Pasteurella pneumotropica</i> - <i>Gamella haemolysans</i>
S4	- <i>Enterobacter cloacae</i> - <i>Elizabethkingia meningoseptica</i> - <i>Globicatella sanguinis</i>

Conclusion

Conclusion

Les eaux souterraines jouent un rôle fondamental dans la stabilité des populations rurales dans la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Elles sont exploitées par des puits, des sources et des forages ; drainées par différentes techniques traditionnelles et modernes utilisées pour extraire les eaux des nappes pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation.

Notre travail consiste à étudier la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de quatre sources : Sellaoua Announa (S1), et de Houari Boumediene (S2), Ben Djerrah (S3) et de Guelaat bousbaa (S4) situées dans la région de Guelma.

Les valeurs enregistrées des paramètres physicochimiques mesurés et appliqués sur nos échantillons, montrent que ces eaux sont bonnes et propres à la consommation. Elles répondent aux normes exigées par l'OMS et le J.O.R.A.

Du point de vue bactériologique, Les résultats obtenus montrent que les valeurs enregistrées au niveau des quatre sites ne sont pas conformes aux normes exigées par l'OMS et le J.O.R.A, de plus la présence des ASR au niveau du S4 témoigne des risques pour les personnes utilisant ces eaux.

Les résultats de la recherche des germes pathogènes ont montré une absence des *salmonelles* et des *vibrions cholériques* avec présence des espèces suivantes : *Streptococcus uberis*, *Enterobacter cloacae*, *Pasteurella pneumotropica*, *Gamella haemolysans*, *Elizabethkingia meningoseptica*, *Globicatella sanguinis*.

Cela revient à la pollution qui touche les eaux souterraines, les causes de cette pollution sont multiples; les principaux sont:

- La mauvaise protection des sources.
- Le non application des mesures d'hygiène élémentaires.
- La mauvaise évacuation des eaux usées.

A la lumière de ces résultats, les ressources en eau exploitées de la nappe alluviale de la région de Guelma à travers les sources concernées par notre étude se montrent menacées par la pollution engendrée par le développement urbain et agricole, notamment, les eaux usées des agglomérations avoisinantes qui ne disposent pas de système d'assainissement, des ordures ménagères, du réseau routier et des activités agricoles.

Enfin, cette étude ne constitue donc qu'une ébauche et nous espérons qu'elle servira à d'autres travaux de recherche.

En perspective :

- Elargir la période d'étude (plusieurs saisons).
- Dosage des métaux lourds.
- Développement de ces analyses à travers des nouveaux tests statistiques.
- Elargir l'analyse microbiologique (levure, moisissure ...etc.).

Références

Bibliographiques

Référence Bibliographique

A

- **Aouissi A., (2010)** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie), mémoire de magister en Hydro-écologie, Université de Guelma. 141p.
- **Abdelbaki C et Boukli Hacène F., (2007)** Etude du phénomène de dégradation des eaux souterraines du groupement urbain de Tlemcen. Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2 (2007) 257 – 263.
- **Andi., (2013):** <http://www.andi.dz>.
- **Abda A., (2015)** Traitement des eaux de surface et les risques gènotoxiques des sous-produits de chloration. Thèse doctorat. Université 08 Mai 1945, Guelma. P : 130.
- **Ayed W., (2016)** Evaluation De La qualité Physico-Chimique Et Bactériologique Des Eaux Souterraines : Cas Des Puits De La Région D'el-Harrouch (Wilaya De Skikda).Thèse de doctorat ; université Badji Mokhtar Annaba 33-37p.
- **Amira W., (2008)** Degré de contamination de l'eau de la mare Redjla (Taher) par les nitrates : Détermination de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau. Mémoire de magister. Université de Jijel. 103 p.

B

- **Bouaicha F., (2018)** Le Geothermalisme De La Région De Guelma. Thèse de Doctorat, Université Des Frères Mentouri – Constantine 1p.
- **Benzaïd A., (2012)** Santé Internationale, Journal Grotius international.
- **Behailil M., Hamlaoui B., Laraisia H., (2011)** Qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de sources de la région de Guelma. Mémoire Master. Université 08 Mai 1945, Guelma.76p
- **Bentafar I., Djebairia Y (2010)** Contribution à l'étude physico-chimique et bactériologique des eaux de quelques sources de la wilaya de Guelma. Mémoire Master. Université 08 Mai 1945, Guelma.98p.
- **Boulahbal F., (2002)** Microbiologie S1 clinique. O.P.U, Alger. 173 p.

- **Belghiti M., Chahlaoui A., Bengoumi D., El moustain R., (2010)** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès Maroc. Mémoire master. Université Moulay Ismail; Maroc. P : 21-31.
- **Bensaci T., (2007)** Détermination de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface : cas du barrage Timgad (W. de Batna) et la retenue collinaire d'Ourkis (D'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre universitaire Larbi Ben M'hidi d'Oum El Bouaghi. 81 p.

C

- **Cardot C., (1999)** Génie de l'environnement, des traitements de l'eau: procédés physicochimiques et bactériologiques. Edition Ellipses, 247p.
- **Craag., (2004)** prospection géophysique -étude gravimétrique : Guelat Bousbaa (Guelma) .64 p
- **Chena B., Grara N., (2015).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de quelque eau de sources dans le bassin de Guelma. Mémoire Master. Université 08 Mai 1945, Guelma. P : 65.
- **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, 55 p.
- **Chambou P., Broutin J.P., Rodi L., et Rodier J., (2007)** Analyse physicochimique des eaux naturelles. Dans : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^{ème} édition. Rodier J. et coll. DUNOD. Chap. A, pp.1-539.
- **Chamsaur H., (2007)** Analyse microbiologique des eaux. Dans : L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^{ème} édition. Rodier. J et coll. Dunod. Chap. E, p.743-862.
- **Carbonelle D., Kouyoumdjian S., & Audurier A., (1988)** Bactériologie médicale techniques usuelles .Med.Mal.Inf. France.251p.
- **Camille D., (2003)** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. Réglementation, prélèvements, analyses .Lavoisier : Tec &Doc .France .156p.

- **(Chibani S., 2009)** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surface et souterraine de la région de Ain Makhoulouf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. UNIVERSITE 08 Mai 1945, GUELMA.83p.

D

- **Debbieche T-H., (2002)** Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle, application à la basse plaine de la Seybouse Nord-est Algérien thèse de doctorat, Université de Constantine. 235p.
- **Delarras C., (1998).**Microbiologie : 90 heures de travaux pratiques : Gaëtan morin éditeur, Europe ,276 p.

E

- **Eddabra R., (2011)** Évaluation de la contamination bactériologique des eaux usées des stations d'épuration du grand Agadir: isolement, caractérisation moléculaire et antibioresistance des espèces du genre vibrio, thèse en co-tutelle, de l'université ibn zohr faculté des sciences d'Agadir et de l'université de Strasbourg Ecole doctorale science de la vie et de la sante, 146p.

F

- **Ferron A., (1983)** Bactériologie médicale à l'usage des étudiants en médecine. 12ème édition. Editions C et R. 370 p.

G

- **Gueroui Y., 2015.** Caractérisation Hydrochimie et Bactériologique des Eaux Souterraines de L'aquifère Superficiel de la Plaine de Tamlouka (Nord-Est Algérien).Thèse doctorat. Université 08 Mai 1945, Guelma. P : 159.

H

- **Hacini Y., (2003)** Caractérisation des eaux souterraines de la nappe alluviale de Bouchegouf (Guelma). Mémoire de magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 126p.

J

- **Jean-N S., (2008)** Bon état des eaux, Toulouse, pp 20-23.

K

- **Kettab A., (1992)** Traitement des eaux (eaux potables). Ed. Office des publications universitaire.
- **Khemis M., (2013)** Etude de la Qualité de quelques Eaux de sources de la région de Guelma. Mémoire Master. Université 08 Mai 1945, Guelma.95p.
- **Khiter F., (2018)** Caractérisation Hydrochimique De Quelques Sources Thermales De La Wilaya De Guelma Nord-Est Algérien Mémoire de master. Université 08 mai 1945 Guelma.

L

- **Labres E., & mouffok F., (2008)** Les cours national d'hygiènes et de microbiologie des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. Algérie. 53 p.
- **Labres E., (2002) et Roux., (2003)** Cours national d'hygiène et des microbiologies des aliments «Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer». Institut Pasteur d'Algérie .p34.
- **Larpent J-P., (1997)** Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire. Tec & Doc, Lavoisier. 1073 p.
- **Leyral G et Joffin J.N., (1998)** sous la direction de Figarella et Leyral. G (1998). Microbiologie technique : 2, documentation technique. 2^{ème} édition. Bordeaux, CRDP d'aquitaine. 304 p.
- **Leyral G., Ronnefoy C., Guillet F., (2002)** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.

M

- **Monod I., (1989)** Mémento technique de l'eau Tome I 9ème édition du cinquantenaire, p1200.
- **Mouassa S., (2006)** Impact du périmètre d'irrigation sur la qualité des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma et sur les sols, Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar. Annaba. 120 p.

- **Madigan M et Martinko J., (2007)** Biologie des microorganismes, 11ème édition, pearson. Education, Paris, PP : 918-932.
- **Mayet J., (1994)** La pratique de l'eau : traitement de l'eau aux points d'utilisation, comportement de l'eau dans les installations, origine des désordres et résolutions. 2^{ème} édition. Le Moniteur, 382 p.
- **Mouffok F., (2001)** Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. Institut Pasteur d'Alger. 40 p.

N

- **Nouaouria Z., (2018)** Le stress hydrique en Algérie : cas de la wilaya de Guelma. Mémoire de master, Université 08 mai 1945 Guelma. 5p.
- **Nedjraoui D et Bedrani S., (2008)** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo - La revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8, Numéro 1, <http://vertigo.revues.org/5375>.

O

- ONS (Office National des Statistiques), 2011. Recensement général de la population et de l'habitat. Armature urbaine. Collections Statistiques n° 163/2011, Algérie, 213 p.
- (OMS, 1994) Directives de qualité de l'eau de boisson deuxième édition, voll. Recommandation Genève. OMS, p 8-30.
- (OMS, 2000) Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève : OMS.-1050p.
- (OMS, 2012) Prévention et lutte contre l'hépatite virale, Organisation mondiale de la Santé, Genève, P04.

P

- **Potelon J.L et Zysman K., (1998)** Le guide des analyses de l'eau potable. "La lettre du cadre territoriale". S.E.P.T Voiron, Cedex. 253 p.

R

- **Rejsek F., (2002)** Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques .Scérén, 360p.
- **Rodier J et Chamsaur H., (2007)** Interprétation des résultats analytiques. Dans : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème édition. J. Rodier et coll. Dunod. Chap. G, pp.913-1199.

- **Rodier J., (2005)** L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ème, édition. Dunod, Paris. 1383p.
- **Rodier J., (2009)** L'analyse de l'eau; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9^{ème} édition. Bordas, Paris. 1579 p.
- **Roux., (2003)** TP de microbiologie : Analyses de l'eau. IUP SIAL, Univ. Paris 19p.
- **Rqep., (2006)** Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable, Vol.2, présentation du règlement, Québec, Canada, 282p.

S

- **Schrivier-Mazzuoli L., (2012)** La gestion durable de l'eau, Edition *DUNOD*. Paris. P : 258.
- **Soumare I.G., (1997)** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique. Th : Méd. vet : Dakar ; 10.
- **Sayad L., (2008)** Qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre, lac des oiseaux (wilaya El Taref). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 120 p.
- **Singleton P., (2002)** Bactériologie, pour la médecine, la biologie et les biotechnologies, 4^{ème} édition. Dunod, Paris. 415 p.
- **Savary P., (2010)** Guide des analyses de la qualité de l'eau, Edition Territorial. Bresson.P : 353.
- **SARI H., (2014)** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen) mémoire du fin d'étude pour l'obtention de diplôme master option : Science des aliments, université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen, 2p.

V

- **Vilaginès R., (2010)** Eau, environnement et santé publique, Edition TEC & DOC Paris, : 376.

Z

- **Zouaidia H., (2006)** Bilan des incendies de forêts dans l'Est algérien cas de Mila Constantin, Guelma, Souk ahras. Mémoire de magister, université Mentouri. Constantine.126p.

Webographie

- (1) <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=enterovirus-symptomes-diagnostic-traitements>. Date de consultation : 28-05-2021.
- (2) <https://microbiologie-clinique.com/Gastro-ent%C3%A9rites-virale.html>. Date de consultation : 28-05-2021.
- (3) <https://inspq.qc.ca/eau-potable/cryptosporidium>. Date de consultation : 28-05-2021.
- (4) http://www.sololiya.fr/.../3_les_differeents_types_de_maladies_liees_a_l_eau. Date de consultation : 28-05-2021.
- (5) <http://www.umc.edu.dz/theses/sc-terre/BOU4469.pdf> . Date de consultation : 28-05-2021.

Annexe

Annexe 1

1. Composition des milieux de culture :

- **Recherche des germes totaux TGEA (gélose numération : gélostryptone-glucose-Extrait de levure) :**

-Tryptone.....	5g.
-Glucose.....	1g.
-Extrait de levure.....	2.5g.
-Gélose.....	15g.
-Eau distillée.....	1000ml.

✓ pH = 7, autoclavage 20 minutes à 120°C.

- **Recherche des coliformes totaux B.C.P.L (bouillon lactose à la bromocresol-pourpre simple et double concentration) :**

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

✓ pH final : 6,9 ± 0,2.

- **Recherche des coliformes fécaux Milieu Schubert :** La formule de ce milieu de culture en g/l d'eau distillée est :

-Tryptophane	0.2
-Acide glutamique.....	0.2
-Sulfate de magnésium (anhydre).....	0.7
-Sulfate d'ammonium	0.4
-Citrate de sodium	0.5
-Chlorure de sodium	2
-Peptone	10
-Mannitol	7.5
-Phosphate disodique	4
-Phosphate mono potassique	0.6

✓ pH = 7.6.

- **Recherche des streptocoques fécaux Milieu ROTHE (bouillon glucose d'acide de sodium) : (milieu simple et double concentrations)**

	Milieu S/C	Milieu D/C
- Hydrolysate tryptique de caséine.....	12,6.....	25,2 g
- Peptone bactériologique.....	8.....	16 g
- Glucose.....	5.....	10 g
- Chlorure de sodium.....	5.....	10 g
- Phosphate dipotassique.....	2,7.....	5,4 g
- Phosphate monopotassique.....	2,7.....	5,4 g
- Azide de sodium.....	0,2.....	0,4 g
- Eau D.....		1L

✓ PH final: 6, 8 ± 0, 2.

- **Test confirmatif Milieu Eva-Litsky :**

-Peptone.....	20g.
-Glucose.....	5g.
-Chlorure de sodium.....	5g.
-Phosphate bi potassique.....	2.7g.
-Azosphate de sodium.....	0.3g.
-Ethyle-vliote.....	5g.
-Eau distillée.....	1000 ml.

✓ pH = 7 ; autoclavage 20 minutes à 120°C.

- **Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs Milieu Viande foie (VF) :**

-Base viande foie.....	30g.
-Glucose.....	2g.
-Amidon.....	2g.
-Agar.....	1g.
-Eau distillée.....	1000ml.

- **Recherche des vibrions cholériques :**

- **Eau peptone exempte d'indole :**

- Peptone bactériologique..... 10g.
- Chlorure de sodium..... 5g.
- Eau distillée.....1000ml.

✓ pH = 7.2 ; autoclavage 15 minutes à 121°C.

- **Milieu gélose nutritive alcaline bilié (GNAB) :**

- Bactapeptone.....10g
- Extrait de viande.....3g
- Chlorure de sodium.....5g
- Agar.....20g
- Eau distillé.....1000ml

- **Milieu de Chapman :**

- Peptone.....10g.
- Extrait de viande de bœuf.....1g.
- Chlorure de sodium.....75g.
- Mannitol.....10g.
- Rouge de phénol.....0.025g.
- Agar.....15g.
- Eau distillée.....1000ml.

✓ pH = 7.5 ; autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.

- **Milieu de Hecktoen :**

- Protéase peptone.....12g.
- Extrait de levure.....3.0g.
- Saccharose.....12.0g.
- Lactose.....2.0g.
- Solicine.....2.0g.

-Chlorure de sodium.....	5.0g.
-Thio sulfate de sodium.....	5g.
-Citrate ferrique ammoniacal.....	5g.
-Sels biliaries.....	9.0g.
-Bleu de bromothymol.....	0.064g.
-Fuchsine acide.....	0.04g.
-Eau distillée.....	1000ml.

✓ pH = 7.7 ± 0.1 ; bouillir pendant 1 minute.

•**Gélose nutritive :**

-Peptone.....	5g.
-Extrait de viande.....	1g.
-Extrait de levure.....	2g.
-Chlorure de sodium.....	5g.
-Agar.....	15g.
-Eau distillée.....	1000ml.

✓ pH = 7.4 ; autoclavage à 121°C pendant 15 minutes.

2. Réactifs :

•**Réactif TDA :** pour la recherche de tryptophane désaminase :

-Perchlorure de fer.....	3.4g.
-Eau distillée.....	100ml.

• **Réactif kowacks :** la mise en évidence de la production d'indole :

Formule

-Paradiméthylamino-benzaldéhyde	5g
-Alcool amylique.....	75ml
-HCl pur	25ml

• **Réactif IND :** Pour la recherche de l'indole :

-Paradiméthylaminobenzaldéhyde.....	5.0 g
-Alcool isoamylique.....	75.0 ml
-HCl 37%.....	25.0 ml

- **Réactifs de VogesProskauer (VP) :** pour la recherche de l'acétoïne :

✓ **VP 1**

- Hydroxyde de potassium.....40 g
- Eau distillée.....100 ml

✓ **VP 2**

- Alpha naphтол.....6 g
- Ethanol.....100 ml

3. Colorants :

✓ **Violet de Gentiane :**

- Violet de Gentiane 1g.
- Ethanol à 90%10 ml.
- Phénol 2g.
- Eau distillée 100 ml.

✓ **Lugol**

- Iode 1g.
- Iodure de potassium 2g.
- Eau distillée 300ml.

✓ **Fushine**

- Fuchine basique 1g.
- Alcool éthylique..... 100 ml.
- Phénol 5g.
- Eau distillée 100ml.

4. Appareillage et verrerie :

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

- Portoirs.
- Anse de platine.
- Autoclaves
- Four Pasteur.

5. Tableaux supplémentaires des résultats :

Tableau01 : Références de qualité de paramètres physico-chimiques dans l'eau destinée à la consommation humaine. (J.O.R.A ,2011) (O.M.S ,2011)

Paramètres	Unités	Valeurs maximales admissibles	
		(1) Algérie	(3) OMS
T°	C°	25	/
PH	Unité pH	≥6,5et≤9	≥6,5et≤8,5
Turbidité	NTU	5	1
Conductivité	μS/cm à 20°c	2800	/
OD	Mg/l	8	/
TH	Degré français °F	200(Mg/l en Ca Co3)	10
TDS	Mg/l	/	<600
R/S	Mg/l	1500	/
MON	Mg/l	3	/
Calcium	Mg/l en Ca Co3	200	/
salinité	Mg/l	1mg/l	5mg/l
Magnésium	Mg/l de Mg ²⁺	150	/
Chlorures	Mg/l	500	250
Sulfate	Mg/l	400	250
Phosphore	Mg/l	5	5
Fer totale	Mg/l	0.3	/
Ammonium	Mg/l	0.5	0.5
Nitrites	Mg/l No ²⁻	0.2	3
Nitrates	Mg/l de No ³⁻	50	50
Sodium	Mg/l	200	/

Potassium	Mg/l	12	/
------------------	------	----	---

Tableau02 : Résultats des analyses bactériologiques des échantillons étudiées. (J.O.R.A ,2011) (O.M.S ,2011)

Germes Echantillons	Germes totaux à 37°c	Germes totaux à 22°c	Coliformes totaux (UFC)	Coliformes fécaux(UFC)	Streptocoques fécaux(UFC)	Clostridium sulfito- réducteurs(UFC)
Site (1)	1c	1c	7c	3c	2c	0c
Site(2)	4c	0c	0c	0c	1c	0c
Site(3)	3c	1c	1c	1c	3c	0c
Site(4)	93c	10c	5c	5c	1c	122c
Normes algériennes(01)	/	/	10	00	00	00
Normes OMS(02)	/	/	00	00	00	/

Tableau 03 : table de Mac Grady (Rodier, 2009).

1 X 50 ml	5 X 10 ml	5 X 1 ml	Nombre caractéristique	Limites de confiance	
				inférieure	supérieure
0	0	0	<1		
0	0	1	1	<0.5	4
0	0	2	2	<0.5	6
0	1	0	1	<0.5	4
0	1	1	2	<0.5	6
0	1	2	3	<0.5	8
0	2	0	2	<0.5	6
0	2	1	3	<0.5	8
0	2	2	4	<0.5	11
0	3	0	3	<0.5	8
0	3	1	5	<0.5	13
0	4	0	5	<0.5	13

Annexe

1	0	0	1	<0.5	4
1	0	1	3	<0.5	8
1	0	2	4	<0.5	11
1	0	3	6	<0.5	15
1	1	0	3	<0.5	8
1	1	1	5	<0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	<0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	66
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	59
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	100
1	4	5	43	15	120
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	100
1	5	2	54	18	140
1	5	3	92	27	220
1	5	4	160	39	450
1	5	5	>240		

Annexe 2

Les quatre sites de prélèvement :



Figure01 : Source d'Ain Baidha de Sellaoua Announa (prise personnelle) 08-04-2021 à 08:00h.



Figure 02 : Source de Houari Boumediene (prise personnelle) 08-04-2021 à 08:23 h.



Figure 03 : Source de Ben Djerrah (Ain Guies) (prise personnelle) 08-04-2021 à 08:40h.



Figure04 : Source de Guelat Bousbaa (prise personnelle) 08-04-2021 à 08:55h.

Résumé

La région de Guelma est caractérisée par la présence de plusieurs sources naturelles, ce qui donne à la population de la wilaya la possibilité de s'alimenter avec une eau meilleur.

C'est pourquoi on doit s'assurer de sa bonne qualité non seulement du côté bactériologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques

Notre étude porte sur la caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux de source de la wilaya de Guelma (Sellaoua Announa, Houari Boumediene, (Ain Guies) Ben Djerrah, Guelaat Bousbaa), destinées à la consommation humaine pour déterminer leurs possibilités d'utilisation.

Les analyses effectuées ont porté sur un certain nombre de paramètres physicochimiques tels que la Température, Turbidité, Le potentiel d'hydrogène pH, Le totale des solides dissous TDS, Conductivité, Salinité, La dureté TH, Oxygène dissous OD, Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ . Et au dénombrement des germes totaux, des germes indicateurs de contamination fécale et à la recherche des germes pathogènes.

Les résultats obtenus montrent que ces eaux de sources étudiées sont de bonne qualité physico-chimique, mais de mauvaise qualité bactériologique ayant pour majeure cause la négligence des autorités en charge et la population.

Mots clés : Eaux de sources, Qualité Bactériologique, Qualité physico-chimique, Risques sanitaires.

Abstract

The region of Guelma is characterized by the presence of several natural springs, which gives the population of the Wilaya the opportunity to feed themselves with better water.

This is why we must ensure its good quality not only from the bacteriological side but also from its physic-chemical characteristics

Our study concerns the physic-chemical and bacteriological characterization of spring waters of the wilaya of Guelma (Sellaoua Announa, Houari Boumediene, (Ain Guies) Ben Djerrah, and Guelaat Bousbaa), intended for human consumption to determine their possibilities of use.

The analyses carried out concerned a certain number of physicochemical parameters such as Temperature, Turbidity, Hydrogen potential pH, Total dissolved solids TDS, Conductivity, Salinity, Hardness TH, Dissolved oxygen OD, Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ . And the enumeration of total germs, indicator germs of fecal contamination and the search for pathogenic germs.

The results obtained show that these spring waters studied are of good physic-chemical quality, but of poor bacteriological quality having for major cause the negligence of the authorities in charge and the population.

Key words: Source water, Bacteriological quality, Physic-chemical quality, sanitary risks.

الملخص

تتميز منطقة قالمة بوجود العديد من الينابيع المائية الطبيعية و التي تعطي لسكان الولاية فرصة لشرب افضل مياه. ولذلك يجب ان نضمن جودتها ليس فقط من الناحية البكتريولوجية ولكن أيضا من الناحية الفيزيوكيميائية .

تركز دراستنا على التوصيف الفيزيائي والكيميائي والبكتريولوجي لمياه الينابيع لولاية قالمة (سلاوة عنونة ، هواري بومدين ، (عين قياس) بن جراح ، قلعة بوصبع) ، والمقصود منها الاستهلاك البشري لتحديد إمكانيات استخدامها ركزت التحليلات التي تم إجراؤها على عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل la température ، la salinité ، la conductivité ، TDS ، le pH ، turbidité ، K^+ ، Na^+ ، PO_4^{3-} ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، OD ، TH ، وظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ان هاته الينابيع المائية المدروسة ذات نوعية فيزيوكيميائية جيدة ولكنها ذات نوعية بكتريولوجية رديئة ، والسبب الرئيسي لذلك هو إهمال السلطات المسؤولة والسكان

الكلمات المفتاحية

مياه الينابيع ، الجودة البكتريولوجية ، الجودة الفيزيائية الكيميائية ، المخاطر الصحية.