

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمّار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Microbiologie appliquée

THEME

Etude de la qualité physico-chimique
et bactériologique de quelques plans d'eau de la région de Laghouat

Présenté par :

KAZOUAI Wafaa et BATATA Yasmine

Devant le jury composé de :

Président : BENACEUR Farouk

MCB

UATL

Examineur : GOUZI Hicham

Pr

UATL

Encadreur : CHAIBI Rachid

MCA

UATL

Soutenu publiquement : Le : 02-06-2019



Dédicaces

Je dédie ce travail

*A la mémoire de mes très chers et regretté père **Boubakeur** et frère **Med Fethi***

*Qui m'a beaucoup aidé dès mon enfance ; c'est grâce à lui que j'ai pu réussir à mes études,
et qui m'a toujours épaulés dans les moments difficiles*

*A ma très très chère maman **RAYANE Aicha***

*C'est avec un grand plaisir que je te dédie cet œuvre, qui a sacrifié son temps pour
nous, et qui m'a comblée d'amour et d'affection dès mon jeune âge. Que Dieu vous
Protège.*

*A ma chère sœur **Khadidja** et son mari **Khaled***

Qui m'ont soutenue dans les moments les plus durs

*A mon cher frère **Attalah** et sa femme **Ibtissam***

Pour leur présence et leurs soutiens.

Que Dieu vous protège et vous bénisse.

*A ma famille paternelle **KAZOUAI** et surtout mes tantes et mes oncles*

*A ma famille maternelle **RAYANE** et surtout ma tantes **Khedidja** et ses filles*

*A mon cher binôme **Batata yasmine***

*Que tous les amies, **Benamar Zahrat El Oula, Moulai zoulikha, Mansouri mebarka, Djelouli khadidja, meriem, widad, hadjira, amina, sarah,** trouvent en ce travail, l'expression de ma
profonde gratitude pour leur agréable accompagnements, et leur chaude amitié.*

A tous ceux qui m'ont assistée et encouragée. et A tous ceux qui me sont chers.

Wafaa



Dédicaces

Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à...

La mémoire de mon très cher père, Qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je te dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.

A Ma très chère mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A Mes très chers frères Youcef, Omar et Younes qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A Mr CHAIBI Rachid pour ses précieux conseils et son aide

A ma chère binôme KAZOUAI Wafaa.

Yasmine

Remerciements

*Nous remercions **Dieu ALLAH tout Puissant** de nous avoir permis de mener à terme ce mémoire qui est pour nous le point de départ d'une merveilleuse aventure, celle de la recherche, source de remise en cause permanent et de perfectionnement perpétuelle, qui a bénéficié des conseils scientifiques des uns, de l'appui moral et du soutien financier des autres.*

Dans l'impossibilité de citer tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail, nous adressons nos remerciements particulièrement à :

*Nous remercions Notre promoteur Monsieur **CHAIBI Rachid** chef de département de biologie à l'université de Laghouat, pour sa disponibilité, sa patience, les conseils qu'il nous a prodigués, et pour tout le temps et l'énergie qu'il a consacré à la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier sincèrement Monsieur **BENACEUR Farouk** ; Maître de conférences et adjoint au chef du département de biologie pour sa gentillesse ; galanteries et son soutien morale. Qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*On veut exprimer notre profonde gratitude à Monsieur **GOUZI Hicham**, Professeur à l'université de Laghouat; qui nous a fait l'honneur d'examiner ce mémoire ;*

Hommage respectueux et sincères remerciements.

*Nous adressons nos sincères remerciements à Mr **BRICHI Ziane** et Monsieur **BENARFA Tahar** le chef de centre de laboratoire de la wilaya de Laghouat pour nous avoir bien accueillis au sein de son centre pour la réalisation de la partie bactériologique de ce travail.*

Notre expression de profonde reconnaissance et respectueuse gratitude s'adresse à Nos supérieurs, nos formateurs et professeurs du Département de biologie de l'université d'Amar Telidji, Laghouat.; ainsi que tout le personnel du laboratoire du département de biologie, pour leurs vifs encouragements.

*Il serait ingrat de ne pas remercier nos **familles** pour leurs grandes participations aussi bien morales que matérielles.*

*Que nos **amis et collègues** de département trouvent à travers ces lignes l'expression de notre profond attachement. Tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la concrétisation de ce travail trouvent ici l'expression de mes plus vifs remerciements.*

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les différents types de pollution et ses origines.....	08
Tableau 02 . Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.....	09
Tableau 03 : Quelques espèces des coliformes fécaux.....	12
Tableau 04 : Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat 2008-2018.....	15
Tableau 05 : La température moyenne annuelle caractérisée la région Laghouat durant la période 2008-2018.....	15
Tableau 06 : Caractérisations des stations de prélèvements.....	17
Tableau.07 :Chronologie et dates de prélèvement	17
Tableau08 : matériels utilisés au laboratoire et au terrain.....	18
Tableau 09 : Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.....	20
Tableau.10 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée.....	28
Tableau 11 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de forage.....	32
Tableau 12 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de source.....	33
Tableau 13 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de puits.....	34
Tableau 14 : résultats des analyses bactériologiques de l'eau libre.....	35

Figure 01 : Cycle de l'eau dans la nature	05
Figure 02 : Schéma d'un puits d'eau	07
Figure 03 : Schéma d'un forage d'eau.....	07
Figure 04 : carte de la wilaya de Laghouat	14
Figure 05 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Laghouat 2008-2018.....	15
Figure 06 : Situation de la région de Laghouat dans le climagramme d'EMBERGER.....	16
Figure 07 : Etapes suivies lors de la recherche des germes totaux.....	22
Figure 08 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des coliformes.....	23
Figure 09 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des Streptocoques fécaux.....	25
Figure 10 : Variations de température dans les six stations prospectées.....	26
Figure 11 : Variations du pH dans les six stations prospectées.....	26
Figure 12 : Variations de la conductivité dans les six stations prospectées.....	27
Figure13 : Variations de la salinité dans les six stations prospectées.....	28
Figure 14 : Variations de la turbidité dans les six stations prospectées.....	29
Figure15 : Variations de la dureté totale dans les six stations prospectées.....	30
Figure 16 : Variations du calcium dans les six stations prospectées.....	30
Figure 17 : Variations du magnésium dans les six stations prospectées.....	31
Figure 18 : Variations du chlorure dans les six stations prospectées.....	31
Figure 19 : Résultats des analyses bactériologique de deux stations	33
Figure 20 : Résultats des analyses bactériologiques des trois puits.....	34
Figure 21 : Résultat des analyses bactériologique des trois eaux libres.....	35

Liste des abréviations

- ADE** : Algérie des eaux.
- BCPL** : Bouillon lactose au propre de Bromocrésol
- Bouillon Rothe** : Bouillon à l'azide de sodium
- C°** : Degré Celsius
- COD** : Conductivité
- CF** : Coliformes Fécaux
- DBO5** : Demande Biochimique en Oxygène
- DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- D/C** : Double Concentration
- Eva Litsky** : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium
- G/1ml** : Germe par 1 millilitre
- L/S** : Litre par seconde
- MA** : Moyenne annuelle
- NA** : Normes Algériennes
- NTU** : Unité turbidité Néphélométrique
- NPP** : Nombre Plus Probable
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- OMN** : Office Nationale Météologique
- pH** : potentiel Hydrogène
- RS** : Résidu Sec
- S/C** : Simple Concentration
- TGEA** : Tryptone Glucose Extract Agar
- TH** : Titre hydrométrique (Dureté Totale)
- UFC** : Unité Formant Colonie.
- µs / cm** : Micro-siémons par centimètre
- %** : Pourcentage

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE.....01

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1 -Généralités03

1-1 l'eau: composition et origine.....03

1-2 cycle de l'eau04

1-3 l'importance de l'eau05

1-4 les sources hydriques naturelles06

1-4-1 les eaux de surface06

1-4-2 les eaux souterraines.....06

1-5 pollution de l'eau et ses origines08

1-6 Les normes Algériennes09

1-7 les paramètre bactériologique.....10

1-7-1 Les bactéries recherchées dans les eaux de consommations.....10

1 7-1-1 flore mésophile totales10

1-7-1-2 les coliformes11

1-7-1-3 streptocoques fécaux.....13

1-7-1-4 clostridium sulfito-réducteurs.....13

DEUXIEME PARTIE: MATERIEL ET METHODES

1. présentation de la zone d'étude14

2. Cadre climatique14

2.1 Précipitations14

2. 2 Température.....15

2.3 Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Guassen	15
2.4 Le Climagramme d'EMBERGER	16
3. Les stations de prélèvements	17
I. Matériels	18
2.1. Matériels utilisés pour l'étude bactériologique	18
3. Echantillonnage	18
3.1 Echantillonnage d'eau pour analyses physicochimiques	19
3.2 Echantillonnage d'eau pour les analyses bactériologiques	19
4. analyse	20
4.1 Analyse physicochimique	20
4.2 analyses bactériologiques.....	22
4.2.1 Recherche et dénombrement des germes totaux.....	22
4.2.1.1 principe.....	22
4.2.1.2 le mode opératoire.....	22
4.2.1.3 lecture.....	22
4.2.2. Dénombrement des coliformes (<i>e. Coli</i>).....	22
4.2.2.1 principe	23
4.2.2.2. Mode opératoire	24
4.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	26

TROISIEME PARTIE: RESULTATS ET DISCUSSION

III. 1. Résultats des paramètres physico-chimiques.....	27
III. 1.1 Température	27
III. 1.2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)	27
III. 1.3. Conductivité	28
III. 1.4. Salinité	29
III. 1.5. Turbidité.....	30

Sommaire

III.	1. 6.La dureté totale(DT).....	30
III.	1.7. Calcium (Ca ⁺⁺).....	31
III.	1.8. Magnésium	32
III.	1.9. Chlorures	32
III.	2. Résultats des paramètres bactériologiques	33
III.	2.1 Les résultats des analyses de l'eau de forage	33
III.	2.2 Les résultats des analyses de l'eau de source	33
III.	2.3 Les résultats des analyses de l'eau de puits	34
III.	2.4 Les résultats des analyses de l'eau libre	36
III.	Discussion	38
	CONCLUSION Et PERSPECTIVES	40
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	41
	ANNEXE	44



L'eau est de toute les matières la plus importante pour l'existence de l'homme, elle revêt une importance particulière en biologie puisqu'elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne. La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (**OMS**) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau.

En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé. En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà les efforts de développement de nombreux pays (**BOUDRAA et al. 2011**).

Les organismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau sont très nombreux et variés. Leur présence est toujours liée à une pollution fécale de celle-ci. Cependant, il est difficile de les mettre en évidence, d'une part, parce qu'ils sont trop nombreux pour faire l'objet d'une recherche spécifique, et d'autre part, parce que leur identification demeure souvent difficile voire impossible (virus). De plus, leur durée de vie dans l'eau est parfois très courte.

D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou d'eau de boisson (**STAUDART, 1996**). L'analyse bactériologique est donc un outil incontournable de l'enquête sanitaire, car il permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Elle permet également de contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement.

problème

Le présent travail a pour objectif de caractériser l'état physico-chimique et bactériologique de quelques plans d'eau situés dans la wilaya de Laghouat. Cette approche vise également à mettre en valeur l'importance des ressources en eau dans la perspective de déboucher sur des orientations et des recommandations de conservation et de gestion de cette ressource.

Le manuscrit de cette étude comprend trois chapitres dont le premier présente des données bibliographiques générales sur la qualité de l'eau et le monde microbien. Le deuxième chapitre fait l'objet d'une présentation générale de la région d'étude et décrit les différentes méthodes et techniques d'étude utilisées tant sur le terrain qu'au laboratoire. Le troisième chapitre renferme les résultats obtenus avec des discussions et des conclusions.



1- Généralités

1-1 L'eau: composition et origine

La Terre est souvent appelée la « planète bleue » parce que l'eau recouvre la majorité de sa surface (environ 71 % de la surface). Le volume d'eau sur Terre est estimé à environ 1,4 milliard de km³ (BOEGLIN, 2008).

Une molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène (O) et de deux atomes d'hydrogène (H) : sa formule chimique est donc H₂O.

Dans la nature, l'eau existe sous trois formes différentes : solide (glace, neige), liquide (océans, rivières) et gazeuse (vapeur d'eau de l'atmosphère, sous forme de nuages et de brouillard par exemple). Mais l'eau est le seul composé sur Terre qui existe naturellement sous ces trois états.

Les transformations de l'eau dépendent de la température et de la pression de l'atmosphère (ou pression atmosphérique). Par exemple, au niveau de la mer, l'eau se transforme en vapeur d'eau à 100 °C ; mais en haut du plus haut sommet de la Terre (l'Everest), à 8 850 m d'altitude, l'eau bout seulement à 72 °C. Cela est possible car la pression atmosphérique est plus faible quand l'altitude augmente

L'eau utilisable par l'homme a l'origine de trois sources principales : l'eau de pluie, les eaux de surface (les fleuves, les lacs, etc.) et les eaux souterraines (BOEGLIN, 2008)

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

- ✓ **Suivant leur nature chimique** organique ou minérale.
- ✓ **Suivant leur état physique** matière dissoutes, colloïdales ou en suspension

Ces distinctions sont arbitraires dans la mesure où, d'une part, une substance peut se trouver soit à l'état dissous comme (O₂, CO₂...) soit en suspension selon les conditions du milieu, et d'autre part, l'eau est le siège de phénomène de dégradation biologique qui peuvent transformer des substances organiques en substances minérales (REJSEK, 2002).

- **Les matières minérales**

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cation, qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contact.

L'eau contient également des gaz dissous ayant une grande importance dans les phénomènes biologique ainsi que chimique comme par exemple la corrosion (REJSEK, 2002).

- **Les matières organiques**

Ce sont, par définition, des composés du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et l'azote.

Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau. Elles se décomposent du fait de leur instabilité chimique et par l'action des microorganismes de l'eau en formant des composés plus en plus simples (REJSEK, 2002).

1-2 Cycle de l'eau

Selon BOEGLIN, (2008) les différentes étapes de ce cycle sont les suivantes (fig.1):

➤ **Évaporation :**

Chauffées par le soleil, les molécules superficielles de l'eau emmagasinent suffisamment d'énergie pour se libérer de l'attraction qui les lie entre elles, puis elles s'évaporent et remontent dans l'atmosphère sous forme de vapeur invisible.

➤ **Transpiration :**

Les feuilles des plantes dégagent aussi de la vapeur d'eau par phénomène de transpiration. Une plante en croissance perd ainsi chaque jour de 5 à 10 fois la quantité d'eau qu'elle peut contenir.

➤ **Condensation :**

Durant son ascension dans l'atmosphère, la vapeur d'eau se refroidit et parfois se condense pour former des nuages ensuite elle redevient liquide ou passe directement à l'état solide (glace, grêle ou neige).

➤ **Précipitation :**

Les précipitations sous forme de pluie, de neige et de grêle proviennent des nuages. Ces derniers tournent autour de la Terre grâce à l'action des courants d'air. Par exemple, lorsqu'ils s'élèvent au-dessus de chaînes de montagnes, les nuages se refroidissent davantage et sont tellement saturés de

gouttelettes d'eau que ces dernières commencent à tomber en pluie, en grêle ou en neige, selon la température de l'air ambiant.

➤ **Ruissellement :**

La pluie ou la fonte des neiges excessives peuvent produire un écoulement de surface vers les ruisseaux et les fossés. Le ruissellement est l'écoulement d'eau que l'on peut voir dans les ruisseaux, les lacs et les cours d'eau lorsque l'eau emmagasinée dans le bassin s'en écoule.

➤ **Percolation :**

Une partie des précipitations et de l'eau provenant de la fonte des neiges descend, percole, ou s'infiltré dans des fissures, des joints et des pores dans le sol et la roche jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface de saturation pour devenir de l'eau souterraine.

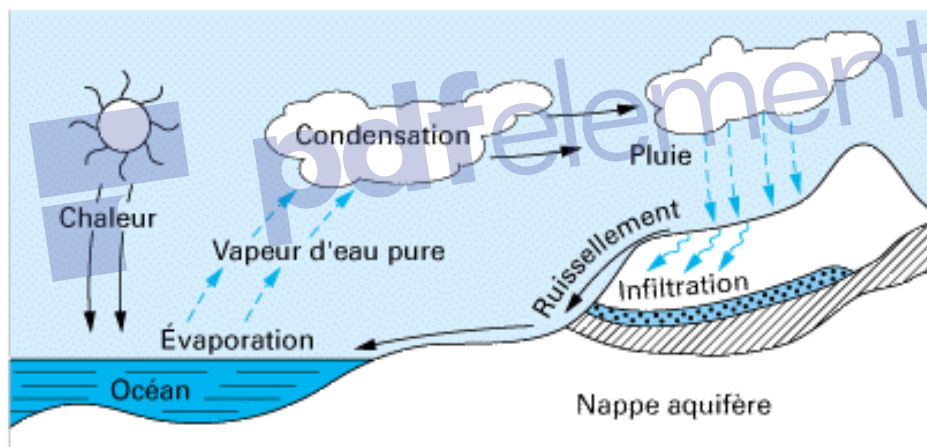


Figure. 01 : Cycle de l'eau dans la nature (MENARD *et al.*, 2003)

1-3 L'importance de l'eau

L'importance de l'eau pour l'homme se voit nettement dans sa vie quotidienne. C'est le facteur clé de tout phénomène de développement économique, agricole et social. Elle est le constituant majeur de toute matière vivante, elle présente en moyenne de 80% de sa composition par exemple : l'homme 65%, animaux 60% à 70% et végétaux 60% à 90%. La mort absolue des tissus végétaux peut avoir lieu, si la teneur en eau de ces derniers baisse de 20% (DEGERMEN, 1989).

Presque 71 % de notre globe est recouvert par l'eau, cette dernière considérée comme la première pompe en oxygène (qui fournit entre 65 et 75% O₂ par le métabolisme du phytoplancton).

1-4 Les sources hydriques naturelles

On a deux types de ressources naturelles : les eaux superficielles ou de surfaces (des rivières ; fleuves ; et lacs), les eaux souterraines

1-4-1 Les eaux de surface

Elles sont constituées par toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisés par une surface d'échange eau atmosphérique quasiment immobiles, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour souvent impropre à l'utilisation en l'absence d'un traitement préalable (LOUP, 1974).

1-4-2 Les eaux souterraines

Les eaux qui ne sont ni réévaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines.

L'eau souterraine est toute l'eau présente dans toutes les formations hydrogéologiques, quelque soient leurs types et leurs profondeurs

L'eau souterraine est en général pauvre en oxygène et en matières organiques. Ces eaux ont une composition stable dans le temps, peu influencée par la pollution de la surface terrestre.

Les sources souterraines jouent un rôle énorme dans la vie des hommes et servent pour alimenter les villes en eau (LOUP, 1974).

Le captage des eaux souterraines

Les eaux souterraines se trouvent dans les nappes aquifères dont l'exploitation s'effectue par des puits ou forage.

❖ puits

Le puits est un trou creusé dans le sol pour permettre l'extraction des eaux d'infiltration arrêtée en nappe aquifère. La plus proche de la surface (nappe libre ou phréatique), au niveau d'une couche de terrain imperméable. La profondeur des puits ne dépasse pas quelques dizaines de mètres et leur diamètre moyen est généralement compris entre 1 à 6 m. (fig.2)

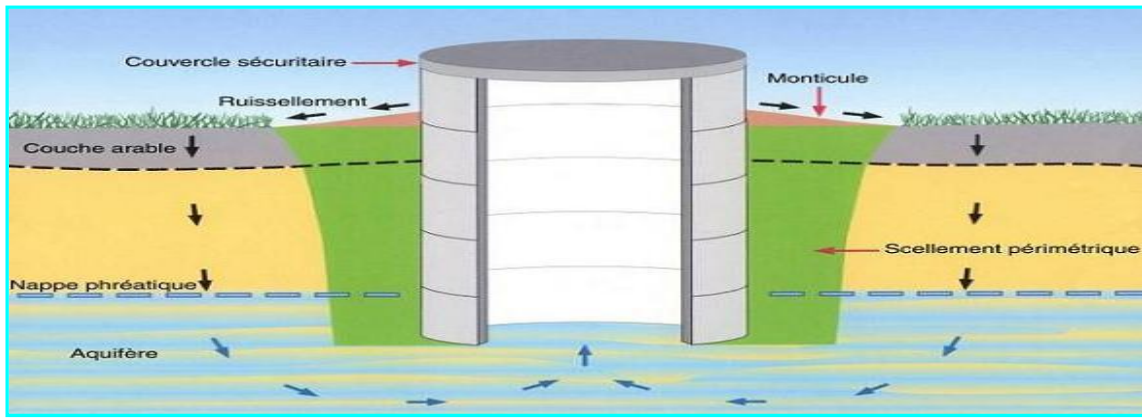


Figure.02 : Schéma d'un puits d'eau

❖ Forage

A grande profondeur, le puit perd son nom pour s'appeler forage (fig.3). Ces derniers permettent donc d'accéder à toutes les nappes souterraines, aussi bien libres que captives. Leurs profondeurs permettent d'éviter au maximum les risques de pollution et de trouver des nappes ayant un débit suffisant (VILAGINES et al., 2003).

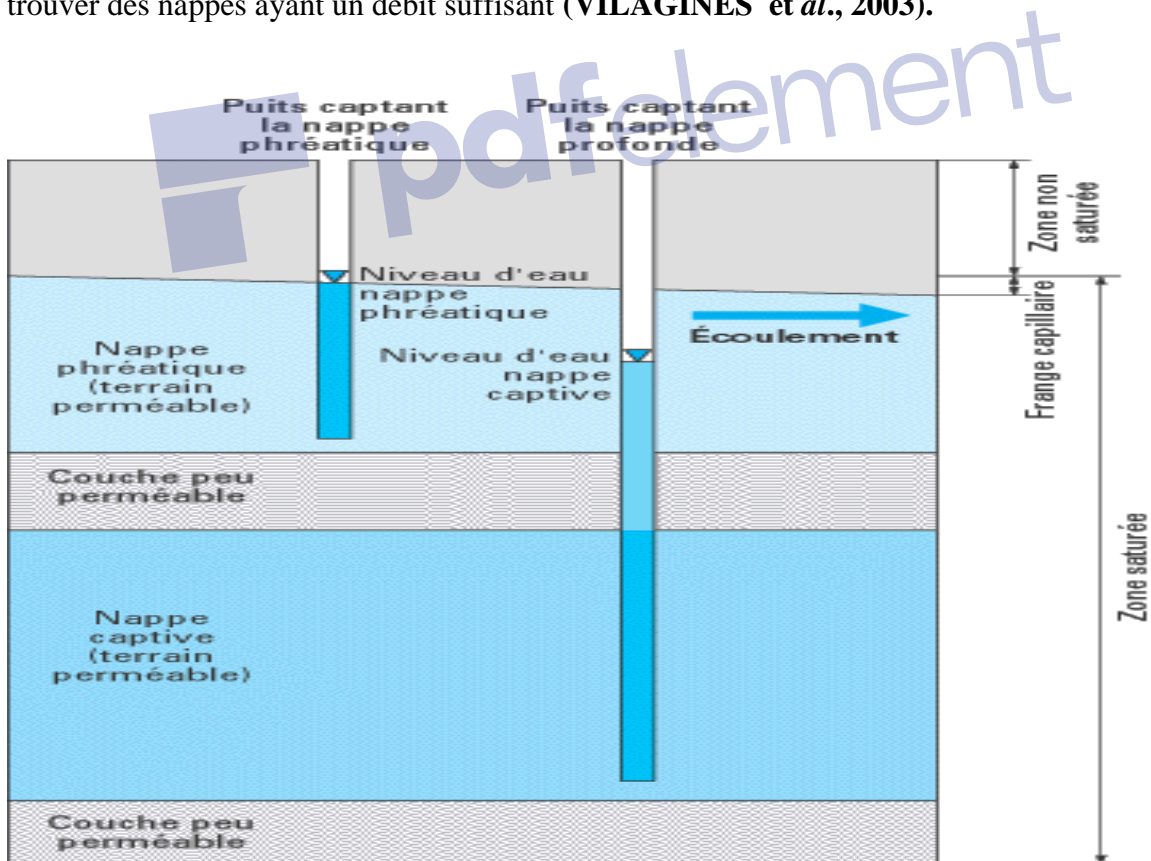


Figure 3: Schéma d'un forage d'eau

1-5 La pollution d'eau

C'est une modification de l'état normale de l'eau par des agents peuvent être chimiques (PO_4^{-2} , NH_4^+ ...), physiques (Température, Salinité..) et biologique comme le phénomène de l'eutrophisation. Il faut signaler que l'être humain est considéré comme le premier responsable de la dégradation de la vie et de la biodiversité aquatique (DESJARDINS, 1990)

1-5-1 pollution de l'eau et ses origines

Selon DESJARDINS (1990); la classification des pollutions suivant l'origine des substances polluantes

Tableau .01 : Les différents types de pollution et ses origines (DESJARDINS, 1990)

Origine	Substances polluantes
La pollution domestique	Les effluents (rejet d'eau usée) contiennent : -les germes fécaux. - les sels minéraux (d'azote et potassium). -des détergents, des fortes teneurs en matière organique.
La pollution industrielle	Elle provient des usines et des produits ou sous produits : -des grains et matière organiques. - les hydrocarbures. -des métaux. -des produits chimiques divers. -des matières radioactives. -l'eau chaude.
La pollution agricole	Les principaux polluants : -des sels minéraux en grande quantité (d'azote, potassium et de phosphore). -des produits chimiques (produit phytosanitaire et herbicides).
Biologique	Microorganismes aquatiques : algues, Champignons, Moisissures, bactéries et virus.

1.6-Les normes Algériennes

Le tableau ci-dessous résume la grille normative de la qualité de l'eau appliquée en Algérie (eau Potable).

Tableau.02. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.

	Bonne	moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Physico-chimique :				
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6, <9,	>5, <9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Minéralisation	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca ²⁺ mg/l	40-100	100-200	200-300	>300
Mg ²⁺ mg/l	30	30-100	100-150	>150
Na ²⁺ mg/l	10-100	100-200	200-500	>500
Chlorure mg/l	10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg/l	50-200	200-300	300-400	>400
Organiques :				
O ₂ dissous%	>100	100-50	50-30	>30
DBO ₅ mg/l	5	5-10	10-15	>15
DCO mg/l	20	20-40	40-50	>50
Matières Organiques	5	5-10	10-15	>15
Composés azotés :				
Ammonium mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrates mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
Composés phosphorés :				
Phosphates mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Eléments toxiques et indésirables :				
Fe mg/l	0-0.5	0.5-1	1-2	>2
Mn mg/l	0-0.1	0.1-0.3	0.3-1	>1
Cr mg/l	0	0-0.05	0.05-0.5	>0.5
Cu mg/l	0-0.02	0.02-0.05	0.05-1	>1
Zn mg/l	0	0-0.5	0.5-1	>1
Cd mg/l	0	0	0-0.01	>0.01
Pb mg/l	0	0	0-0.05	>0.05
F- mg/l	0	0-0.8	0.8-1.5	>1.5
CN- mg/l	0.001-0.002	0	0-0.02	

1-7 Les Paramètre bactériologique

Les micro-organismes rencontrés dans l'eau sont très variables. Leur nature dépend de l'origine de l'eau.

Particulièrement; les eaux souterraines sont pauvres en bactéries par rapport aux eaux de surfaces à cause de l'effet filtrant des sols (**CHAMPIA et al., 1994**).

L'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, soit qui sont en plus grand nombre.

Cette analyse est importante, car la qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire sujet à fluctuation par pollution accidentelle (**RODIER et al., 2009**).

1-7-1 Les bactéries recherchées dans les eaux de consommations

1 7-1-1 flore mésophile totales

La flore mésophile aérobies totale est constituée d'un ensemble de micro-organismes variés correspondant aux germes banals de contamination.

Ces germes n'agissent pas sur l'aliment et n'ont de répercussion de point hygiénique (santé du consommateur) qu'au-delà d'une certaine quantité. Il est donc possible d'en tolérer un certain nombre (**GUIRAUD et al., 2004**).

Le dénombrement de la flore mésophile est réalisé dans les milieux naturels pour vérifier la protection des eaux souterraines des nappes profondes et des eaux de surface. Car des teneurs moyennes constantes permettent de considérer un milieu naturel comme bien protégé; et une nappe mal protégée si les teneurs sont variables et différentes d'un prélèvement à un autre (**CHAMPIA et al., 1994**)

Sur le plan de l'hygiène on peut distinguer deux catégories différentes :

- les microorganismes se développant à 22°C qui sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau ;
- les microorganismes se développant à 37°C, température du corps humain, qui proviennent de l'Homme ou d'animaux à sang chaud.

(**GUIRAUD, 1998**).

1-7-1-2 Les coliformes

Sous ce terme de " *coliformes* " se regroupent différentes espèces bactériennes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et dont la caractéristique est la fermentation du lactose avec production de gaz.

Les coliformes sont des organismes en bâtonnets, non sporogones, grams négatifs, oxydase négatif, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capable de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures à des températures de 35 à 37°C.

Le dénombrement de ces organismes à 35 et 37°C est correspond au dénombrement des coliformes totaux.

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux de ce fait ; ils sont constituent des indicateurs fécaux de la première importance (**RODIER et al., 2009**).

La flore le plus spécifique de la contamination fécale par les coliformes totaux, sont les coliformes fécaux ou les coliformes thermotolérantes (voire tableau 3), ils sont utilisés comme un très bon test de contamination des eaux, ces coliformes sont capables de se développer à 44°C (**HASLAY et al., 1993**).

Ces germes se différencient par des testes biochimiques et en peut dénombrer des germes tels que *Escherichia coli*, *klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter* et *Enterobacter*.

Tableau.03: Quelques espèces des coliformes fécaux (D'après **BROSSARD et al. ,1998;**
LEYRAL et JOFFIN .,1998 ; LAROENT et GOURGAUD ., 1985)

L'espèce	Habitant	Les caractéristiques	Le Rôle pathogène
<i>Escherichia coli</i>	- hôte de l'intestin de l'homme et des animaux ; - très abondant dans les matières fécales.	- Bacille ou coccobacille isolé ou en paires ; - germe mobile ; - fermente le glucose avec production de gaz ; -Le dénombrement d' <i>Escherichia Coli</i> constitue un bon indicateur de contamination fécale	- des affections génito-urinaires ; - des syndromes digestifs (appendices), circulation et pulmonaires
<i>Klebsiella</i>	- des hôtes du tube digestif et de l'appareil respiratoire de l'homme et des animaux.	- Il y'a quatre espèces : <i>k. pneumoniae</i> c'est l'espèce type, <i>klebsiella oxytoca</i> , <i>k. planticola</i> et <i>k. terrigena</i> . - germes immobiles, capsulés et Gram (-).	- l'agent des pneumopathies aiguës, d'angines, de cystites et d'affections rénales
<i>Citrobacter</i>	- hôte du tube digestif de l'homme et des animaux.	- entérobactéries mobiles. - utilisation de citrate de sodium comme une source unique de carbone. - l'espèce la plus fréquemment retrouvée est <i>citrobacter freundii</i>	- rencontrer comme agents responsables de certaines infections intestinales animales..
<i>Entérobactéries</i>	- hôtes du tube digestif de l'homme et des Animaux	-bacille à gram (-), mobiles, capsulée ou non. - fréquent dans le sol et l'eau	Le rôle Pathogène parfois opportunistes.

1-7-1-3 Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques du groupe sérologique D, possèdent la substance antigénique caractéristique du groupe D de Landefeld (**HASLAY et al., 1993**) sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale ; car tous ont un habitat fécale.

Ce sont des Grams positif, anaérobies facultatifs ou stricts et chimioorgano-hétérotrophes. Ont un métabolisme, habituellement fermentatif. Les sucres sont consommés, le plus souvent, sans formation de gaz.

Les streptocoques peuvent se développer en 24 heures sur les milieux de culture usuels enrichis par du sang, du sérum ou de glucose (**RODIER et al., 2009**).

1-7-1-4 Clostridium sulfito-réducteurs

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont considérés comme des témoins d'une pollution fécale. Les formes sporulées plus résistantes que les formes végétatives mettent en évidence une contamination ancienne.

Ce sont des bacilles gram (+), la forme et la position de la spore ont une importance taxonomique, sont en générale mésophiles et acceptent des variations assez importantes de pH et de température.

La caractérisation des *Clostridium* est basés sur l'aptitude à la sporulation mise en évidence par le test de thermorésistante et/ou la coloration spécifique des spores ainsi que sur les caractères anaérobie et catalase (-) (**GUIRAUD et al., 2004**).

Parmi les Clostridium sulfito-réducteurs, une espèce *Clostridium perfringens* est plus spécifiquement d'origine fécale.

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont présents dans le sol, dans les rivières, leur absence dans une nappe souterraine ou une nappe alluviale est un signe d'efficacité de la filtration naturelle (**CHAMPAI et al., 1994**).

1. Présentation de la zone d'étude :

La Wilaya de Laghouat occupe une superficie de 25 052 km² et fait partie du groupe des neuf wilayat pastorales du pays. Elle se situe à 400 Km au sud de la capitale Alger, ces coordonnées sont : 33 048'N, 02053'E. Elle est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Nord-ouest par les wilayas de Tiaret et El-Bayad et au sud par wilaya de Ghardaïa.

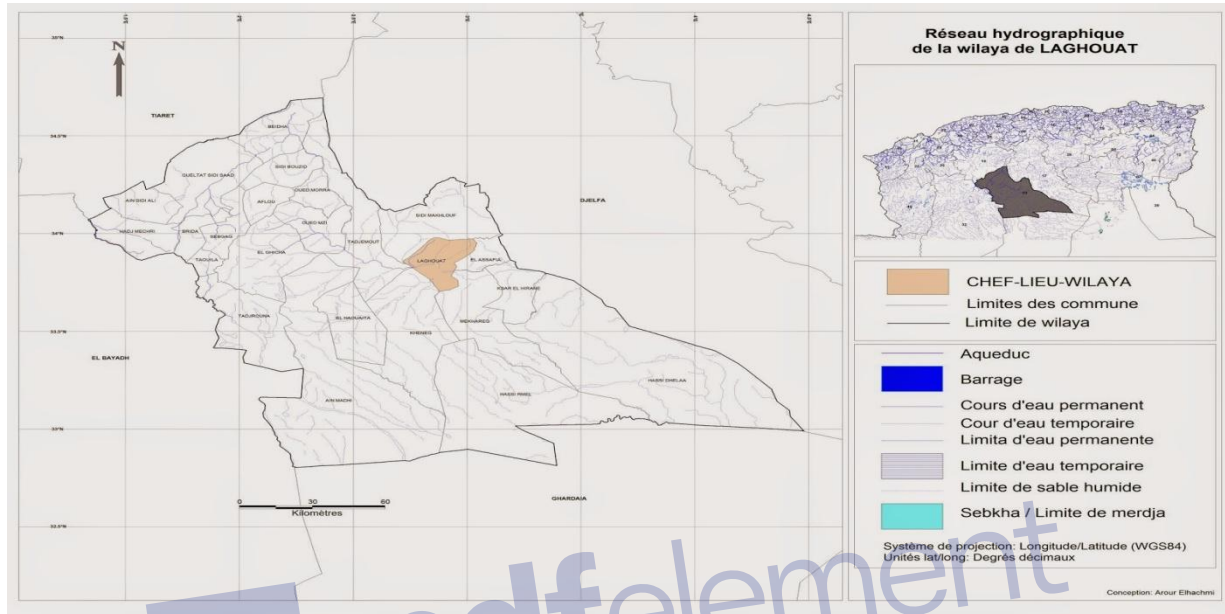


Figure .04 : Carte de la wilaya de Laghouat (Conservation des forêts 2018)

2. Cadre climatique :

Le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal. Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. (FAURIE et al.,2003).

2.1. Précipitations :

Les précipitations représentent le facteur le plus important du climat. La quantité d'eau dont dispose la végétation dépend des pluies, de la neige, de la grêle, de la rosée, de la gelée blanche, des brouillards et des brumes, mais aussi de l'évaporation et de la porosité du sol (FAURIE et al.,2003)

La présente étude est faite à partir d'une synthèse climatique de la période de 2008 jusqu' à 2018 des données de l'Office National de Météorologique (O.N.M, 2018), à partir de la station de Laghouat.

Tableau 04 : Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat 2008-2018(ONM; Laghouat, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	MA
P (mm)	9.77	8.58	10.56	18.72	9.93	7.45	7.96	10.58	27.53	23.31	12.45	19.35	155.27

La répartition annuelle des précipitations moyennes au niveau de la région de Laghouat e, on constate le mois le plus arrosé est le mois de Septembre avec une pluviométrie de 27.53mm.

2.2 La température :

La température est un facteur limitant d'une grande importance car elle conditionne l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés dans la biosphère (RAMADE., 1984).

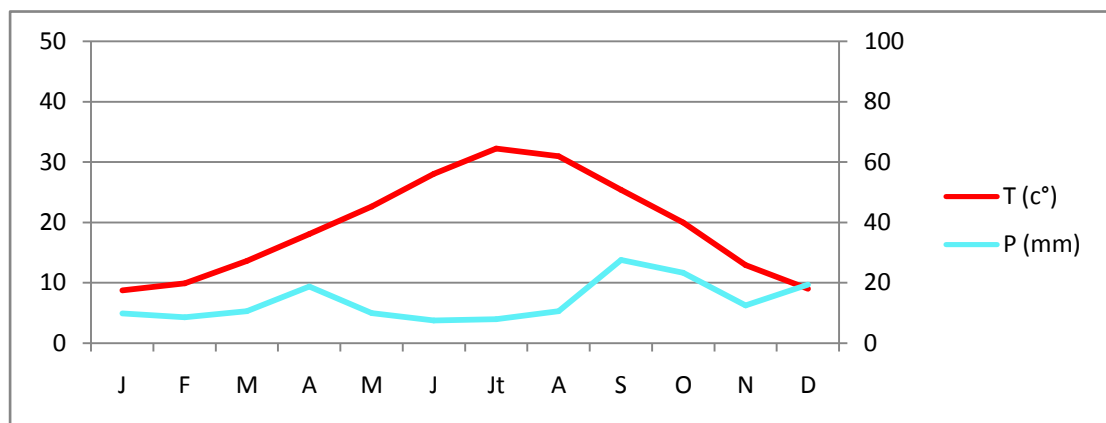
Tableau.05 : La température moyenne annuelle caractérisée la région Laghouat durant période 2008-2018 (ONM; Laghouat, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	MA
T (c°)	8.73	9.88	13.62	18.04	22.61	28.01	32.20	30.94	25.36	19.99	12.89	8.97	19.27

La moyenne annuelle des températures présente généralement des valeurs thermiques, à une valeur de 19.27 °C, le mois Juillet est le mois le plus chaud avec une moyenne de 32.20°C.

2.3 Diagramme ombrothermique de Bagnoul et Guassen :

D'après (Gaussen.,1953), un mois est sec lorsque les précipitations en millimètres sont inférieures ou égales au double de la température moyenne mensuelle en degrés Celsius (P2T)

**Figure.05** : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région de Laghouat 2008-2018

D'après le diagramme ombrothermique de GAUSSEN, on remarque que la région de Laghouat est marquée par une saison sèche qui durant tout l'année.

2.4 Le Climagramme d'EMBERGER :

Le Climagramme d'EMBERGER permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée, par l'utilisation de trois facteurs fondamentaux :

- Les précipitations annuelles P (mm).
- La température maximale du mois le plus chaud « M » en (°C).
- La température minimale du mois le plus froid « m » en (°C).

La Formule de STEWART permet d'obtenir le quotient pluviométrique d'Emberger (Q₃) :

$$Q_3 = 3,43P / (M+m). \text{ Pour Laghouat } Q_3 = 3,43 [155,27 / (36,30 + 2,73)]$$

$$Q_3 = 13,65$$

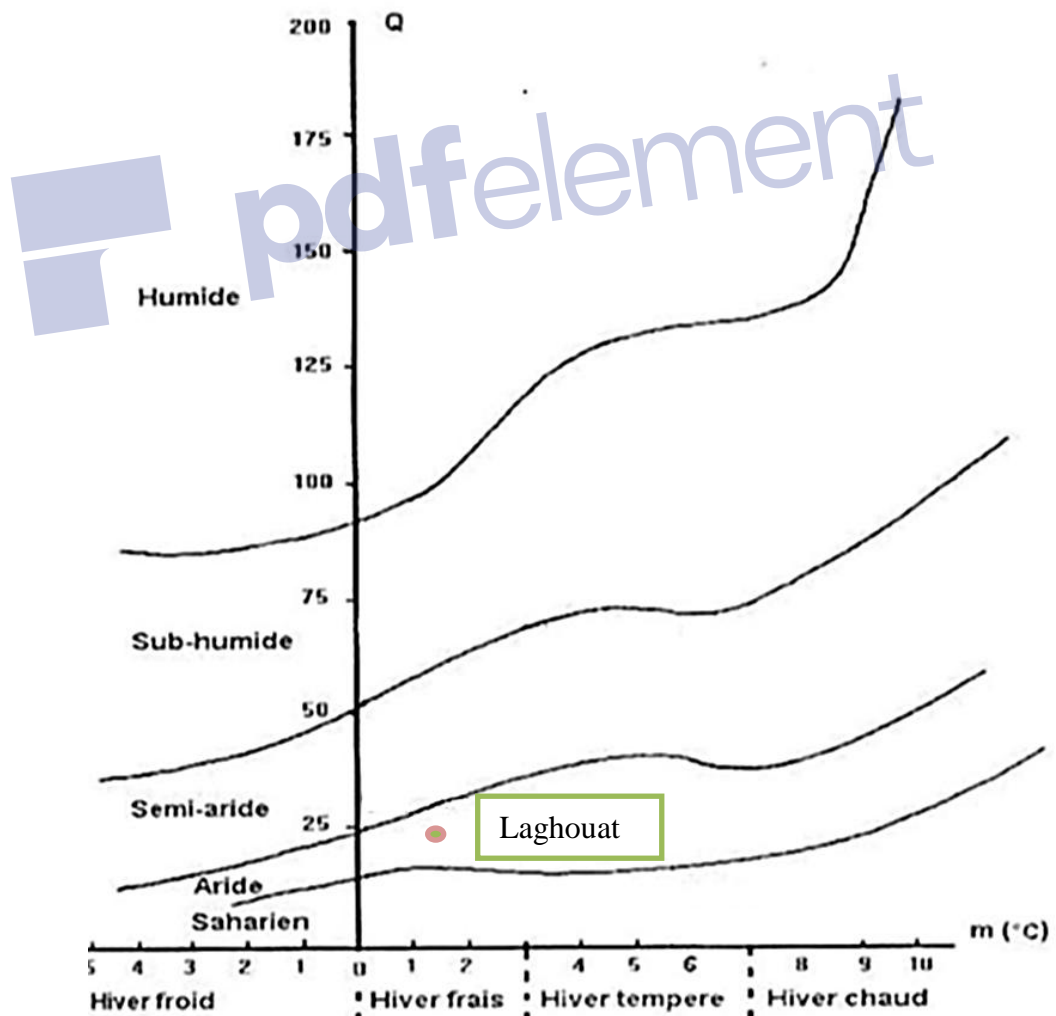


Figure.06 : Situation de la région de Laghouat dans le climagramme d'EMBERGER

D'après le Climagramme d'Emberger la région de Laghouat d'étal sous un étage bioclimatique aride à hiver frais.

3. Les stations de prélèvements

Les échantillons ont été prélevés sur un total de dix stations et choisi d'une façon aléatoire a base d'eaux utilisé par la population de Laghouat (tab.06).

Tableau.06 : Caractérisations des stations de prélèvements

(1 : Valeur faible ; 2 : moyenne ; 3 : élevé)

Code	station	Commune	Type	profondeur	anthropologie	Végétation	Animal
01	Ain djiouche	Sidi makhoulf	Source	03 m	3	1	1
02	Houidhlahmar	Sidi makhoulf	Puit	2.50m	1	1	3
03	Ain djaid	Sidi makhoulf	source	1.50m	3	1	1
04	bakhdache	Sidi makhoulf	retenue	03m	3	2	2
05	Regs	Sidi makhoulf	Forage	60m	1	1	1
06	Hadja kheira	Sidi makhoulf	Forage	110m	1	1	1
07	Milok	Laghouat	retenue	30m	2	2	1
08	elhouita	Elhouita	puit	15m	2	2	1
09	tawanza	K'sar el hirane	puit	20m	3	3	3
10	Oued m'zi	Laghouat	oued	01m	3	3	3

La période de prélèvement était de février 2019 au Mai 2019. Le tableau(07.)représente les lieux et les dates des stations de prélèvements au niveau de la wilaya de Laghouat.

Tableau.07 : Chronologie et dates de prélèvement

Eau de surface (station)	Lieu de prélèvement	Date de prélèvement
Ain djouyouche	Sidi makhoulf	07-02-2019
Houidhlahmar	Sidi makhoulf	07-02-2019
Ain djaid	Sidi makhoulf	07-02-2019
Bakhdache	Sidi makhoulf	07-02-2019
Regs	Sidi makhoulf	07-02-2019
Hadja kheira	Sidi makhoulf	07-02-2019
Oued m'zi	Laghouat	18-02-2019
Tawanza	K'sar el hirane	05-05-2019
Elhouita	Elhouita	09-05-2019
Milok	Laghouat	12-05-2019

2. Matériels :

Tableau.08 : matériels utilisés au laboratoire et au terrain.

Matériels du laboratoire		matériels de terrain
Matériels utilisés pour l'étude bactériologique :	Matériels utilisés pour l'analyse physicochimique	
<ul style="list-style-type: none"> • Tubes à essai • étuve • Portoir pour tubes à essai • Pipettes pasteur • Pipettes graduées • flaquons stériles pour échantillons • Boîtes de pétri stériles. • Pincés stériles • Anse d'inoculation • Bec Bunsen <p>Milieux de culture</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gélose TGEA • Gélose VRBL • Gélose HEKTOEN • PCBL • ROTH • schubert 	<ul style="list-style-type: none"> • Flacon de 500 ml • Fioles en verre et plastique • Ballons de 100 ml • Bechers de 50 ml • Erlenmeyers • Burette de 10 ml ou 25 ml • Cuvette de 10 ml ou 25 ml • Pipette de 2 ml • Ciseaux et poires • Plaque chauffante • Calotte et pissette • Eprouvette de 50 ml • Agitateur magnétique • Barreau magnétique • Baguette et papier hygiénique 	<ul style="list-style-type: none"> • Glacière • Des flacons • Gants •

3. Echantillonnage

Afin d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau courante de quelques sites de la wilaya de Laghouat des échantillons d'eaux sont prélevés puis soumis à des analyses bactériologique et physico-chimique.

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué au total 20 échantillons d'eau dont 10 prélèvements pour l'analyse physico-chimique et 10 prélèvements pour l'analyse bactériologique, les points l'échantillonnage sont généralement utilisés pour la boisson, la baignade et l'irrigation, et ne sont pas soumises à des traitements adéquats avant usage.

Puis, ils sont placés dans une glacière munie d'accumulateurs de glaces et sont acheminés au laboratoire afin de les analyser.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (A.D.E), unité de laboratoire Laghouat

Les analyse bactériologique ont été réalisées au niveau du laboratoire de la wilaya de Laghouat « **KIBOUB MOHAMMED** »

Le volume recueilli doit être suffisant pour permettre une analyse précise ; Tous les renseignements utiles sur les échantillons doivent être indiqués et le flacon doit être étiqueté correctement pour éviter les erreurs (RODIER et al., 2009).

3.1 Echantillonnage d'eau pour analyses physicochimiques

Le prélèvement des échantillons pour analyses physicochimiques est d'une grande importance puisque les résultats reflètent directement les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau prélevée. Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

3.2 Echantillonnage d'eau pour les analyses bactériologiques

Les conditions essentielles à respecter pour le prélèvement sont d'abord le respect des règles d'asepsie et la non modification de la flore au cours du prélèvement et du transport d'échantillons.

Les manipulations effectuées au cours du prélèvement ne doivent en aucun cas être à l'origine d'une contamination, d'où : la nécessité d'utiliser des instruments stériles et de travailler dans des conditions stériles.

Quand le prélèvement aseptique a été réalisé, il faut identifier immédiatement le produit avec une étiquette ou une référence.

Si l'échantillon doit être transporté, il faut réduire au maximum le délai avant l'analyse. Il est souvent nécessaire de réfrigérer le produit au cours de son transport; certains germes fragiles peuvent néanmoins disparaître au cours de cette réfrigération.

4.1 Analyse physicochimique

Lors de notre étude six sites sont concernés par l'analyse physicochimique Les sites explorés sont : An djiouche ,Houidh lahmar ,Ain djaid, Bakhdache, Regs,Hadja kheira

Sur les sites que nous avons prospectés, nous somme intéressés à 09 paramètres caractérisant la qualité de l'eau. Il s'agit de la température en °C, le pH, la turbidité (NTU) et la conductivité électrique (Cond μ s), mesurés in-situ. Les paramètres mesurés *in vitro* sont: la Salinité (S‰), La dureté totale(TH), le Chlore (Cl^-), le Magnésium (Mg^{++}), et le calcium (Ca^{++}).

Le nombre des paramètres analysés varie d'un site à un autre, ceci est dû à la disponibilité du matériel et des produits d'analyse nécessaires au sein de chaque unité. Les méthodes et les appareils utilisés pour chacun des paramètres mesurés sont présentés dans le Tableau 09.



Tableau 09 : Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.

Paramètres physico-chimiques	Appareillages De mesure	Méthodes d'analyses et Mode opératoire
T (T°C)	Thermomètre digital	- Enfoncez la sonde dans l'eau. - Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
Ph	pH mètre	- Enfoncez la sonde dans l'eau Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
Cond (µS/cm)	Multi paramètres Conductimètre (modèle CACH 2100 AN)	- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. - Plonger l'électrode dans le flacon contenant l'échantillon. - Lecture après la stabilisation de l'affichage numérique
S‰		
Turbidité (NTU)	Turbidimètre (modèle CACH 2100 AN)	- Remplir une cuvette propre jusqu'au trait avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulles d'air. - Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans pelucher pour retirer les gouttes d'eau et les traces des doigts. - Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot. - Lire et noter le résultat affiché.
Mg ⁺⁺ (mg/l)	C'est la différence entre TH (dureté) et Ca ⁺²	Selon (RODIER <i>et al.</i> , 2009), le Magnésium peut être estimé par la différence entre la dureté et le Calcium exprimé en CaCO ₃ [TH]= [Mg ⁺²] + [Ca ⁺²]
Cl	Eprouvette, bêcher, pipette graduée, agitateur, barreau magnétique	La méthode utilisée est celle de MOHR (Rodier <i>et al.</i> , 2009): - Introduire 10 ml d'eau à analyser dans un bêcher. - Ajouter 3 gouttes de solution de Chromates de Potassium à 10%. - Verser alors au moyen d'une burette la solution de Nitrates d'Argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1 à 3 min. - Soit V le nombre de millilitres de Nitrates d'Argent 0,1N utilisés. - Calculer la teneur de Chlore comme suit : Cl-(mg/l)=V(AgNo3).N(AgNo3).1000/V

4.2 Analyses bactériologiques

Toutes les techniques et les tests utilisés dans cette étude sont réalisés suivant les méthodes adoptées par (RODIER *et al* ; 2009). Quatre dénombrements de bactéries sont effectués par culture bactérienne. Il s'agit des germes totaux (G.T), des coliformes (C), des coliformes fécaux (*E. coli*), des streptocoques fécaux (S.F).

Lors de cette étude dix sites sont concernés par l'analyse bactériologique (Ain djiouche , Houdh lahmar ,Ain djaid, Bakhdache, Regs, Hadja kheira, Milok ,Tawanza, Elhouita, Oued M'zi)

4.2.1. Recherche et dénombrement des germes totaux

4.2.1.1 Principe L'eau est inoculée par incorporation dans un milieu strictement défini et non sélectif. La lecture est faite après 24h à 48h d'incubation à 37°C.

4.2.1.2 Le Mode opératoire

- Agiter soigneusement et de façon prolongée l'échantillon pour remettre en suspension d'une façon homogène les bactéries .
- Prélever ensuite stérilement 1ml de cette eau .
- Le déposer dans une boîte de Pétri stérile de 90mm de diamètre.
- Porter au bain-marie bouillant les tubes contenant la gélose jusqu'à fusion du milieu (refroidir à $44 \pm 2^\circ\text{C}$ et maintenir au bain-marie à cette température).
- Couler aseptiquement dans chaque boîte le contenu d'un tube de gélose fondue.
- Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de gélose et de l'eau (sans faire de bulles et sans mouiller les bords de la boîte) , Laisser refroidir sur une surface parfaitement horizontale et fraîche.
- La moitié des boîtes ensemencées d'eau est incubée après solidification dans une étuve à $37^\circ\text{C} \pm 0,5$ durant 24 ± 1 heures ,l'autre moitié est mise dans une enceinte de 20 à 22°C durant 72 ± 3 heures. (Fig.07.)

4.2.1.3 Lecture: A l'aide d'un compteur de colonies, compter toutes les colonies présentes à la surface de la boîte.

4.2.2. Dénombrement des Coliformes (*E. coli*)

La méthode adoptée dans cette étude est celle de NPP par inoculation de tubes en milieux liquides (Fig.08).

4.2.2.1 Principe

Après ensemencement de plusieurs dilutions de l'échantillon, chacune dans une série des tubes contenant un milieu de culture permettant de mettre en évidence la fermentation du lactose avec production de gaz (tubes positifs). La détermination de nombre caractéristique (nombre de tubes positifs pour chaque dilution) nous a permis de déterminer la NPP des coliformes en milieu liquide BCPL par deux tests (**RODIER et al., 2009**).

-**Test présomptif** : réservé à la recherche des coliformes totaux.

-**Test confirmatif** : réservé à la recherche des coliformes fécaux.



Figure 07 : Etapes suivies lors de la recherche des germes totaux.

4.2.2.2. Mode opératoire

a. Test présomptif : test est effectué pour le dénombrement des coliformes totaux

- On utilise le milieu BCPL, munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement de gaz.
- Ensemencement d'un nombre choisi des tubes de milieu de BCPL (2 tubes à double concentration, 4 tubes à simple concentration).
- Inoculer les tubes choisis pour l'eau à examiner (les 2 premiers par 10ml, les deuxièmes par 1ml et les deux derniers par 0,1ml).

Après inoculation, agiter pour homogénéiser sans faire pénétrer d'air dans la cloche de Durham et placer les tubes dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. Procéder à une première lecture après cette incubation (RODIER *et al.*, 2009).

4.2.2.3 Lecture

Considérer comme «positifs» les tubes où il se produit simultanément un trouble dans toute la masse liquide, un dégagement de gaz dans la cloche et un virage de couleur vers le jaune. Le nombre des tubes positifs dans chaque série est reporté à la table de Mac Grady pour obtenir le NPP de coliformes présentes dans 100ml.

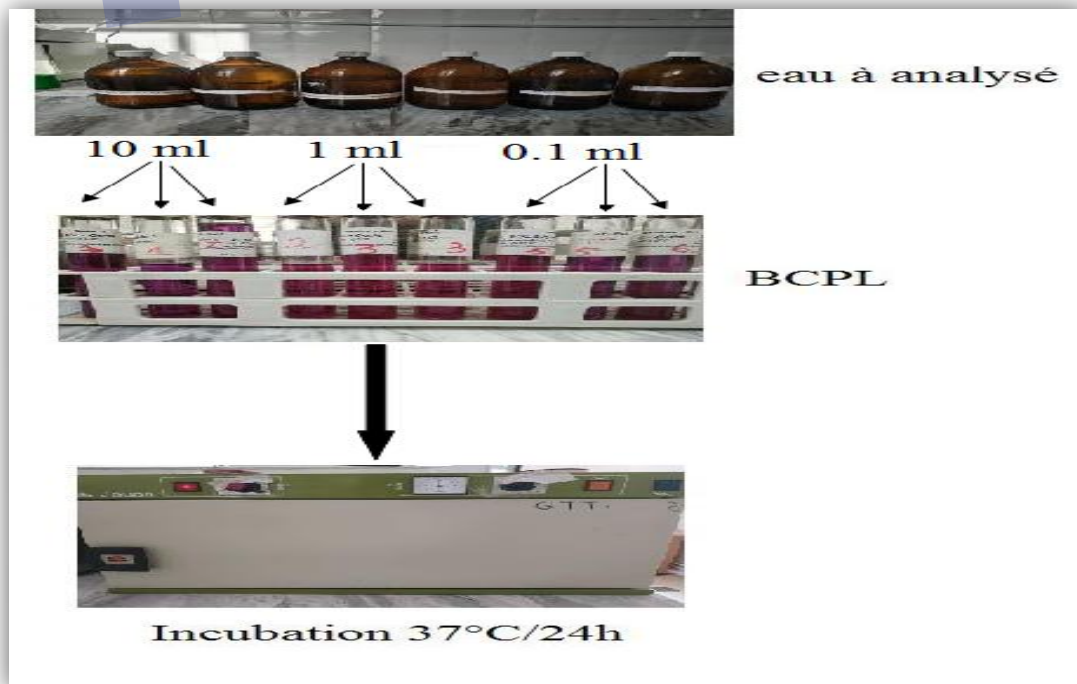


Figure 08 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des coliformes.

b. Test confirmatif

- ◆ Ce test est effectué pour le dénombrement des coliformes fécaux.
- ◆ Les milieux considérés comme positifs après le test présomptif sont repiqués dans un nouveau milieu qui est le milieu Schubert sélectif
- ◆ pour la recherche des coliformes thermo tolérants (CTT) incubés à 44°C pendant 24h

b.1. Lecture

Les tubes positifs présentent à la fois un dégagement gazeux avec la présence d'un trouble microbien.

Identification : Selon **KIHEL et al, 2005**

- A partir de chaque tube positif de milieu Schubert, on ajoute quelques gouttes de réactif de Kovacs, témoigne de la production de l'indole (indiqué par l'apparition d'un anneau rouge) réaction caractéristique des *E. coli*.
- Le dénombrement est effectué suivant la méthode du NPP.

4.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

4.2.3.1. Principe

Les principes généraux de cette méthode sont ceux décrits pour la colimétrie en milieu liquide. Cependant, alors que le tube primaire contient déjà une certaine quantité d'Azide de sodium. Le repiquage des tubes «positifs» sur un milieu inhibiteur favorise uniquement le développement des streptocoques fécaux (Fig.09).

4.2.3.2 Mode opératoire

a. Test présomptif

- ◆ Ensemencent d'un nombre choisi des tubes de milieu Rothe (2 tubes à double concentration, et 4 tubes à simple concentration).
- ◆ Inoculer les tubes choisis pour l'eau à examiner (les 2 premiers par 10ml, les deuxièmes par 1ml et les 2 derniers par 0,1ml).

- ◆ Homogénéiser soigneusement, par agitation, le contenu des tubes et s'assurer, une fois celle-ci terminée, que la teinte de bouillon est uniforme.
- ◆ Incubation à 37°C pendant 24 ou 48 heures.

b. La lecture :

Les tubes présentant un trouble microbien pendant cette période sont présumés contenir un streptocoque fécal et sont soumis au test confirmatif.

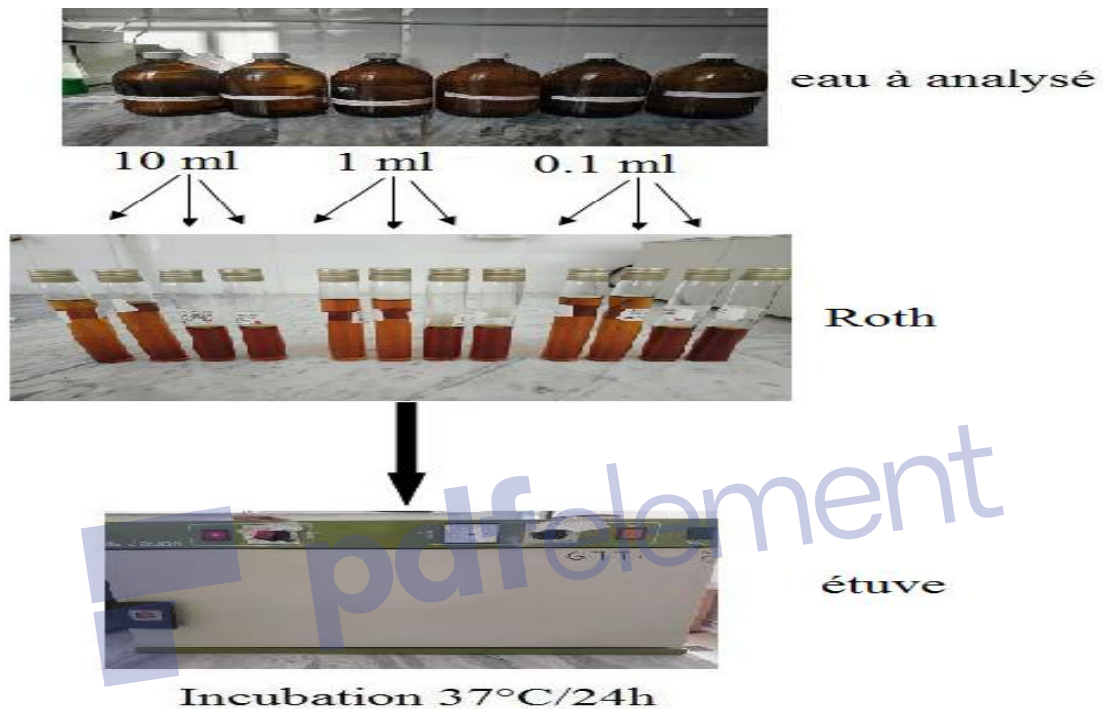


Figure.09 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des streptocoques fécaux

Test confirmatif

- ◆ Après agitation des tubes positifs, prélever sur chacun d'eux successivement quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur et les reporter dans des tubes du milieu de Litsky à l'éthyle violet et l'azide de sodium.
- ◆ Incubation à 37°C pendant 24 ou 48 heures.
- ◆ L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un streptocoque fécal. Parfois, la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.
- ◆ Dénombrement selon la méthode de NPP (**RODIER et al., 2009**).

III. 1. Résultats des paramètres physico-chimiques :

III. 1.1. Température (T°C) :

La température présente des variations similaires dans l'ensemble des stations prospectées. La valeur la plus basse a été enregistrée au niveau d'Ain Djaid et la plus élevée au niveau de trois stations : Ain Djouche, Houidh lahmar, et Regs.

Dans l'ensemble des sites prospectées, la gamme de température n'est pas critique, où les valeurs enregistrées comprise entre 14,1°C comme limite inférieure et de 14,5°C comme limite supérieure (fig.10).

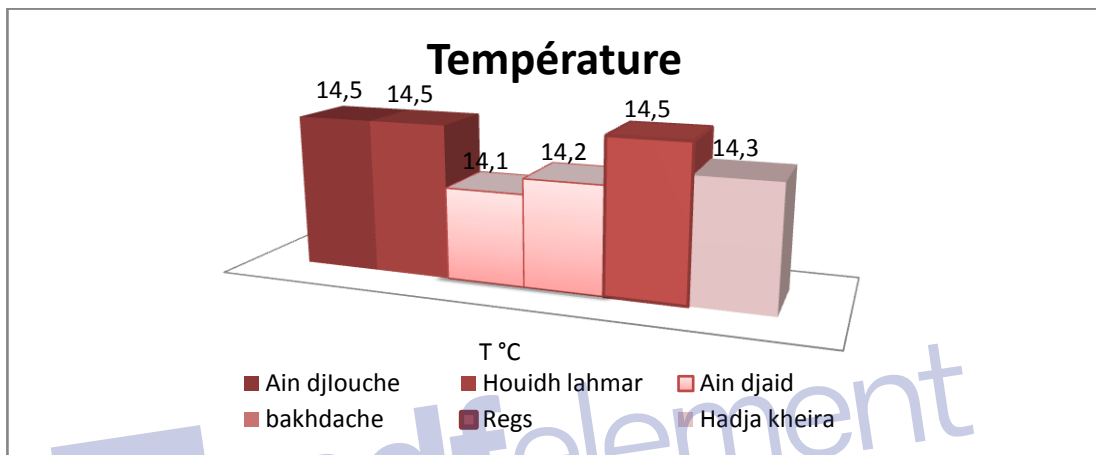


Figure10 : Variations de température dans les six stations prospectées.

III. 1.2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Les valeurs enregistrées montrent que l'eau des six stations est légèrement alcaline. La valeur la plus élevée est enregistrée à Hadja kheira où le pH = 8,26 et la plus basse à Houidh lahmar où le pH = 7,95 (fig.11).

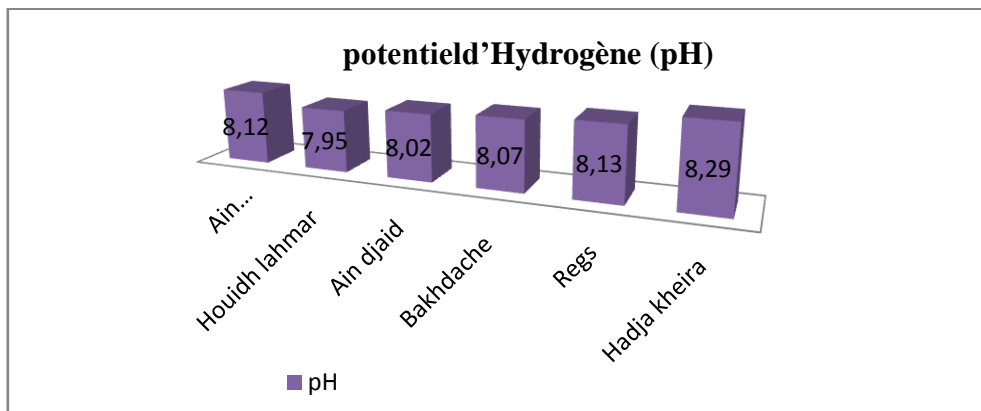


Figure 11 : Variations du pH dans les six stations prospectées.

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés; les eaux très calcaires ont un pH alcalin et celles provenant des terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH proche de 7.

III. 1.3. Conductivité :

Pour les six stations, la conductivité présente des fluctuations remarquables d'un site à un autre. La valeur la plus basse est enregistrée à Bakhdache avec 684 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la valeur maximale est celle enregistrée à Houidh lahmar (soit 2029 $\mu\text{s}/\text{cm}$)(fig.12).

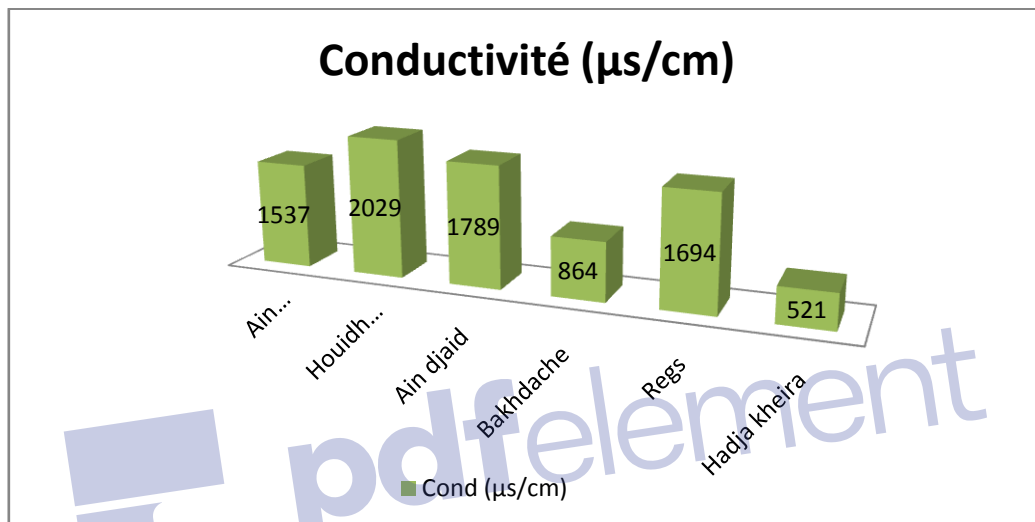


Figure 12 : Variations de la conductivité dans les six stations prospectées.

La plus part du temps, la conductivité a une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité.

Selon (HADE, 2002) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que :

- ✓ La géologie du bassin versant.
- ✓ Les apports d'eau souterraine.
- ✓ La température de l'eau.
- ✓ Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qu'alimentent l'oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).

- ✓ Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglacage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (REJSEK, 2002). Le tableau (10) exprime une relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité.

Tableau.10 : Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée.

Conductivité en $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation de l'eau
<100	Très faible
entre 100 et 200	Faible
200 et 333	Moyenne à forte
333 et 666	Moyenne accentuée
666 et 1000	Importante
> 1000	Elevée

En effet, Egborge (1974) a trouvé que la production de phytoplancton est étroitement liée à la conductivité et à la transparence des eaux (Welcomme, 1975).

III. 1.4. Salinité :

La salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau (BOUCHAR, 2010). Ce paramètre varie proportionnellement avec la conductivité (TERBAH, 2007).

la salinité présente un intervalle qui varie entre (0,2-1), les stations de Hadja kheira et Bakhdache présentent les teneurs de salinité les plus faible qui ne dépassent pas 0,4 alors que les stations de Houidhlahmar , Ain Djaid, Ain djouche et Regs présentent les gammes les plus élevées de salinité (0,8-1)(fig.13).

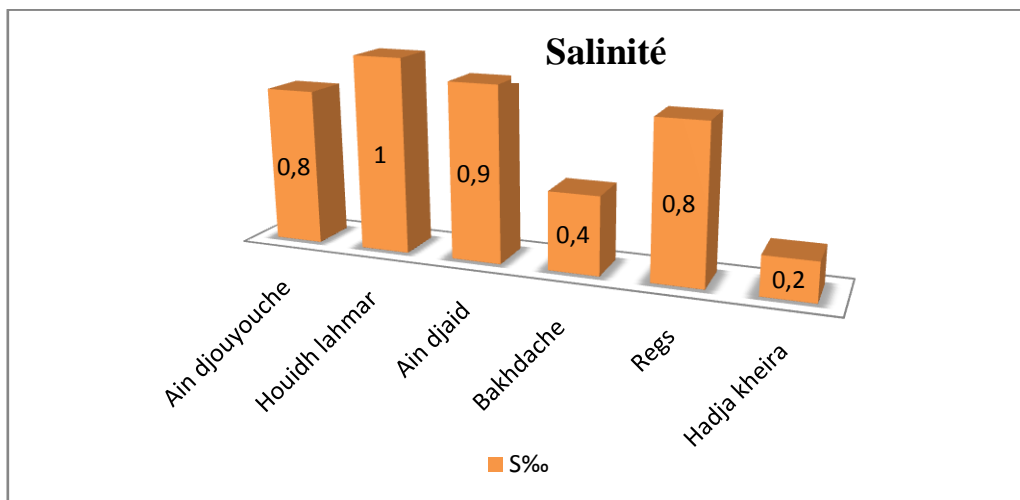


Figure 13 : Variations de la salinité dans les six stations prospectées.

L'eau est dure ou calcaire si elle est riche en sels de calcium, ou en sels minéraux en général, au contraire elle est douce lorsqu'elle est pauvre en ces éléments (REJSEK, 2002).

III. 1.5. Turbidité:

Nos données montrent que, la turbidité varie d'un site à l'autre, La station de Ain Djouche présente une valeur maximale de 5,86 ;alors que, l'eau des autres stations est considérée comme eau très claire avec des valeurs de turbidité comprises entre 0,181 et 0,206 (fig.14).

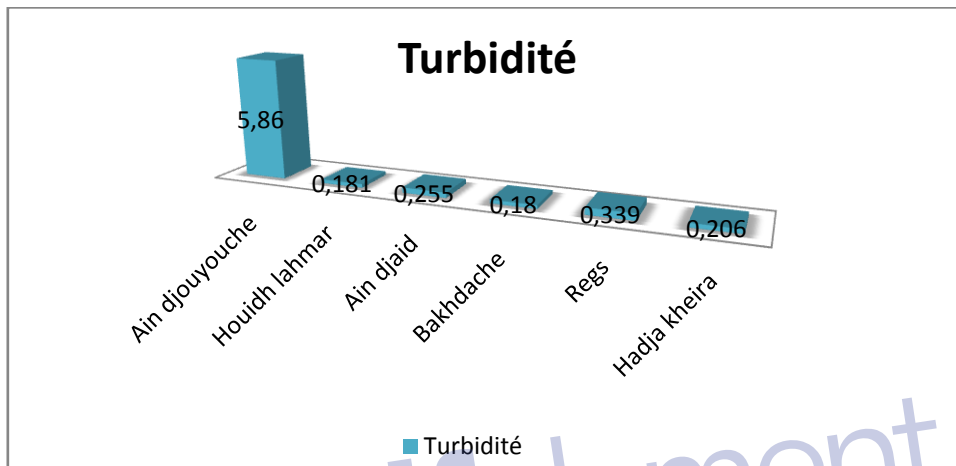


Figure 14 : Variations de la turbidité dans les six stations prospectées.

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension à savoir : Argiles, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité.

III. 1.6. La dureté totale(DT):

Nos données montrent que, la dureté totale varie d'un site à l'autre. La valeur maximale est enregistrée au forage Regs avec 1980 et La faible valeur est enregistrée au forage Hadja kheira (fig.14).

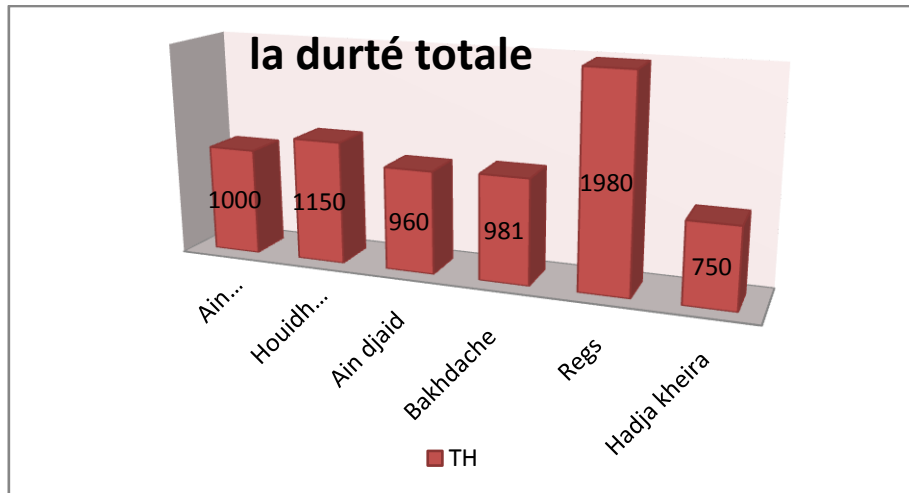


Figure15 : Variations de la durté totale dans les six stations prospectées.

La durté totale d'une eau indique globalement sa teneur en ions alcalino-terreux ; en particulier l'ion calcium (Ca^{+2}) et magnésium (Mg^{+2});qui résultent principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques. Cette durté de l'eau est exprimée par le titre hydrotimétrique (TH).

III. 1.7. Calcium (Ca^{++}):

Les concentrations moyennes en calcium sont enregistrées au niveau d'Ain Djouche, Regs et Bakhdache qui sont respectivement 236,47mg/l ; 148,49 et 192,38 mg/l. La station de Houdh lahmar marque une valeur maximale avec 328,65 mg/l, la concentration la plus basse est enregistrée à Hadja kheira avec 140,28 mg/l (fig.16).

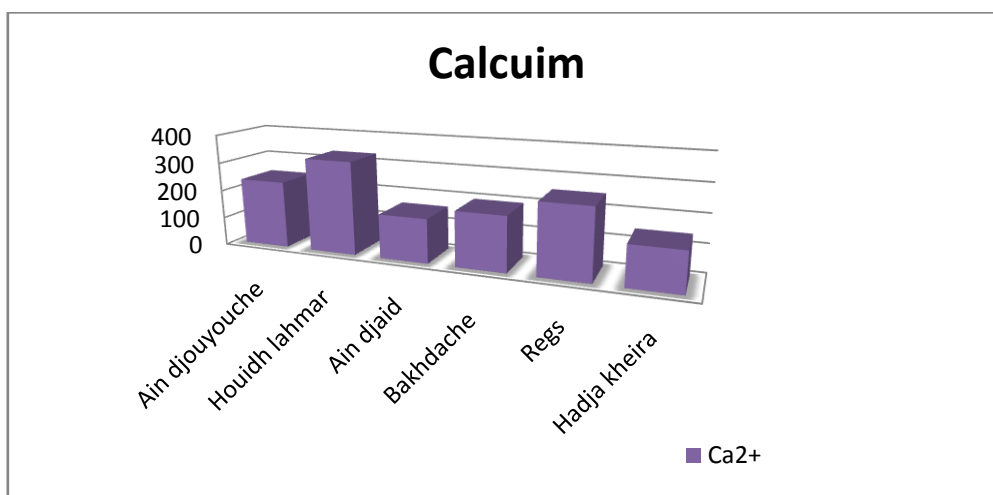


Figure 16 : Variations du calcium dans les six stations prospectées.

III. 1.8. Magnésium :

Dans la figure 17 les concentrations en magnésium varient d'un site à l'autre. La valeur maximale est enregistrée dans le fourrage de regs avec une concentration de 330.75 mg/l la concentration minimale à été enregistrées à Houidh lahmar (80,25 mg/l) (fig.17).

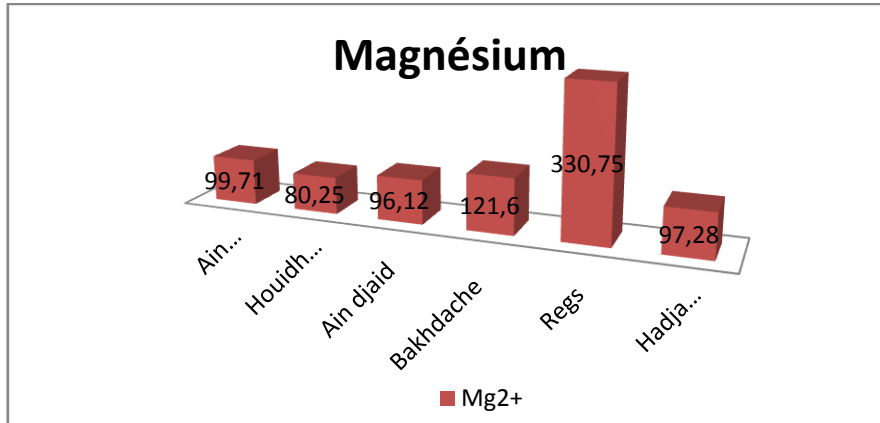


Figure 17 : Variations du magnésium dans les six stations prospectées.

Les origines du magnésium sont comparables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneur en oxygène (magnésite et dolomite).

III. 1.9. Chlorures : Cl⁻

La station de regs enregistre une valeur maximale. La station de l'Hadja kheira enregistre une concentration moins importante avec une concentration minimale enregistrée de 49,7 mg/l (fig.18)

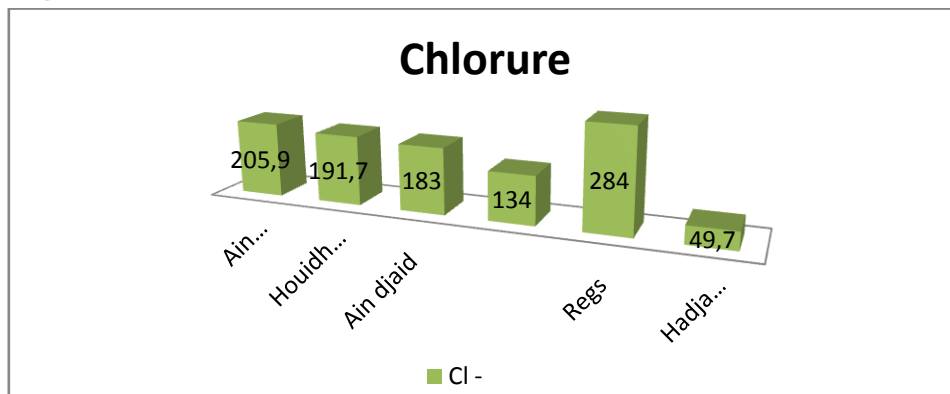


Figure 18 : Variations du chlorure dans les six stations prospectées.

Les chlorures provenant essentiellement de la dissolution des sels naturels provoqués par lessivage des formations salifères, ainsi que l'évaporation intense, dans des régions où le niveau piézométrique est proche, de la surface du sol.

La présence des chlorures dans les eaux souterraines peut avoir une origine essentiellement agricole (engrais, pesticides ...etc) ; industrielle et urbaine (eaux usées).

III. 2. Résultats des paramètres bactériologiques :

Les données des résultats de l'analyse bactériologie sont classées selon la typologie des stations prospectées. En effet, afin de présenter une image claire de la situation microbienne des eaux nous avons choisi la grille typologique suivante :

Les eaux libres : c'est le cas d'oued M'zi et la retenue collinaire de Bakhdeche ,Milok.

Les forages : Hadja kheira, Regs.

Les sources : Ain djiouche, Ain djaid.

Les puits : Houidh lahmar, Elhouita, Tawanza.

Par défaut de la réglementation algérienne concernant l'analyse bactériologique des eaux d'oued, sources, forages et de puits on a parcouru vers l'interprétation des résultats d'analyses microbiologiques selon l'arrêté interministériel du 24 janvier 1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires (voir annexe 2).

Pour l'interprétation des résultats d'isolement des germes totaux à 22°C et 37°C le milieu pris en considération est le milieu gélose TGEA préconisé par la méthode de dénombrement.

III. .2.1 Les résultats des analyses de l'eau de forage

Selon le tableau ci-dessous les analyses bactériologiques de l'eau de forage montrent l'absence totale de toute forme microbienne sur les deux échantillons analysés

Tableau 11: Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de forage

station		Forage Hadja kheira	Forage Regs
Germes /ml			
Germes totaux	à 37°C Pdt 48 h	0	0
	à 22°C Pdt 72 h	0	0
Coliforme totaux à 37°C pdt 48h		0	0
Coliforme fécaux à 44°C 48h		0	0
Streptocoque fécaux à 37°C pdt 48h		0	0
Salmonelle à 37°C pdt 48h		0	0

Selon l'arrêté des normes microbiennes Algériennes du 24 janvier 1998 la qualité de l'eau de forage est satisfaisante.

III. .2.2 Les résultats des analyses de l'eau de source

On remarque que pour les deux stations de sources, l'incubation germes à une température de 22 °C est plus adéquate à la croissance des germes qu'à une température de 37°C, la charge microbienne au niveau de la première station est très élevée que celle observées dans la deuxième station. (Tab.12)

Tableau 12: Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de source

station		Ain djouche	Ain djaid
Germes totaux	à 37°C Pdt 48 h	30	20
	à 22°C Pdt 72 h	110	70
Coliforme totaux à 37°C pdt 48h		2	1
Coliforme fécaux à 44°C 48h		0	0
Streptocoque fécaux à 37°C pdt 48h		0	0
Salmonelle à 37°C pdt 48h		0	0

La présence des germes mésophiles à 22°C peuvent modifiés l'odeur et le gout de l'eau. Alors que, la présence des ces germes à 37°C rend les eaux toxiques à la consommation.

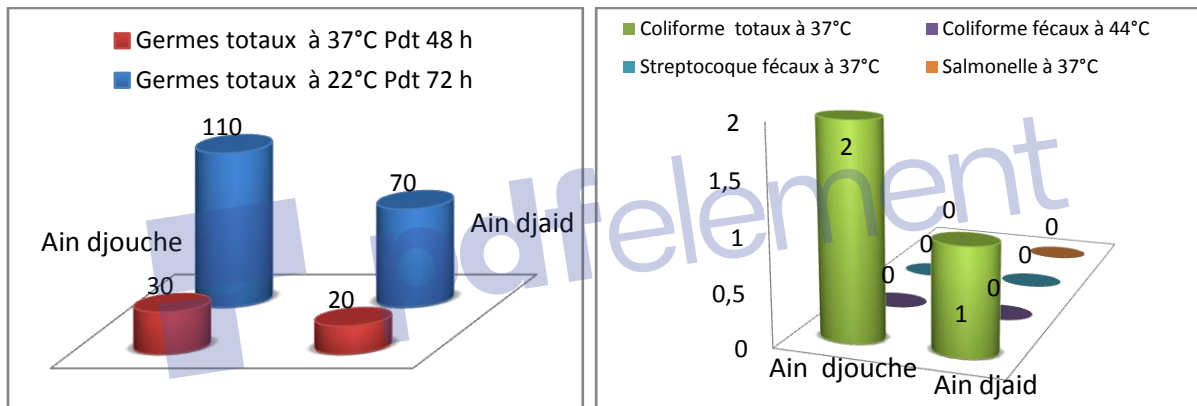


Figure 19 : Résultats des analyses bactériologiques de deux stations Ain djouche et Ain djaid

Selon les résultats, par référence à l'arrêté 24-01-1998 on peut dire que la qualité d'eau de deux stations est considérée comme acceptable

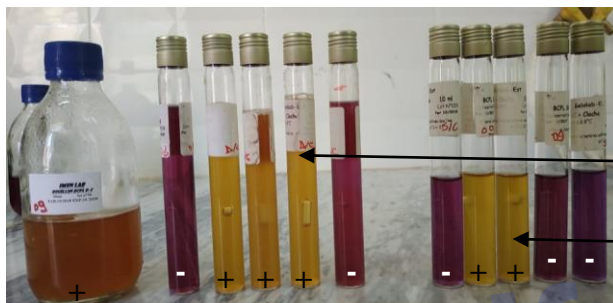
III. 2.3 Les résultats des analyses de l'eau de puits :

A l'inverse des sources, les germes totaux sont plus abondants à 37°C qu'à 22°C. En comparaison entre les trois stations, station de Tawanza possède une charge en coliformes totaux plus élevée que Houdh Lahmar, par contre station de Elhouita possède la plus faible charge qui peut être négligeable. (Tab.13)

Tableau 13 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de puits

Station		Houidhla hmar	Elhouita	Tawanza
Germe /ml	à 37°C Pdt 48H	70	40	120
	à 22°C Pdt 72H	10	00	80
Coliforme totaux à 37°C Pdt 48H		2	0	1
Coliforme fécaux à 44°C Pdt 48H		0	0	0
Streptocoque fécaux à 37°C Pdt 48H		0	0	0
Salmonelle à 37°C Pdt 48 H		0	0	0

Le passage de test présomptif de coliforme totaux sur milieu B.C.P.L vers le test confirmatif sur le milieu Schubert.



Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Un dégagement de gaz (supérieur de la hauteur de la cloche).

Photo 01 :présentant Les tubes de BCPL positifs (trouble microbien+dégagement de gaz)

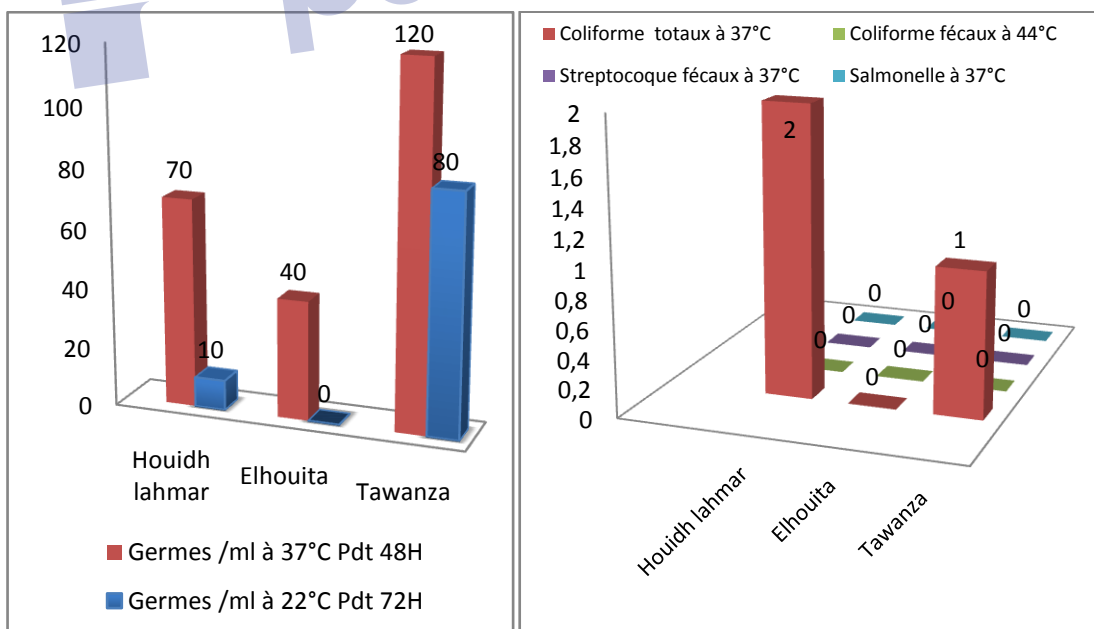


Figure 20: Résultats des analyses bactériologiques des trois puits

Selon les résultats, La qualité bactériologique de trois stations est considérée comme acceptable selon l'arrêté 24-01-1998

III. 2.4 Les résultats des analyses de l'eau libre

On observe dans le tableau n°8 une charge élevée en germes totaux à 37 °C et à 22°C avec une valeur plus élevée à 22 °C(Tab.14).

Tableau 14: résultats des analyses bactériologiques de l'eau libre

station		Bakhdache	Milok	Oued m'zi
Germes /ml	à 37°C Pdt 48 H	160	00	10
	à 22°C Pdt 72H	220	00	170
Coliforme totaux à 37°C Pdt 48 H		25	0	3,5
Coliforme fécaux à 44°C Pdt 48H		0	0	0
Streptocoque fécaux à 37°C Pdt 48H		0	0	0
Salmonelle à 37°C Pdt 48 H		0	0	0

Le nombre des coliformes totaux est élevé à BAKHDACH qu'à oued M' ZI, par contre il est nul à MILOK.

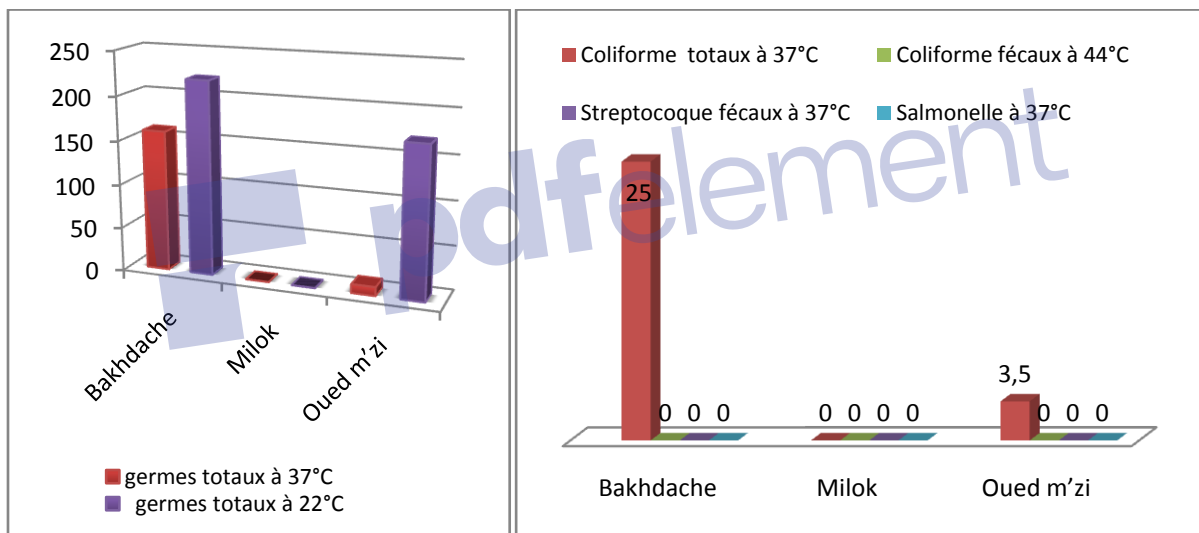


Figure 21 : Résultat des analyses bactériologique des trois eaux libres

En vue de ces résultats on peut conclure que la qualité de l'eau MILOK est considérée comme satisfaisante selon l'arrêté et oued M'ZI est acceptable,

Par contre de BAKHDACH est de qualité suspecte (eau contaminée) à cause de la charge élevée en coliformes totaux ; en plus le nombre de germes à 22°C et à 37°C.



Photo 02 : Recherche des salmonelles dans les six stations (absence des colonies suspectes)



Avant l'incubation



Après l'incubation à 37°C pdt 48H (résultat positif)

Planche01 : Résultat de la recherche des coliformes totaux sur un milieu BCPL pour le site de BAKHDACHE



Avant l'incubation



Après l'incubation à 37°C pdt 48H (résultat positif)

Planche02 : Résultat de la recherche des coliformes totaux sur un milieu BCPL pour le site de Oued M'zi



Avant l'incubation



Après l'incubation à 44°C pdt 48H (résultat positif)

Planche03 : Résultats de la recherche des Streptocoques fécaux à 37°C pendant 48H sur un milieu ROTH de trois stations BAKHDACHE , Oued M'zi et MILOK

Discussion :

Les résultats de l'étude du suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau des stations prospectées montrent que les fluctuations de la température de l'eau sont presque homogènes pour l'ensemble des sites échantillonnés durant laquelle les valeurs sont comprises entre 14,1 °C et 14,5 °C. Cette homogénéité de la température entre les sites étudiés est le reflet du caractère aride de la région où l'influence de la saisonnalité est bien distinguée.

Le pH de l'eau est légèrement alcalin ; les valeurs enregistrées sont en effet comprises entre 7,9 et 8,2. L'alcalinité du pH des eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés ; les eaux très calcaires ont un pH alcalin.

La conductivité présente des fluctuations remarquables d'un site à un autre. Les valeurs enregistrées sont comprises entre 521 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 2029 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la plus part du temps. La conductivité à une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité.

La salinité présente un intervalle qui varie entre 0.2g/l et 01 g/l, La salinité est définie à l'origine comme la quantité de sels dissous présents dans l'eau (BOUCHAR, 2010). Ce paramètre varie proportionnellement avec la conductivité (TERBAH, 2007). L'eau est dure ou calcaire si elle est riche en sels de calcium, ou en sels minéraux en général, au contraire elle est douce lorsqu'elle est pauvre en ces éléments (REJSEK, 2002).

Le degré de salinité permet de classer l'eau selon les catégories suivantes : Eau douce (< 0,5 g/l), eau douce à saumâtre (0,5 à 5 g/l), eau saumâtre à salée (18 à 30 g/l) et eau salée (> 30 g/l) (HECKER *et al*, 1996).

D'après cette classification, nous pouvons dire que l'eau des 06 stations d'étude est une eau douce. Nos données montrent que, la turbidité varie d'un site à l'autre, La station de Ain Djiouche présente une valeur maximale de 5.86, alors que, l'eau des autres stations est considérée comme eau très claire avec des valeurs de turbidité comprises entre 0.181 et 0.206.

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension à savoir : Argiles, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité.

Les valeurs de la dureté totale enregistrées sont comprises entre 750 et 1980 la dureté totale d'une eau indique globalement sa teneur en ions alcalino-terreux ; en particulier l'ion calcium

(Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) ; qui résultent principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques.

Les concentrations en calcium enregistrées sont comprises entre 140 et 328 mg/l des valeurs légèrement élevées par rapport aux normes Algériennes, La présence des ions (Ca^{2+}) est liés principalement à deux origines naturelles : soit à la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit à la dissolution des formations gypseuses.

Les résultats du dosage du magnésium des six sites prospectés montrent que les concentrations sont élevées les valeurs sont comprises entre 80 mg/l et 330 mg/l les origines du magnésium sont comparables à celles du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à forte teneur en oxygène (magnésite et dolomite).

Selon les normes de l'OMS les concentrations en chlorures enregistrées sont presque tous dans les normes sauf station de Regs qui a enregistré une valeur légèrement élevée de 284 mg/l Les chlorures provenant essentiellement de la dissolution des sels naturels provoqués par lessivage des formations salifères, ainsi que l'évaporation intense, dans des régions où le niveau piézométrique est proche, de la surface du sol. La présence des chlorures dans les eaux souterraines peut avoir une origine essentiellement agricole (engrais, pesticides ...etc.) ; industrielle et urbaine (eaux usées).

Les eaux quelles que soient leur nature, contiennent une multitude de microorganismes des sources diverses tel que le sol, la végétation, le vent et les rejets issus de l'activité humaine. La recherche des germes totaux dans les échantillons prélevés montrent l'existence des bactéries qui se développent à 22°C, qui sont selon **BEYNENS (2006)** et **RESJEK (2002)** ; des saprophytes présents naturellement dans l'eau avec des bactéries croîtront à 37 °C qui provient de l'homme ou d'animaux à sang chaud.

Le nombre des germes totaux dans l'eau de forage reste dans les normes, à cause de l'effet de la filtration des sols, ainsi que le froid des forages. Donc on peut dire que la qualité des eaux de forage est bonne et acceptable.

En revanche, les résultats de la recherche des germes dans les stations puits montrent une contamination due à la présence des germes totaux et des coliformes totaux. Cette contamination est expliquée par l'état physique général des puits. Les puits se trouvent exposés à l'air, non couverts ainsi que ces stations deviennent avec le temps un abri de plusieurs espèces d'oiseaux et chauves-souris.

La charge microbienne observée dans les analyses de l'eau d'oued s'explique par la sensibilité de l'eau superficielle aux pollutions de milieu.

Conclusion et perspectives

L'eau, cette substance vitale de notre quotidien qui constitue la 2/3 du corps humain, exige une surveillance méticuleuse de désinfection réguliers.

Aux termes de cette étude, nous pouvons constater que la qualité d'eau des stations prospectées répond à un gradient de stérilité strict ; plus l'eau profonde et couvert, la qualité deviennent très acceptable. Et en peut dire aussi par référence aux normes que ce soit algériennes ou internationales, la contamination est seulement superficielle.

En effet, pour les propriétés physico-chimiques, la plupart des eaux analysées ont des teneurs élevés notamment pour les paramètres suivants : la conductivité électrique, la dureté totale, les ions calcium et magnésium.

Sur le plan bactériologique, la majorité des eaux courantes analysées ne sont pas contaminées par des bactéries pathogènes.

L'eau reste toujours une source fragile et sensible et la moindre faute, la moindre négligence dans le temps engendrerait des conséquences graves sur la santé des citoyens.

L'altération de la qualité bactériologique des eaux peut entraîner des risques non négligeables sur la santé humaine, ces risques se représentent principalement sous forme de gastro-entérites, dermatites, et infections des yeux et de la sphère O.R.L.

Afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de ces eaux et pour une meilleure maîtrise de la pollution, il serait judicieux d'entreprendre les démarches suivantes :

- ✓ traiter et contrôler tous les points d'eau abandonnés et qui présentent des anomalies d'équipement,
- ✓ Sensibiliser les populations et les inciter à traiter l'eau avant consommation,
- ✓ Mettre en place un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.
- ✓ Procéder au suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau à long terme;
- ✓ Procéder au suivi de la structuration de la communauté bactériologique peuplant ces plans d'eau.
- ✓ D'augmenter le nombre de prélèvement à fin d'administrée les résultats sur le plan statistique.

- **AMINOT A. , CHAUSSPIED M., (1983).**Manuel des analyses chimiques en milieu marin. NEXO, Brest, pp395.
- **BENSLIMANE N et KASMI N., (2001).**Contribution a l'étude de la qualité hygiénique et l'évaluation du risque bactériologique dans la restauration Collective universitaire à Tlemcen, université de Tlemcen.
- **BENNASSER L., FEKHAOUI J., MARLIN G, (1996).**influence o tidon water qualite Of lower Sebou pollue by charbplan wastes (Maroc).
- **BOEGLIN J.,(2008) .**contrôle des eaux douce et de consommation humain. Techniques d'ingénieure pp 26-40.
- **BOURRELLY P., (1985).** Les algues d'eau douce .VoIII.Les algues bleues et rouges. Bouée .Edit, Paris. Pp 93.
- **Boudraa W, Merzoug S-E, Djamaa F, Benghatti S, 2011.** Contribution a l'étude de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau des plages de la ville d'Annaba. Mémoire de Master en science de la nature et de la vie. Université 8 mai 1945, Guelma,Algérie, Pp01.
- **BROSSARD H., et LEYRAL G., et TERRY O.,(1997).** Activités Technologiques en Microbiologies Edit, centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine. pp 93-100,102.
- **CHAPMAN.P-J et FUKASAWA.K.,(2007).** The microbial stasis naturel waters in Mildermes aéra. Journal of environnement management.
- **CHAMPIA D et LARPENT J-p, (1994).**, Biologie des eaux, Edit massona, Paris, pp 373.
- **CHAIBI.R.,(2004).**Caractéristiques physico-chimiques et évaluation du niveau trophique d'un écosystème lagunaire (la lagune el mellah).Thèse de magistère en écologie animale, université de Annaba : pp 99.
- **CHRISTOPHE L.** Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice Biologique Diatomées .NF T 90-354.
- **COLERN, J.E.(1999).**The relative importunant of lights and nutriment limitation of growth :A simple index of costal écosystème sensitivity to nutrient enrichment. Aquatic Ecology pp33
- **DAGNELIE.,(2000).** Statistiques théorique et appliquées. Brucelles Université de BOECK et LARCIER .pp659 .

- **DNILOV, R.A and N.G.A.Ekelund(2001).**Effect of Cu_2^+ , Ni_2^+ , PB_2^+ , Zn_2^+ and pentachlorophenol on photosynthesis and motility in *Chlamydomonas reinhardtii* in hotter exposure experiments. BMC Ecology pp1.
- **DEGREMENT, (1989).**Mémento technique de l'eau. T1. Edit. du cinquantenaire. France. pp22-126,581.
- **DESJARDINS R., (1990).** Le traitement des eaux .Edit 2.Canada.pp58.
- **EYSENS.D-B,OHAYON , MUSEILLI.M (2006).**dhecaland biological characteriste Of dewand rain water in au urbain coastat aera (Bordeaux,France) Atomaspheric environment.
- **GAID A, 1984.**Epuration biologique des eaux usées urbaines, Edit centre de ben Aknoun Algies, pp23, 58.
- **GUIRAUD J-P.(1998),** Microbiologie alimentaire, Edit Dunod, pp 369-378
- **GUIRAND J et ROSEC J., (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire.Editition Dunod.pp.298.
- **HASLAY C et LECERC H., (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation Édité. Tec et Doc Lavoisier, pp25, 40,372, 375.
- **LARPENT J et GOURGAUD L., (1985)** .Manuel pratique de microbiologie, Edit Hermann, paris.pp35-40.
- **LEHMAN, J.T.B., Ali Nsher.Todd ; Nriagu.Jerome O. (2003).**Copper inhibition of Phytoplankton in Saginaw, Lake Huron. Canadian journal of fisheries and aquatic sciences pp61.
- **LEHZIEL A et BENSALAH N (2007).**Le phytoplancton d'un plan d'eau douce; Approche qualitative et quantitative (cas du Barrage de Tadjmout) Thèse d'ingénieur d'état en biologie, université de Laghouat pp52-54
- **LEYRAL G et JOFFIN J., (1998).**Microbiologie Technique, Edit centre régional de documentation pédagogiques d'aquitaine, pp141-151.
- **LITCHMAN, E.(2000).**Growth rates of phytoplankton under fluctuating light.freshwater.
- **LOUP J., (1974).** Les eaux terrestres. Édité. Tec et Doc pp12, 33. Biology pp223.
- **Journal officiel de la république algérienne N° 35, 27mai 1998, 17,24 p.**
- **MARCHALE.N, J.L.BOURDON, RICHARD.D(1991).** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries Edit Doin, paris pp 113, 117, 242,63.

- **MARGULIS L ., et SCHWARTZ K .(1998).**Five Kingdoms .An Illustrated Guide to the Phyla of life on Earth .W.H.Freeman, New York,pp448.
- **MENARD F., (2003).**, Cours d'eau et l'indices biologique. Edition de dijon. Paris.
- **MICHEL R ., (1987).**Atlas du phytoplancton marin « DIATOMOPHYCEES ». Volume II Muséum National d'Histoire Naturelle.
- **PAN,Y.,RAO,D.V.SUBDA (1997).** Impact of domestic sewage effluent effluent on phytoplankton from Bedford.Easter Canada. Marine pollution bulletin pp346.
- **GHIZELLAOUI S, (2007).**évaluation and évolution of the qualité the Mather ressources in the distribution.
- **RAMADE F , 2002,**Dictionnaire encyclopédique Edit Dunod,Paris, pp622,779.
- **RAYNOLDS, C.A.(1984).** The ecology of freshwater phytoplankton .Cambridge University Press.
- **REJESK F , (2002).**Analyse de l'eaux , Edit ,centre régional de documentation pédagogiques d'aquitaine, pp15, 19, 20,47.
- **RODIES J. BAZIN C. BROUTIN P. CHAMBON P. CHAMPSAUR H .RODI P.(1996).** Analyse des eaux : naturelle, résiduares et de mer Edit.Duond,57-59, 64,66-67,776-777.
- **ROUX M .,(1987).** Analyse biologique de l'eau. Édit. Office internationale l'eau, 229p.
- **SOURNIA A .,(1978)** .Phytoplankton Manul . Manographs on oceanographic methodology. N°,6,.UNESCO. Paris p337
- **STAUDART, 1996:** Methods of the examination of water and waste water.
- **VILAGINES R ., (2003),** Eau environnement et santé publique, Edit Tec. et Doc., 2édition, pp5-18,56-61.Lavoisier.
- **VAN DEN HOEK C., MANN D. G., JAHNS H.M.(1995).** Algae : an intrpduction to Phycology.*Cambridge University Press, Cambridge.*623pp.
- **WALSH, G.E(1983).** Cell death and inhibition of population growth of marine unicellular algae By pesticides .Toxicology. pp3.
- **WOOD, E.J.F. (1958),** The signification of marine microbiology. Bacteriological Review, pp22.
- **YANGH-J ,SHEN.Z ,ZAHANG.J-P(2007).**wather quantité chrateris along the cours of the Huangpu rivé (chine).

RESUME

La présente étude porte sur la détermination des caractéristiques physicochimiques et bactériologiques des dix stations d'eau à différentes profondeurs (forage, puits, eaux libres et sources) dans la wilaya de Laghouat durant la période d'étude s'étalant de février jusqu'au mai 2019.

Les résultats des mesures des paramètres physicochimiques de l'eau montrent des variations significatives d'un site à l'autre surtout en ce qui concerne les sels minéraux. En revanche la variation de la température et du pH ne présente pas des amplitudes critiques entre les six stations échantillonnées.

L'analyse bactériologique montre que la qualité bactériologique des eaux analysées est acceptable pour les eaux de forage à cause de l'absence de germes pathogènes (coliformes totaux, coliformes fécaux, salmonelles), suspecte pour les puits et douteuse pour les eaux libres (oueds).

Mots clés: Eau, Laghouat, Qualité, Physico-chimique, Bactériologique

ABSTRACT

The present study concerns determination of the physicochemical and bacteriological characteristics ten water stations at different depths (boreholes, wells, open water and springs) in Laghouat during this study period stretching from February to May 2019.

The results of measurements physicochemical parameters of water show significant variations from one site to another, especially as regards the mineral salts. On the other hand, the variation in temperature and pH does not have critical amplitudes between the six sampled stations.

The bacteriological analysis shows that bacteriological quality of the waters analyzed is acceptable for the drilling water because the absence of pathogenic germs (total coliforms, faecal coliforms, and salmonella), suspect for the wells and doubtful for the open water (wadis).

Keywords: Water, Laghouat, Quality, Physico-chemical, Bacteriological.

ملخص

تتعلق هذه الدراسة بتحديد الخواص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لعشر محطات مياه في مختلفة أعماق (الآبار الجوفية، الآبار، المياه السطحية والينابيع) في ولاية الأغواط خلال فترة الدراسة الممتدة من فبراير إلى مايو 2019.

تظهر نتائج المعايير الفيزيوكيميائية عينات من المياه، اختلافات كبيرة من مصدر إلى آخر، خاصة فيما يتعلق بالأملاح المعدنية. ومن ناحية أخرى، لا يجد التباين في درجة الحرارة ودرجة الحموضة في المحطات تم أخذ عينات منها.

يظهر التحليل البكتريولوجي أن الجودة البكتريولوجية للمياه التي تم تحليلها مقبولة بالنسبة لمياه الجوفية بسبب عدم وجود جراثيم مسببة للأمراض (بكتيريا القولون البرازية، العقديات البرازية، السالمونيلا)، المشتبه في وجودها بالآبار و المياه المفتوحة (الوديان).

كلمات المفتاحية: الماء، الأغواط، الجودة، الفيزيوكيميائية، البكتريولوجية.