

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Ecologie fondamentale et appliquée

Présenté par :

Beneddine Amel

Mechraoui Ouarda Aouali Djihane

Thème

Etude de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux de
source de la wilaya de Tiaret.

Soutenu publiquement le

Jury:

Président: Mr FETOUHI B

Encadrant: Mme OMAR Y

Examineur : Mme ABDERRABI K

Grade

MCB

MCA

MCB

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

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

Ensuite, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Madame Omar Yamina**, nous la remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont également aux membres **du jury Madame Abderrabi, Monsieur Fetouhi** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et pour le temps qu'ils ont consacré et les précieuses informations qu'ils nous ont prodigués avec intérêt et compréhension

Nous exprimons nos respectueux remerciements à **Monsieur Ben aissa** responsable de laboratoire de l'ADE de nous avoir accueillis dans son laboratoire, ainsi qu'à l'équipe technique pour la réalisation des analyses d'eaux et à toute l'équipe de laboratoire.

Enfin, nous réservons un vif remerciement à tous nos amis et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, et de réfléchir, la force d'y Croire, la patience d'aller jusqu'au bout du revêt, le bonheur de lever mes mains vers Le ciel et de dire « grâce à dieu ».

Avec toute ma reconnaissance je dédie ce modeste travail :

-A mon cher père « ELLAH yerahmo » et j'espère qu'il soit fière de ce que j'ai réalisée.

-A ma chère mère Bekkouche Bakhta Nulle

dédicace n'est susceptible d'exprimer mes profondes affections et mes immenses gratitudes pour tous les sacrifices qu'elle m'a consentis pour mon éducation et mes études .Puisse dieu la prêter bonne santé et longue vie afin que je puisse ; à mon tour; la combler.

-A mes très chers frères Djilali, Mohamed, Sid Ahmed, Nacer, Ibrahim, Kader.

Et mes adorables sœurs Soraya, Amina, Aicha, Ibtissem, Sofia, Ibtihel, Fatima

On leurs espérant une vie pleine de joie et de bonheur.

-A mes chers amis Ouarda, Hanaa, Kenza, Rachida, Khadidja, Mostafa, Mhammed.

-A toute la famille Djeldjel, Mechraoui, Zeggai.

Je dédie ce travail que j'espère conserver à jamais pour le bon souvenir et le lieu qui nous a réuni :

-A mon binôme ouarda qui a partagé avec moi, les bons et les durs moments.

*-A tous les membres de ma famille **BENEDDINE**, je dédie ce travail et à tous ceux qui ont participé à ma réussite.*

*Tout et toute personne qui à rencontrer et aimer **AMEL** un jour*

-Enfin, à celui qui lira ce document un jour.

AMEL

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, et de réfléchir, la force d'y Croire, la patience d'aller jusqu'au bout du revêt, le bonheur de lever mes mains vers Le ciel et de dire « grâce à dieu ».

Avec toute ma reconnaissance je dédie ce modeste travail :

*-A Mes parents : source de vie, aucun hommage ne
pourrait être à la hauteur de L'amour dont ils ne cessent
de me comble. Que dieu leur procure bonne santé et
longue vie.*

-A mes chères sœurs Zohra et Zineb et leur mari Hamid et Farouk, Que Dieu gardé pour moi.

- A mon seul frère Bachir je vous souhaite aussi tout le bonheur du monde.

-A ma nièce Mimouna Que Dieu gardé pour moi.

-A tous ceux que je porte dans mon cœur.

*- A ma binômes Amel ainsi que tout sa famille **BENEDDINE**, je leurs souhaite tout le bonheur du monde et une bonne réussite dans sa vie.*

*-A la promo **2016/2021***

-A toutes les personnes qui m'encouragent et me souhaitent de la réussite dans ma vie : mes tantes, mes oncles, mes cousine, mes cousin et mes amies.

*-Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis **merci**.*

OUARDA

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie 1: Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur l'eau

1.1. Définition de l'eau.....

1.2. Propriété de l'eau

1.3. Cycle hydrologique

1.4. Importance de l'eau.....

1.4.1. Eau dans l'alimentation.....

1.4.2. Eau dans l'organisme humaine

1.4.3. Eau dans l'agriculture.....

1.4.4. Eau dans l'industrie.....

1.4.5. Eau dans les aliments

1.5. Eau et le climat

1.5.1. Eau et les changements climatiques en Algérie

1.5.2. Impact des changements climatiques sur les nappes phréatiques

1.6. Eaux souterraines

1.7. Eaux de surfaces

1.8. Eaux de sources

1.8.1. Définition de source

1.8.2. Classification des sources.....

1.9. Usage mondiale de l'eau

1.9.1. Prélèvement total.....

1.9.2. Prélèvement domestique

1.9.3. Prélèvement industriel.....

1.9.4. Prélèvement agricole

1.10. Situation de l'eau dans le monde

1. 11. Situation de l'eau en Algérie	
1. 11.1. Eau en Algérie du nord.....	
1. 11.2. Eau dans le sud Algérien	
1. 12. Protection des ressources d'eau en Algérie.....	
1.13. Eau potable.....	
1. 13.1. Caractéristiques de potabilité	
1. 13.1.1. Paramètres organoleptiques.....	
1. 13.1.1.1. Couleur	
1. 13.1.1.2. Odeur	
1. 13.1.1.3. Goût et saveur.....	
1. 13.1.2. Paramètres physico-chimiques.....	
1. 13.1.2.1. pH.....	
1. 13.1.2.2. Température	
1. 13.1.2.3. Conductivité	
1. 13.1.2.4. Turbidité	
1. 13.1.3. Ions majeurs	
1. 13.1.4. Autres éléments dissous	
1. 13.1.4.1. Fer.....	
1. 13.1.4.2. Fluor	
1.13.1.4.3. Aluminium	
1. 13.1.5. Analyse bactériologique de l'eau	
1. 13.1.5.1. Les B.H.A.A. (Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies)	
1.13.1.5.2. Coliformes totaux	
1.13.1.5.3. Colonies atypiques	
1. 13.1.5.4. Entérocoques (streptocoques fécaux).....	
1.14. Maladies à transmissions hydrique	
1. 14.1. Epidémie de choléra.....	
1. 14.2. Fièvres typhoïde et infections virales.....	

Partie expérimentale
Chapitre 1 : présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique	
1. 2. Hydrogéologie	
1. 3. Topographique	
1. 4. Climat.....	
1. 4.1. Pluviométrie	
1. 4.2. Température	
1. 4.3. Facteurs climatiques annexes	
1.4.3.1. Humidité	
1. 4.3.2. Vent	
1. 4.4. Synthèse climatique.....	
1. 4.4.1. Diagramme Ombrothermique	
1. 4.4.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	
1. 5. Végétation	

Chapitre 2 Mise en place du protocole expérimental

2.1. Choix des sites.....	
2. 2. Prélèvement des échantillons	
2. 2.1. Prélèvement d'échantillons des analyses physico-chimiques	
2. 2.2. Prélèvement d'échantillons d'analyses bactériologiques	
2.2.3. Transport des échantillons.....	
2. 3. Analyse de l'eau	
2. 3.1. Paramètres physiques	
2.3.1.1. Mesure du pH	
2. 3.1.2. Mesure de la température	
2. 3.1.3. Mesure de la conductivité électrique.....	
2. 3.1.4. Mesure de la turbidité.....	
2. 3.2. Paramètres chimiques	
2. 3.2.1. Dosage des nitrites (NO ₂ ⁻)	

2. 3.2.2. Dosage des nitrates (NO_3^-).....	.....
2. 3.2.3. Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}).....	.....
2. 3.2.4. Détermination des phosphates (PO_4^{3-}).....	.....
2. 3.2.5. Dosage de l'ammonium .....	.....
2. 3.2.6. Détermination des chlorures (Cl}^-).....	.....
2. 3.2.7. Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-) .....	.....
2. 3.2.8. Détermination du Titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale .....	.....
2. 3.2.9. Détermination du calcium .....	.....
2. 3.2.10. Détermination du Magnésium .....	.....
2. 3.2.11. Détermination de la matière organique .....	.....
2. 3.3. Analyse bactériologiques .....	.....
2.3.3.1. Coliformes totaux .....	.....
2.3.3.2. Escherichia Coli .....	.....
2.3.3.3. Streptocoques fécaux .....	.....
2.3.3.4. Clostridium Sulfito- Réducteur .....	.....

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3.1. Résultats physiques .....	.....
3. 1.1. pH .....	.....
3. 1.2. Température .....	.....
3. 1.3. Conductivité .....	.....
3. 1.4. Turbidité .....	.....
3. 2. Résultats chimiques.....	.....
3. 2.1. Dureté totale .....	.....
3. 2.2. Chlorure .....	.....
3. 2.3. Calcium .....	.....
3. 2.4. Magnésium (Mg^{2+}) .....	.....
3. 2.5. Matières organiques .....	.....
3. 2.6. Bicarbonate HCO_3^- .....	.....
3. 2.7. Nitrite, Phosphate et Ammonium .....	.....

3. 2.8. Sulfate
3. 2.9. Nitrate.....
3. 3. Résultat bactériologique
3. 3.1. Coliformes totaux
3. 3.2. Bactéries sulfite-réductrice.....
3. 3.3. Coliformes fécaux : (ex Escherichia Coli (E. Coli))
3. 3.4. Streptocoques fécaux (entérocoques)

Conclusion générale

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

AEP : Alimentation en eau potable

AWWA : American Water Works, Association

BEA : Bile Bsculine Agar

C.F.T : Conservation des forets de la wilaya de tiaret.

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

JORA : Journal officiel de la République Algérienne

MTH : Maladies à transmission hydrique

PAN : Précipitation annuelle

SAT : Surface Agricole Totale

SAU : Surface Agricole Utile

SASS : système aquifère du Sahara septentrional

TTT : Triphylle Tetrazo De Chlorure

UC : Unité de couleur

UFC : Unité Formant Colonie

UTN : Unité de Turbidité Néphélométries

VS : Viande Foie

NET : Noir Erichrome **t**

EDTA : Ethylène Diaminetétracétate Acide

Liste des figures

Figure 01. Structure de la molécule d'eau	3
Figure 02. Cycle hydrologique dans la nature.....	4
Figure 03. L'eau souterraine	9
Figure 04. Eau de surface	9
Figure 05. Eau de source	11
Figure 06. Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies.....	18
Figure 07. Les coliformes totaux	18
Figure 08. Les colonies atypiques	19
Figure 09. Coliforme fécaux	19
Figure 10. Carte géographique de la wilaya de Tiaret	21
Figure 11. Réseau hydrographique de la wilaya de Tiaret (DHW, 2016).....	22
Figure 12. Les précipitations interannuelles (mm) de la région de Tiaret entre 1998 et 2014..	23
Figure 13. Les températures moyennes interannuelles (°C) de la région de Tiaret entre 1998 et 2014.....	24
Figure 14. Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour la région de Tiaret	26
Figure 15. Diagramme d'EMBERGER.....	27
Figure 16. Appareil multi paramètre HACH SL1000	30
Figure 17. Turbidimètre HACH SL1000	31
Figure 18. Spectrophotomètre DR/2000 de marque " HACH.....	33
Figure 19. Méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures.....	35
Figure 20. Rampe de filtration pour l'analyse bactériologique.....	40
Figure 21. Les valeurs de pH des sources échantillonnées.	44
Figure 22. Les valeurs des températures (°C) des sources échantillonnées	45
Figure 23. Les valeurs de conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des sources échantillonnées	46
Figure 24. Les valeurs de Turbidité (NTU) des sources échantillonnées	47
Figure 25. Les valeurs de dureté (mg/l) des sources échantillonnées	48
Figure 26. Les valeurs de chlorure (mg/l) des sources échantillonnées	49
Figure 27. Les valeurs de calcium (mg/l) des sources échantillonnées.....	50

Figure 28. Les valeurs de magnésium (mg/l) des sources échantillonnées.....	51
Figure 29. Les valeurs des matières organiques (mg/l) des sources échantillonnées.....	51
Figure 30. Les valeurs de bicarbonate (mg/l) des sources échantillonnées.....	52
Figure 31. Les valeurs de sulfate (mg/l) des sources échantillonnées.....	54
Figure 32. Les valeurs de nitrate des sources échantillonnées	55
Figure 33. Les valeurs des coliformes totaux des sources échantillonnées.....	56

Liste des tableaux

Tableau 01. Principaux différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines	10
Tableau 02. Humidité moyenne durant 2003-2014.....	25
Tableau 03. Vitesse moyenne du vent durant 2003-2014	25
Tableau 04. Résultats physiques des différents échantillons	43
Tableau 05. Résultats des paramètres (Nitrate, Phosphate et Ammonium) des différents échantillons.....	53
Tableau 06. Résultats des paramètres bactériologiques des différents échantillons.....	56

Introduction générale

L'eau est le principal constituant des êtres vivants et l'élément indispensable à toute forme de vie. Sa disponibilité ainsi que son abondance jouent un rôle fondamental dans le développement et l'évolution des sociétés. Bien que l'eau soit la substance la plus présente de la terre, elle n'est constituée qu'à hauteur de 2,53% d'eau douce, le reste étant de l'eau de mer. Les 2/3 de cette eau douce sont en outre immobilisés dans les glaciers et les neiges (Burton et Pitt, 2002).

Dans la nature, l'eau « pure » n'existe pas. L'eau est si bon solvant, que même dans les régions les moins polluées, elle contient plusieurs polluants ; l'introduction des divers rejets traités ou non dans le milieu récepteur provoque la pollution de l'eau. Les toxicologues restent aujourd'hui loin de pouvoir prédire pour la majorité des polluants, à une concentration donnée quels seront les effets observés après un certain temps de séjour dans le milieu (Burton et Pitt, 2002).

L'eau douce constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisante contribue au maintien de la santé (OMS, 2003). L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable en Algérie provient soit de sources souterraines, soit d'eaux de surface.

L'eau de source est une eau au goût nature qui provient naturellement de la terre, ou le point où cette eau jaillit. Mais les sources peuvent alimenter des mares, des lacs, s'écouler directement en mer, ou produire une eau qui disparaît à nouveau dans le sol. Il existe différentes approches permettant de classer les sources (Ballouki, 2012). Elle peut généralement se boire au quotidien mais n'est pas forcément exempte de pollution (Remini, 2007).

La consommation d'une eau potable est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau. Elle doit donc bénéficier d'une attention particulière. En effet, une eau destinée la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme, nuire à la santé des individus (John et Donald, 2010).

L'appréciation de la qualité des eaux de source se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques, indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau.

La région de Tiaret est riche en couvert hydraulique. D'après DHWT (2017), les nappes aquifères reconnues à travers le territoire de la Wilaya recèlent d'importantes ressources hydriques dont 53% sont utilisées au profit de l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et l'alimentation des unités industrielles.

C'est dans ce cadre que cette étude a été entreprise dans le but de réaliser un diagnostic de la qualité de l'eau des sources dans la wilaya de Tiaret, par l'analyse physico-chimique et bactériologique et leur comparaison vis-à-vis des normes réglementaires algériennes et celles de l'OMS.

Ainsi, des prélèvements d'eau ont été effectués au niveau de 06 sources. Ces sites ont été choisis à cause de leur forte fréquence par la population, en effet, elles sont les plus convoitées par la population locale au quotidien. Ces eaux, qui constituent une ressource importante, engendrent cependant des nuisances dans les milieux naturels et des risques sanitaires pour les populations qui sont en contact permanent ou consommant ces eaux sans traitement préalable. Localisées, généralement dans des zones agricoles où le risque de pollution est élevé.

Les eaux de ces sources sont consommées sans traitement préalable, pour cela nous avons visé ces sources. Les prélèvements ont été faits le 14/04/2021.

Ce mémoire est subdivisé en deux parties

Dans la première partie de ce travail, Nous présentons l'étude bibliographique. Elle englobe un chapitre sur l'eau et ses propriétés.

La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale. Divisée en deux chapitres. Un chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude.

Les techniques et les protocoles expérimentaux utilisés ainsi que la technique d'analyse sont présentés dans le deuxième chapitre

Le dernier chapitre contient l'essentiel des résultats obtenus et leur interprétation.

Enfin nous terminons par une conclusion générale qui synthétisera les principaux résultats.

Chapitre 01 : Généralités sur l'eau

1. Définition de l'eau

L'eau, appelé aussi OR BLEU, c'est le composé le plus abondant sur la surface de la terre (Eisemberg, 1969), il recouvre 72 % de la surface du globe. C'est ainsi qu'on surnomme la Terre la planète bleue, il est quasiment un élément physiologique du fonctionnement de la planète (Wever, 2021).

Dans les conditions normales, c'est un liquide, composé de molécules faites d'un atome d'oxygène, et deux atomes d'hydrogènes. Sa formule chimique est H_2O , de masse moléculaire est de 18 g (Durand et favra, 1972).

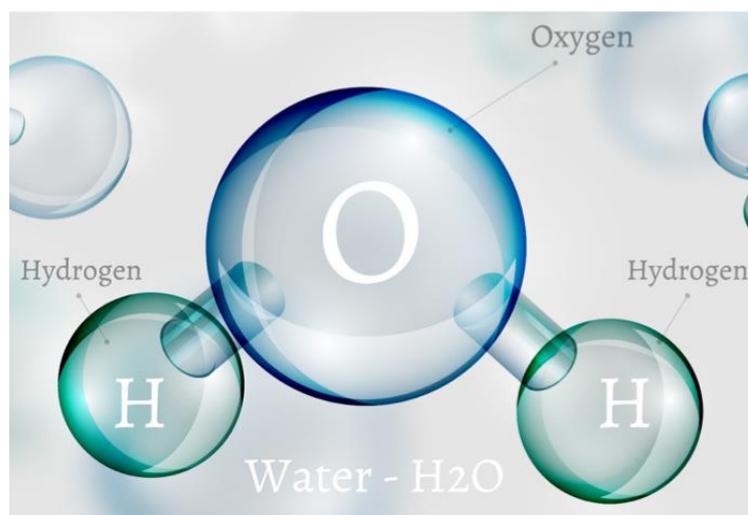


Figure 01 : Structure de la molécule d'eau (www.encryptedtbn0.gstatic.com, consulté le 11/06/2021)

2. Propriété de l'eau

L'eau, appelée aussi la molécule de la vie, possède des propriétés physique et chimique unique : on peut la faire geler, fondre, évaporer ou chauffer et la mélanger. Elle peut se trouver sous trois états : liquide, solide et gazeux (Chistophe, 2014) au dépend des conditions de température et pression. Elle est liquide dans les conditions ambiantes (20°C) a pression ambiante (1 bar), elle devient gazeuse à 100°C et solide à 0°C (Limas, 1985).

Cette molécule est considérée comme un excellent solvant : capable de dissoudre un très grand nombre de corps (salinité de l'eau de mer, dissolution de sucre dans le café, etc.).

L'eau est un bon isolant quand elle est pure est un excellent conducteur quand elle contient des sels en solution (Emmanuel, 2007).

3. Cycle hydrologique

L'eau est un élément fondamental de la vie, représentant un volume total de 13 500 millions de km³ dans la biosphère, ce volume est constant depuis 3 milliards d'années. La notion de cycle hydrologique englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement de ces transformations successives de l'eau en différents états : évaporation, précipitation, écoulement souterrains et de surface (Musy, 1998).

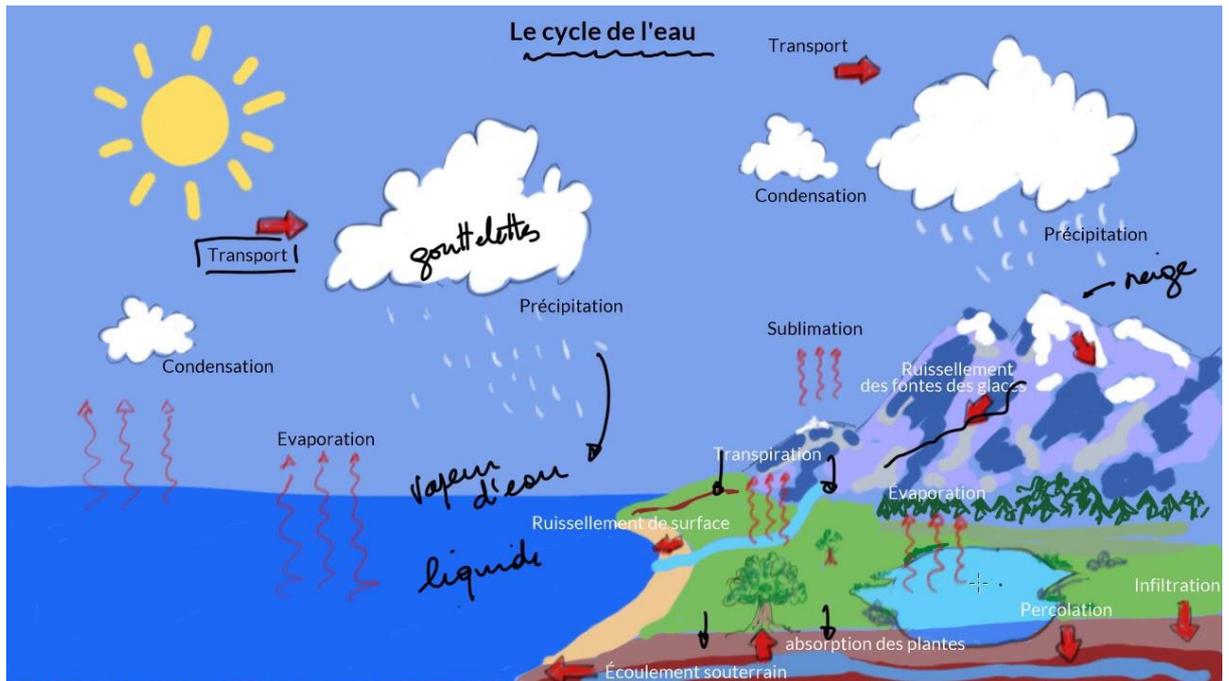


Figure 02: le cycle hydrologique dans la nature (www.KhanAcademyFrancophone.com, consulté le 24 juin 2021).

On retiendra les phénomènes suivants (Fig. 02) :

Evaporation : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.

Condensation : Au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau, ces minuscules gouttelettes qui sont poussée par les vents se rassemblent en gouttes de pluies.

Précipitations : Les gouttes issues de la condensation se transforment en nuage qui par gravité et dépression, déversent leurs contenus sur la terre sous forme de neige, grêle ou Pluie.

Ruissellement: La plus grande partie d'eau part directement dans les océans, le reste forme des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources pour aller grossir les rivières qui à leur tour alimentent les océans (Debbak, 2012).

4. Importance de l'eau

L'eau est le sang de la terre, le support de toute la vie. C'est une nécessité absolue au fonctionnement du vivant : elle transporte l'oxygène et les nutriments pour les cellules. Elle assure la respiration aérobie et l'activité enzymatique, contribué fortement à la régulation de la température corporelle (Schumacher, 1985 ; Guerd et Mesghouni, 2007 ; Pascal et Emiric, 2010 ; Christophe, 2014 ; Futura_science, 2016 ; Manseur et Djaballah, 2017).

Selon la banque mondiale (Word ressources, 1996) 38 00 Km d'eau douce sont consommés par an dans le monde, près de 70 % des prélèvements d'eau effectués sont destinés à l'agriculture vivrière ou d'exportation pour le marché mondial, cette exploitation conséquente s'explique par l'élevage et l'irrigation massive (Carroued et Collet, 1992 ; Moussa, 2002)

Il n'existe pas d'agriculture sans eau. Toutes les plantes absorbent l'eau, c'est une nécessité pour leur croissance, elle est indispensable pour transporter les éléments minéraux puisés dans le sol, aussi la matière élaborée dans ses différentes partie, Transpirer et respirer (FAO, 2004 ; Manseur et Djaballah, 2016 ; zekri et Mansouri, 2020).

De multitude études ont démontré que l'eau a été toujours comme faisant partie des énergies renouvelables et aussi un éléments fondamental du développement économique durable (Liu et al., 2017).

5. Eau et le climat

L'eau, à travers le cycle hydrologique, joue un rôle prépondérant dans le climat. La quantité d'eau emmagasinée sur terre est principalement stockée dans les océans, alors que la quantité d'eau présente dans l'atmosphère est 100 000 fois plus faible.

L'évaporation des surfaces continentales apporte les 2/3 de l'eau qui se précipite sur les continents ; le dernier tiers provient de l'advection (transport de l'eau évaporée des océans). L'eau des surfaces continentales joue par conséquent un rôle essentiel pour le climat (Laval, 2001).

Deux propriétés principales influant le climat :

- * absorption et libération de chaleurs au moment de l'évaporation et de la condensation
- * la réflexion, la diffusion, l'absorption et l'émission du rayon atmosphérique qui font que l'eau se comporte comme un gaz à effet de serre (Douville et al., 2006).

5.1. Eau et les changements climatiques en Algérie

Les changements climatiques ont depuis longtemps fait la curiosité des scientifiques. Selon les experts, à l'horizon 2020 l'Algérie connaîtra une réduction des précipitations de l'ordre de 5 à 13% et une augmentation des températures de 0,6 à 1 °C (Benhamiche *et al.*, 2014).

L'eau est une des matières premières les plus importantes, dont l'importance pour la consommation humaine, la production agroalimentaire, ainsi que l'écosystème n'est plus à démontrer, même les mécanismes de gestion de cette ressource, déterminent dans une large mesure la vulnérabilité de l'Algérie, ainsi que la fragilité aux changements climatiques, à travers plusieurs aspects (Nichane et Khelil, 2015).

- **La rareté des ressources** : l'Algérie se situe parmi les 17 pays Africains touchés par le stress hydrique

- **La demande en croissance permanente** : la demande en croissance permanente en eau potable, en eau agricole et en eau industrielle, générée par une démographie et un développement industriel sans cesse croissants

- **La diminution probable des écoulements des eaux** : les hauts plateaux et les régions sahariennes, qui occupent une grande partie du territoire national (93%), ne reçoivent que 10% de l'écoulement total

- **L'évaporation des eaux de surface** : d'où l'augmentation de la demande en eaux souterraines

- **La dégradation de l'infrastructure hydraulique** : vu l'absence fréquente du couvert végétal des bassins versants et la qualité médiocre de gestion des ouvrages provoque des pertes énormes d'eaux

5.2. Impact des changements climatiques sur les nappes phréatiques

La diminution des pluies due aux sécheresses qui sévissent depuis le début des années 70 a entraîné une baisse constante des réserves d'eau souterraine des principales nappes aquifères du nord du pays. L'aggravation des sécheresses conjuguée à la surexploitation des nappes phréatiques a entraîné la minéralisation des zones non saturées des nappes aquifères profondes (Nichane et Khelil, 2015).

6. Eaux de surfaces

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents (Fig. 03). Elles sont constituées par les eaux des ruisseaux, mers, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs et glaciers. On ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté (Degremont, 2005). Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (Cadot, 1990).

Caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- Turbidité élevée ;
- Les eaux transportent de grandes quantités de matières en suspension ;
- Contamination bactérienne faible ;
- la pollution causée par l'homme ou l'industrialisation y est pratiquement inexistante.



Figure 03: Eau de surface (www.cieau.com/connaitre-leau/l-tout-savoir/ consulté le : 20/06/202)

Le tableau 01 illustre les principaux paramètres qui caractérisent les eaux de surface et les eaux souterraines par plusieurs paramètres

Tableau 01 : Principaux différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (Bourrier et Selmi, 2011).

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle
Couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
Minéraux globaux	Variables en fonction des terrains, des précipitations	Sensiblement constante en générale nettement plus Elevés que dans les eaux de surface de la même région
Fe²⁺ et Mn²⁺	Généralement absents, sauf en profondeur des points d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présents
CO₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
O₂ dissous	La plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent la plupart du temps

H₂S	Généralement présent	Souvent présent
NH⁴⁺	Présent seulement dans Présent fréquemment les eaux polluées	Sans être un indice systématique De pollution bactérienne
Nitrate, Nitrite, Silice	Peu abondants en générale	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développées, mais Susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle Subsiste beaucoup plus longtemps
Élément vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (Animal et végétale)	Ferro-bactéries fréquents

7. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont les eaux du sous-sol qui constituent (Fig. 04) une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Elles sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car elles sont à l'abri des pollutions que les eaux de surface (Guergazi et Achour, 2005)

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ainsi:

- Turbidité faible : les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol ;
- Contamination bactérienne faible : le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries
- Température constante : les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère
- Sureté souvent élevée : les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg, Ca, etc.) responsables de la dureté.

Du point de vue hydrologique les couches aquifères se divisent en :

- **Nappe phréatiques ou alluviales** : Peu profondes et alimentées directement par la précipitation pluvieuse ou les écoulements d'eau douce.
- **Nappe captives** : Plus profondes que la première et séparées de la surface par une couche imperméable l'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures .

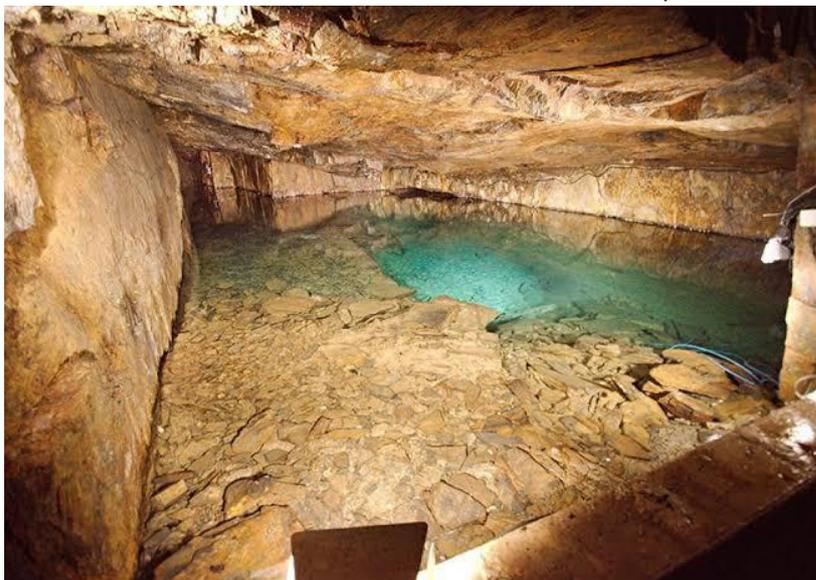


Figure 04 : L'eau souterraine (www.banquedesterritoires.fr/localtis-11-juin-2020/ Consulté le : 20/06/2021)

8. Eaux de sources

Les eaux des sources sont des eaux adaptées à la consommation humaine, microbiologiquement saines et protégées contre les risques de pollution. Les eaux des sources comme les eaux minérales proviennent d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à proximité des quelles l'eau est conditionnée (Ouali, 2001).

Elles ne peuvent faire l'objet d'un traitement ou adjonction autre que :

*La séparation des éléments instable et la sédimentation des matières en suspension par la décantation ou la filtration.

*L'incorporation de gaz carbonique (Ouali, 2001).

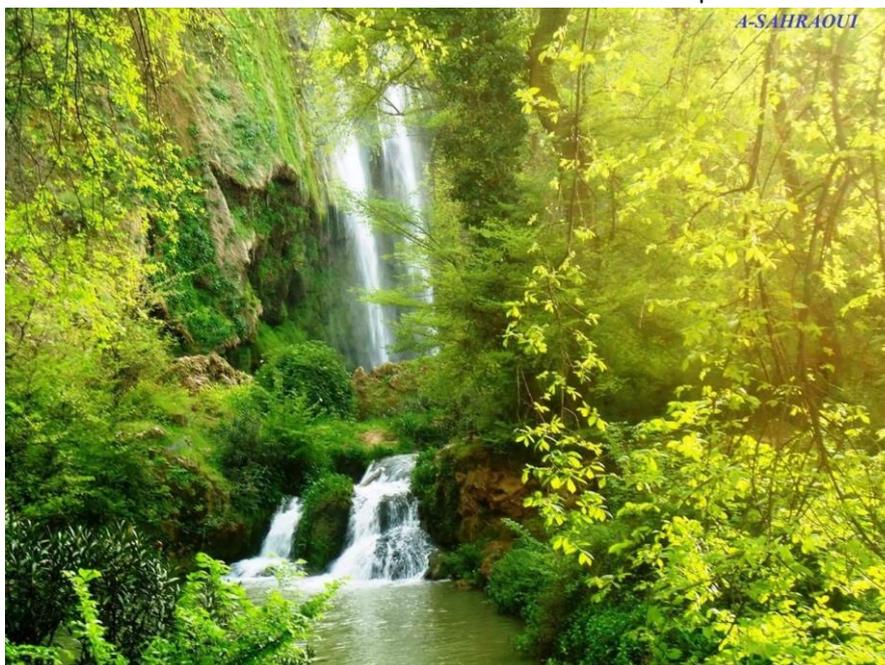


Figure 05: Eau de source (Sahraoui, www.pinterest.com/pin/ consulté le : 20/06/2021)

Une source est le lieu d'apparition et d'écoulement d'une eau souterraine à la surface du sol, à l'origine en général d'un cours d'eau de surface (Ballouki, 2012).

Une source est une eau qui sort naturellement de la terre, ou le point où cette eau jaillit. Mais les sources peuvent alimenter des mares, des lacs, s'écouler directement en mer, ou produire une eau qui disparaît à nouveau dans le sol. Il existe différentes approches permettant de classer les sources (Ballouki, 2012) :

Les sources sont classées suivant différents critères (Ballouki, 2012 ; Julien, 2017)

- L'hydrochimie permet de classer les sources selon leurs qualités ;
- L'hydrogéologie qui cherche à expliquer l'origine et le fonctionnement de la source ;
- Le thermalisme qui classe les sources selon leur température et l'usage qui peut en être tiré.

9. Situation de l'eau dans le monde

L'eau couvre environ 70% de la planète. C'est pour cela qu'on donne souvent à la terre le nom de planète bleue. Dans toute cette eau, 97,2% est de l'eau salée et seulement 2,8% est de l'eau douce (Harrois et Monin 1977 ; Donnees et Marsily 1995).

L'eau est très inégalement répartie sur notre planète, mais elle est devenue une denrée de moins en moins accessible dans plusieurs régions du monde et les réserves en eau continuent de baisser

depuis les 50 dernières années. La qualité de l'eau douce disponible est passée de 17000 m³/hab. En 1950 à 9700 m³ /hab en 1995 et devrait tomber à 5100 m³ /hab (Boualem, 2007).

En chiffres, cela donne selon UNESCO (2018) :

- 450 million de personnes dans 29 pays sont confrontées à des problèmes de pénurie d'eau régulière.
- 15000 personnes dont 6000 enfants meurent chaque jour de maladies liées au manque d'eau potable (10 personnes/minute dont 4 enfants)

De la part de L'ONU et selon plusieurs experts, le taux de la qualité moyenne d'eau douce disponibles devrait diminuer. il ont estimé en 2025 de 66 00 à 48 00 m /hab.

Cependant d'après les études prévisionnelles, la cause principale du problème n'est pas véritablement le manque d'eau au niveau globale (soit un volume de 125000 milliards m³), mais la croissance démographique galopante, surtout dans les pays qui sont déjà en stress hydrique.

10. Situation de l'eau en Algérie

L'accès durable aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Le changement climatique et la croissance urbaine et démographique attendus dans la région, risquent d'aggraver la situation de stress hydrique.

En Algérie, la potentialité des ressources en eau conventionnelles (Boualem, 2007)

72 Barrages (Capacité totale 7,4 Milliards m³

718 retenues collinaires (Capacité 89,7 hm³)

Nappes souterraines (Capacité exploitée 7 Milliards m³) e

25 Stations de dessalement d'eau de Mer (Capacité 913 hm³/an).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de stress hydrique : croissance démographique, évolution de la demande en eau, dérèglement climatique Etc. (Djaffar Sabrina Enp 2015).

Selon Bougueroua (2021) la consommation d'eau potable a augmenté en Algérie de 10% durant le confinement depuis le début de la crise dans le cadre de la lutte contre la propagation de l'épidémie de Covid-19.

En 2002, l'Algérie dispose de 52 grands barrages, d'une capacité de 5,2 milliards de m³. Le reste (7.3 10⁹ m³) se déverse directement dans la mer. Mais le problème de l'eau est aggravé ces dernières années par une sécheresse qui a touché l'ensemble du territoire de notre pays, et qui à montrer combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau (Boualem, 2007).

Les ressources en eau, dans le sud de l'Algérie, sont localisé dans deux grands systèmes aquifères : la nappe du continental intercalaire qui est un grand réservoir d'eau fossile qui s'étend sur tout la Sahara septentrional, et la nappe du complexe terminal qui est un aquifère peu profond (Boualem, 2007).

11. La protection des ressources d'eau en Algérie

L'Algérie a adopté plusieurs politiques concernant la protection des ressources en eau, généralement elles sont matérialisées par le code des eaux mais aussi par le code de la protection de l'environnement et le code de la santé publique. Il en ressort quelque principaux textes législatifs concernant le secteur de l'eau en Algérie, prévoient la protection des ressources en eau :

- Loi n° 83-17 du 16 Juillet 1983 portant code des eaux

Elle comporte La protection des ressources en eau est assurée par des périmètres de protections qualitatives et quantitatives.

- La loi n° 05-12 du 4 août 2005 relatifs à l'eau

Elle a pour objet de fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale (J.O.R.A, 2011).

12. L'eau potable

L'eau potable est une eau qui est adaptée et destinée à la consommation humaine. Elle ne doit pas contenir de micro-organismes à l'origine de maladies à transmission hydrique, de substances toxiques, ni de quantités excessives de matière organique et minérale. Elle doit par ailleurs être limpide incolore et ne possédant aucune saveur ou odeur désagréable. Comme elle représente l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologique, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine. La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources (coulibaly, 2005).

12.1. Caractéristiques de potabilité

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes : les qualités organoleptiques (odeur, la couleur, la saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor) et toxiques

(chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau, même les paramètres physico-chimiques (pH, calcium, Magnésium...) (Azizi, 2014).

Ces critères, décidés selon le principe de précaution maximale qui permet de protéger les personnes dont la santé est la plus fragile. Pour cette raison l'OMS a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson (Azizi, 2014)

12.1.1. Paramètres organoleptiques

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, odeur) constituent souvent Les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé (Couillard et *al.*, 1992).

12.1.1.1. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité.

Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/l de platine cobalt (Couillard et *al.*, 1992).

12.1.1.2. Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition.

L'odeur peut être définie comme :

« L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances présentent dans l'eau » (Couillard et *al.*, 1992).

12.1.1.3. Goût et saveur

Chaque eau en bouteille possède sa composition intrinsèque en minéraux grâce à son parcours hydrogéologique souterrain. ... C'est ce qui confère à chaque eau, un goût unique et spécifique.

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche (Couillard, et *al* 1992).

12.1.2. Paramètres physico-chimiques

12.1.2.1. pH

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 le 7 étant pH de neutralité.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie (Bencherrada, 1992)

12.1.2.2. Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température. De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure possèdent généralement un thermomètre intégré (Bencherrada, 1992).

12.1.2.3. Conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau ; elle est plus importante lorsque la température augmente (Belchiti et Chahlaoui, 2013)

12.1.2.4. Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques).

Une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre (Bencherrada, 1992).

12.1.3. Ions majeurs

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations : calcium, magnésium, sodium et potassium, et les anions : chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate.

12.1.3. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique de l'eau identifiera le taux de contamination par les bactéries et qui la rende impropre à la consommation. L'identification des coliformes fécaux, des entérocoques, des B.H.A.A, et des colonies atypiques suit une méthode scientifique en laboratoire, à partir d'un échantillon de cette eau (Belghitim, et Chahlaoui, 2013)

12.1.3.1. Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies

Représentent le décompte total des germes présents dans l'eau. Un dénombrement plus grand que 500 UFC par millilitre rendent l'eau impropre à la consommation. Heureusement, la grande majorité des B.H.A.A (Fig.06). Retrouvées dans l'eau potable sont non pathogènes. Cependant, quelques-unes le sont, et elles peuvent causer des infections aux personnes dont le système immunitaire est affaibli (Wurtz, 1946).



Figure 06 : Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (/www.rtflash.fr, consulté le : 20/06/2021)

12.1.3.2. Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains. Les coliformes totaux (Fig. 07) n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles (Chelli et *al.*, 2013)

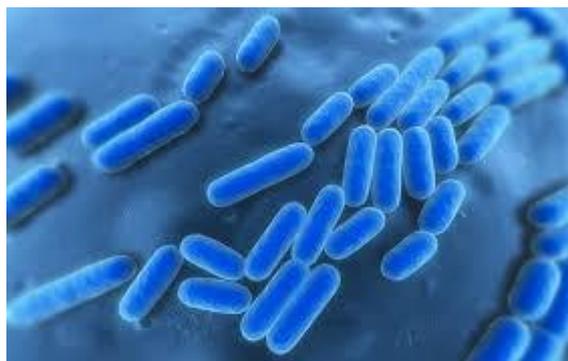


Figure 07 : Les coliformes totaux

(www.google.com/search?q=(agrokal.ma)&client=firefox-b, consulté le : 20/06/2021)

12.1.3.3. Les colonies atypiques

Les colonies atypiques sont des colonies bactériennes qui font partie de B.H.A.A mais leur présence dans l'eau potable n'est pas souhaitable (Fig.08). Elles n'ont pas la couleur vert métallique lors du

dénombrement des coliformes par la méthode de la membrane filtrante et ont la croissance des coliformes lorsque leur nombre est supérieur à 200 UFC/100 ml. En grand nombre, elles rendent les analyses bactériologiques inutiles et on doit faire une désinfection de façon préventive (Nglamulume, 2021).

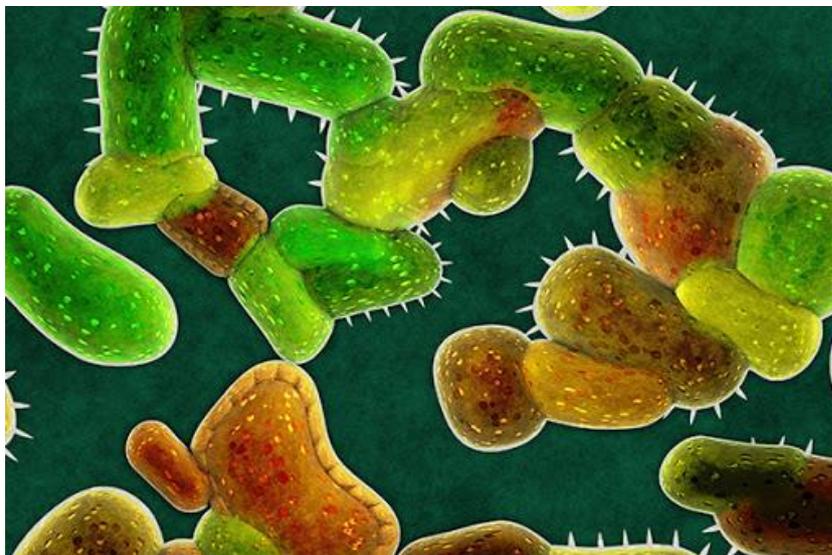


Figure 8 : Les colonies atypiques ([://http.serviceau.com/WP](http://http.serviceau.com/WP) consulté le : 20/06/2021)

12.1.3.4. Les entérocoques (streptocoques fécaux)

S'apparentent aux coliformes fécaux, ils sont donc des bactéries pathogènes, c'est-à-dire dangereuses pour la santé (Fig.09). Presque toujours reliés à la contamination fécale, les entérocoques résistent beaucoup aux substances aseptiques qui devraient empêcher leur croissance. Certains entérocoques peuvent se transformer en germes initiateurs de plusieurs maladies telles que les angines, les otites, les méningites et d'autres toutes aussi sérieuses (Flahaut et *al.*, 1997).

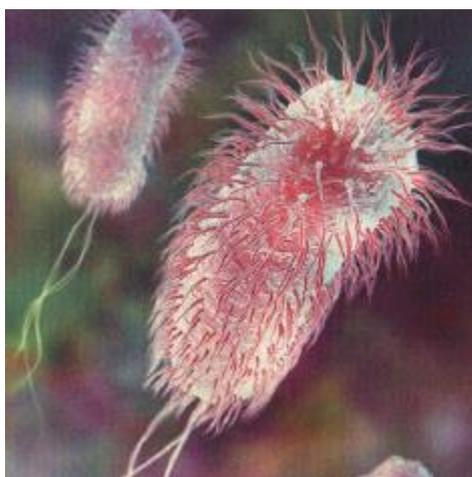


Figure 09 : Coliforme fécaux (<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=%28Experteau>, consulté 27/06/2021)

13. Maladies à transmissions hydrique

Maladies hydriques toute maladie affectant un individu par l'intermédiaire de la consommation d'eau non potable. Ces maladies sont ainsi nommées car elles sont provoquées par l'ingestion ou le contact avec des eaux insalubres et par les rejets d'eaux usées domestiques et les rejets d'élevages. La contamination peut être directe, soit lors d'un bain ou d'un contact avec des eaux à usage récréatives. Ou une transmission indirecte d'aliments contaminés par l'eau ou objets souillés par eau ou main sale.

Cette dernière voie de transmission semble avoir une importance croissante à travers les produits de la mer, tels que fruits de mer et poissons, récoltés dans des zones microbiologiquement contaminées et qui sont souvent mis en cause (Kherifi et Bekiri, 2017).

Partie expérimentale

Chapitre 01 : Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique

La wilaya de Tiaret est située au nord-ouest de l'Algérie, dans les hauts plateaux de l'ouest entre la chaîne du Tellienne au nord et la chaîne de l'Atlas au sud, avec une superficie de 20.086,64 kilomètres carrés. Le territoire de la wilaya est composé de zones montagneuses au nord, de hautes plaines au centre et les espaces semi-arides au sud (Miara, 2011).

Administrativement, la province compte 14 Dairas et 42 communes, dont 24 communes rurales (Miara, 2011).

Délimitée par les coordonnées: Latitude: 35.35; Longitude: 1.43; elle s'étend sur une partie de l'Atlas tellien au Nord et sur les hauts plateaux au centre et au Sud, bordée par plusieurs wilayas (Fig. 10) à savoir:

- Au nord se trouvent les wilayas de Tissemsilt et Relizane,
- au sud se trouvent les wilayas d'Elbayadh et de Laghouat,
- à l'ouest se trouvent les wilayas de Mascara et Saïda,
- et à l'est se trouvent la wilaya de Djelfa.

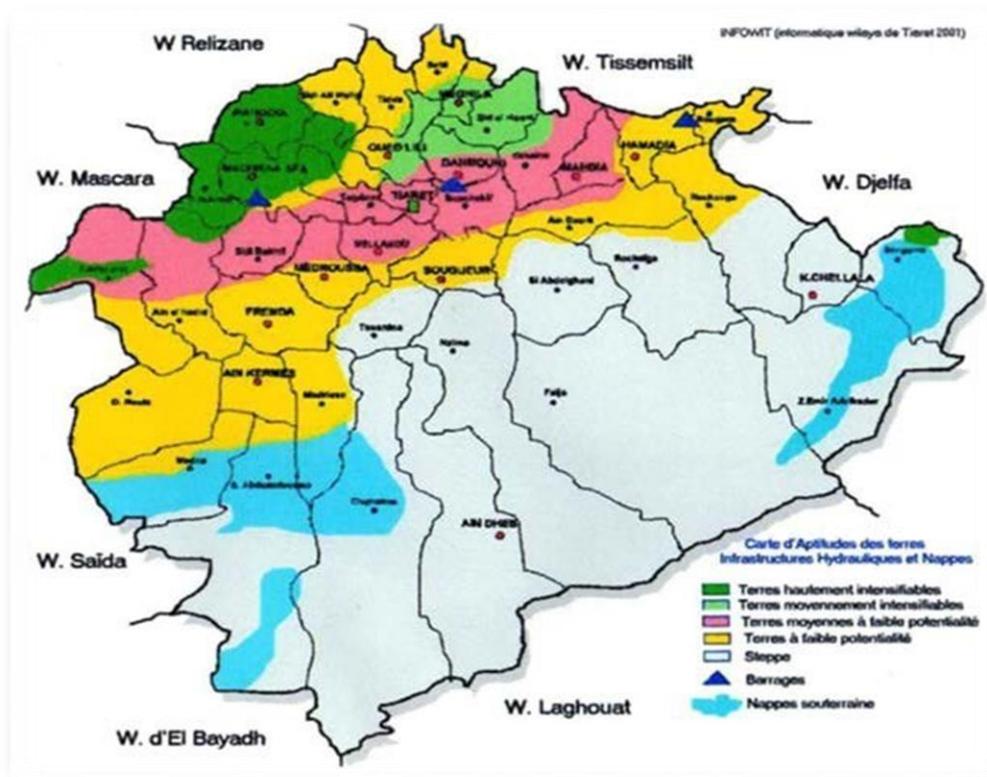


Figure 10 : carte géographique de la wilaya de Tiaret (Achir et Hellal, 2016).

2. Hydrogéologie

La zone de Tiaret fait partie de deux bassins versants, le bassin versant de Chellif Zahrez est subdivisé en 18 sous-bassins, et le bassin versant des Hauts Plateaux Oranais est subdivisé en 06 sous-bassins (C.F.T, 2014).

Le réseau hydrologique de la région de Tiaret est long de 1 938 km, dont 889 km de vallées fluviales permanentes telles que l'Oued Mina et l'Oued Faidja. Oued Touil, Oued Taht, Oued Abd, Oued Tiguiguesst, Oued Rhiou sont principalement situés au nord, et le gué temporaire de 1 049 kilomètres est principalement situé au sud (les parcours steppiques) (C.F.T, 2014).

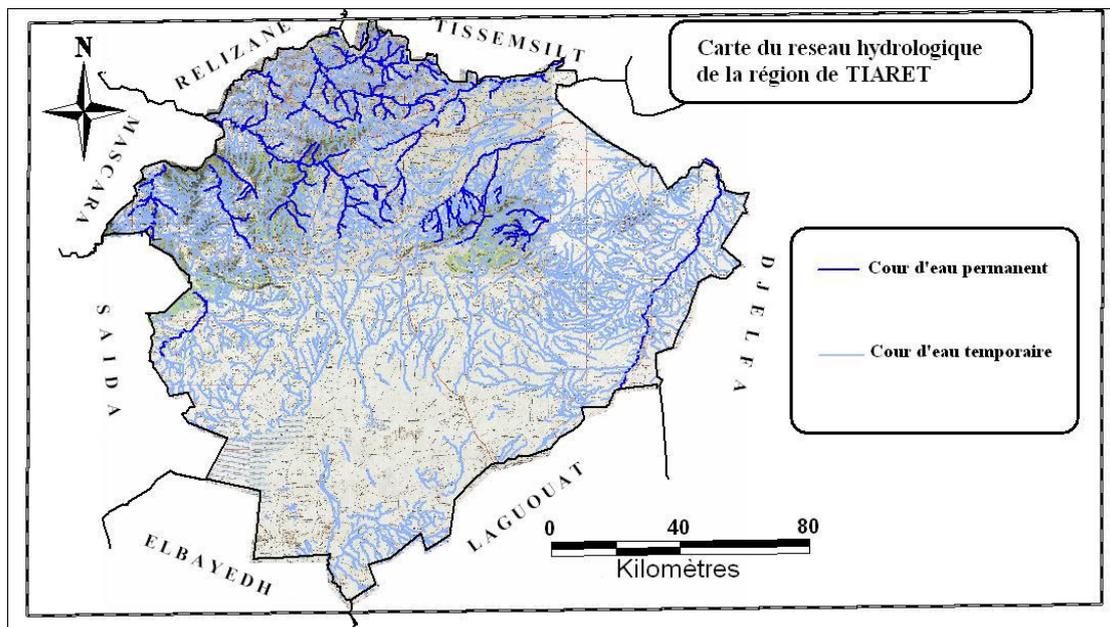


Figure 11 : Réseau hydrographique de la wilaya de Tiaret (DHT, 2016)

3. Topographique

Sur le plan topographique, la wilaya de Tiaret se caractérise par deux grands ensembles morphologiques : l'Atlas Tellien et les hautes plaines, du Nord au Sud ; on distingue :

Une chaîne de piémont qui constitue le versant méridional de l'Ouarsenis ; le domaine tabulaire qui s'étend au pied de l'Ouarsenis appelé le plateau de Sersou.

Les monts de Frenda et les hauts plateaux qui représentent une vaste plaine regroupant la cuvette du chott Chergui à l'Ouest et le chaînon du Nord (ANDI, 2014).

4. Climat

Les phénomènes climatiques sont actuellement la préoccupation majeure des scientifiques de tous les pays. La recherche de la moindre variation permet de prédire l'avenir de toute zone étudiée vis-à-vis des changements climatiques (Ozenda, 1982).

La région de Tiaret, par sa position géographique et la diversité de son relief, subit des influences climatiques conjuguées des grandes masses d'air, de l'exposition du relief, et de l'altitude.

La wilaya de Tiaret traverse, sur le plan climatologique, au cours de l'année deux périodes principales qui expriment le contraste important qui sévissent durant l'année, à savoir:

* Un hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige

* Un été chaud et très sec

4.1. Pluviométrie

La wilaya de Tiaret se situe entre les isohyètes 350 mm au Sud et 470 mm au Nord.

L'irrégularité saisonnière et la distribution annuelle des précipitations sont illustrées dans la figure 12.

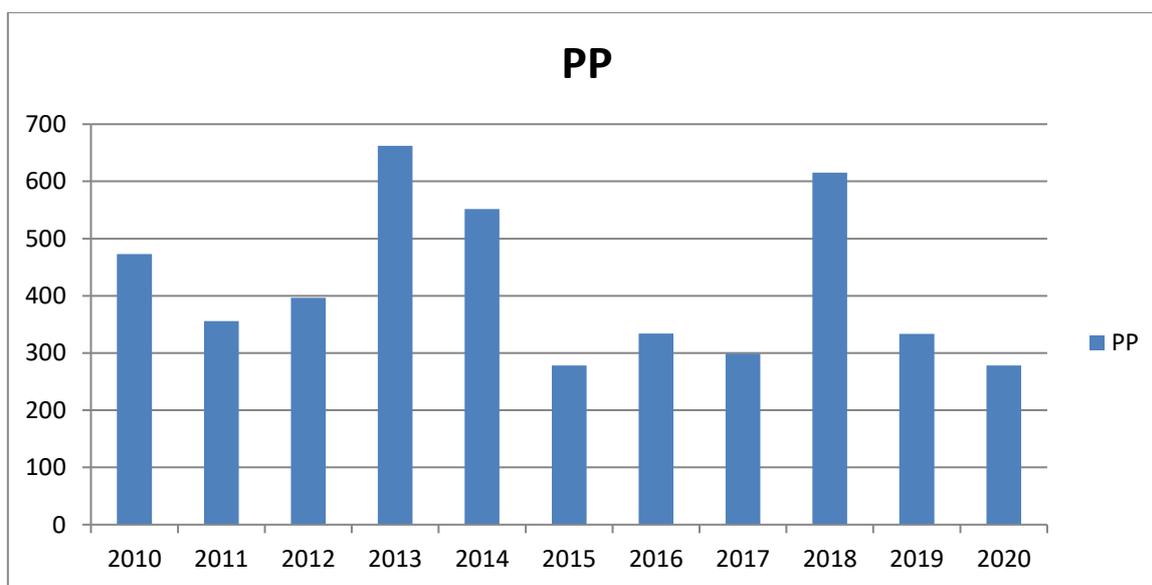


Figure 12 : Les précipitations interannuelles (mm) de la région de Tiaret entre 2010 et 2021

Source: www.tutiempo.net. Consulté le 15/05/2021.

Les précipitations oscillent, sur une période de 10 ans (2010-2021), entre un minimum de 278,12mm et un maximum de 662,19mm.

Les années les plus arrosées sont 2013, 2018 et 2014 avec respectivement: 662,19 mm ; 615,19 mm et 551,9mm.

Les années 2015, 2017 et 2016 sont les années les plus sèches avec respectivement 278,12mm, 299,18mm et 334.03mm

4.2. Température

Intervenant directement dans les processus biologiques et chimiques de la biosphère ainsi que dans l'activité humaine, la température représente l'un des facteurs essentiels du climat.

En effet une élévation importante de la température engendre une évaporation des oueds, des rivières, des mers, limitant ainsi la biodégradation, c'est un facteur caractérisant le type de climat et déterminant du régime d'humidité. La moyenne des températures est résumée dans la figure 13.

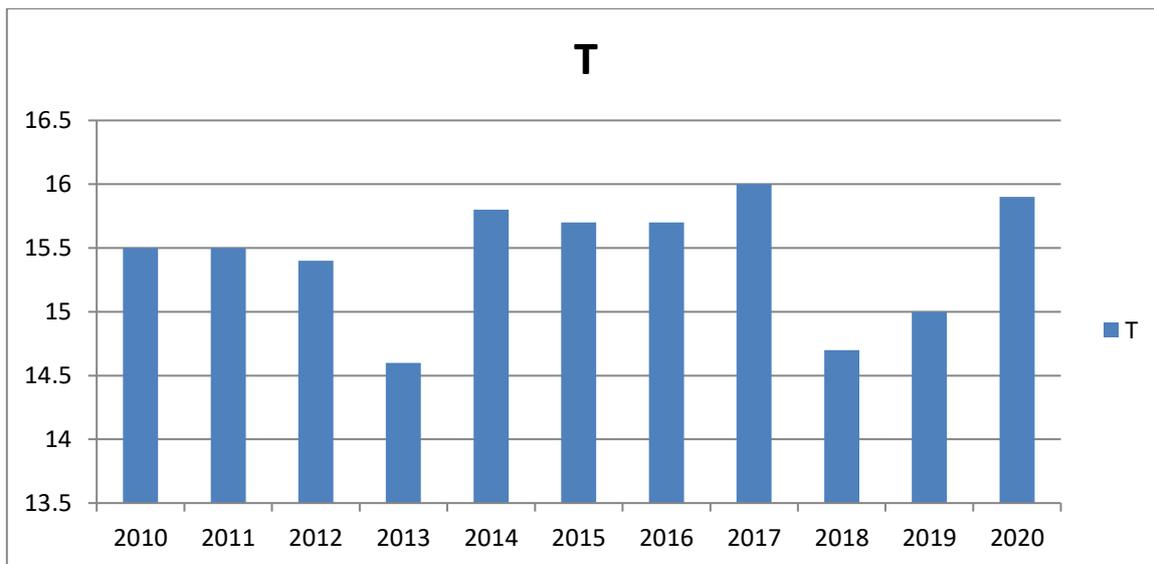


Figure 13 : Les températures moyennes interannuelles (°C) de la région de Tiaret entre 2010 et 2021. Source: www.tutiempo.net. Consulté le 15/05/2021.

La figure 13 relative aux températures moyennes interannuelles fait ressortir les observations suivantes: les températures moyennes annuelles de la wilaya de Tiaret sont variables, en effet, elles oscillent entre 14,6°C et 16°C. L'année la plus chaude est enregistrée durant l'année 2017 et 2020 avec respectivement 16°C et 15,9°C, tandis que la période la moins chaude a été marquée dans l'année 2013 et 2018 avec seulement 14,6°C et 14,7 °C respectivement.

4.3. Facteurs climatiques annexes

A côté de ces deux principaux facteurs climatiques, d'autres facteurs peuvent exercer une certaine influence sur les plantes, parmi les plus importants nous citons l'humidité relative, le vent et gelée.

4.3.1. Humidité

D'après le tableau 02, nous constatons que l'humidité relative moyenne annuelle est de 61,57%. Elle atteint son minimum durant le mois de Juillet, Août (inférieur à 40%).

Le maximum est enregistré dans le mois de Décembre, Janvier et Février avec une moyenne supérieur à 70%.

Tableau 02 : Humidité moyenne durant 2010-2021 (www.tutiempo.net Consulté le 15/05/2021)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moy	79,07	75,73	72,42	66,88	60,68	46,74	37,80	37,84	50,16	57,02	74,57	79,96

4.3.2. Le Vent

Le vent possède un régime de déplacement variable en fonction de l'altitude, la pression atmosphérique et les saisons. C'est un facteur climatique qui entraîne des variations de températures et d'humidité et exercent une action mécanique et physiologique sur les arbres des forêts.

Tableau 03: Vitesse moyenne du vent durant 2010-2021 (www.tutiempo.net Consulté le 15/05/2021)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moy	18,56	17,96	17,64	14,82	11,98	11,86	11,48	10,64	11,17	10,73	16,78	14,82

Les vents dominants sont ceux d'une direction Nord-Ouest, et les vents du Nord sont généralement frais, leur vitesse moyenne annuelle est de 14,04Km/h.

Les vents de direction Sud-Est et Est sont les moins fréquents.

La période estivale est caractérisée par le Siroco, qui vient de Sud ou Sud-Ouest C'est un facteur de propagation des incendies.

4.4. Synthèse climatique

4.4.1. Le diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen, nous permet de distinguer les différentes périodes climatiques au cours d'une année. L'échelle utilisée dans le diagramme consiste à doubler la valeur de la température par rapport à la pluviométrie ($p=2T$) (Ozenda, 1982).

Gaussen et Bagnouls considèrent que la saison sèche représente pour de nombreux pays la période critique de végétation, et par conséquent le facteur écologique principal d'après la loi des facteurs limitant (Ozenda, 1982).

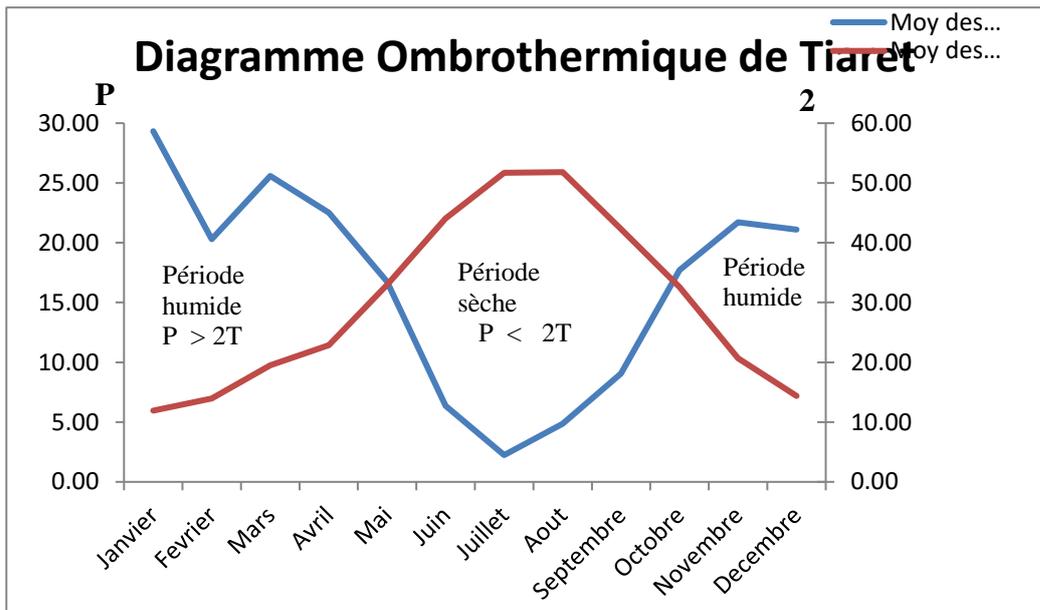


Figure 14: Diagramme Ombrothermique de Gausson pour la région de Tialet (Données climatique du 2010 au 2021)

La détermination de la période sèche de la zone d'étude est déduite directement de la courbe Ombrothermique (Fig. 14) ; elle est de l'ordre de cinq mois, qui va de mi-Mai jusqu'à mi-octobre, le reste des mois de l'année, constitue la période humide.

4.4.2. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Les températures et les précipitations sont interférences. Elles caractérisent le type de climat régnant dans une région donnée. La mesure de cette interférence conduit à l'établissement des indices pluviométriques qui permettent la classification des différents climats (Dajoz, 1978 ; Ozenda, 1982 ; Ramade, 2003).

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER est un indice pluviométrique propre à la région méditerranéenne (Ozenda, 1982 ; Ramade, 2003). Calculé par la formule suivante:

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

Où :

Q₂ : quotient pluviométrique;

P : précipitation annuelle en (mm);

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud;

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid;

D'après ces données climatiques et d'après le calcul du quotient pluviométrique d'EMBERGER qui est égale à 39,72. On arrive à dire que la wilaya de Tiaret se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Fig. 15).

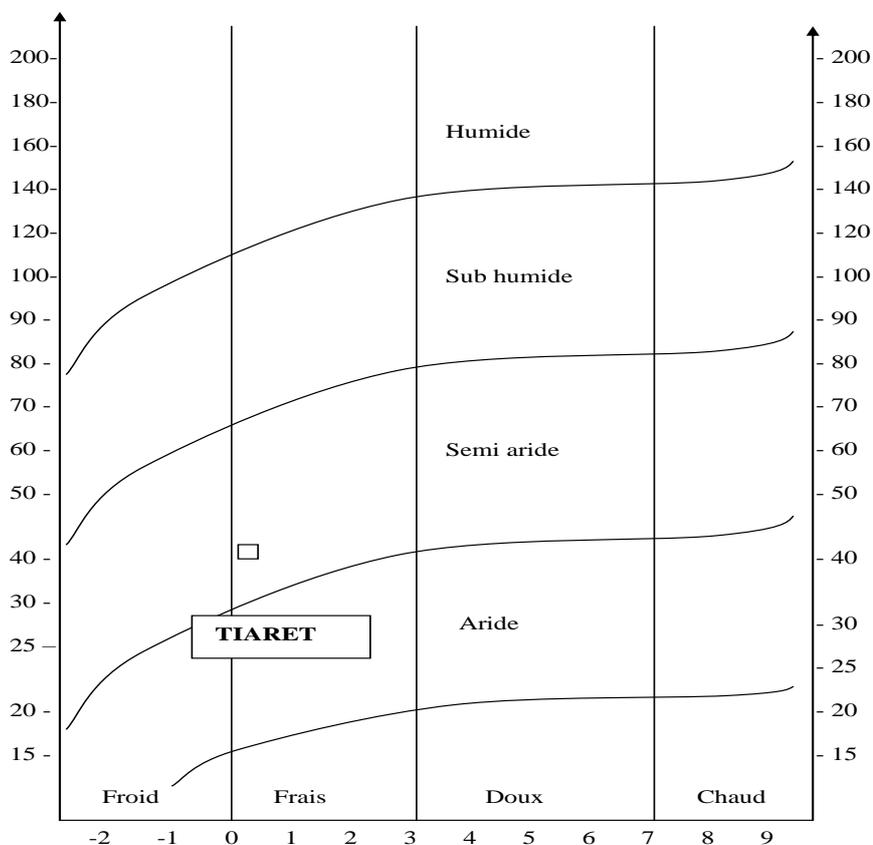


Figure 15: Diagramme d'EMBERGER

5. Végétation

Sur les 2008.480 ha que compte la wilaya 47.68% de la surface représente la surface agricole totale (SAT), soit environ 960000ha, dont 72% représente la surface agricole utile (SAU) la steppe occupe plus de la moitié de l'ensemble de l'espace de la wilaya avec 1.106.225ha. Quant au patrimoine forestier, il ne couvre qu'une surface de l'ordre de 142 422ha. (C.F.T 2009)

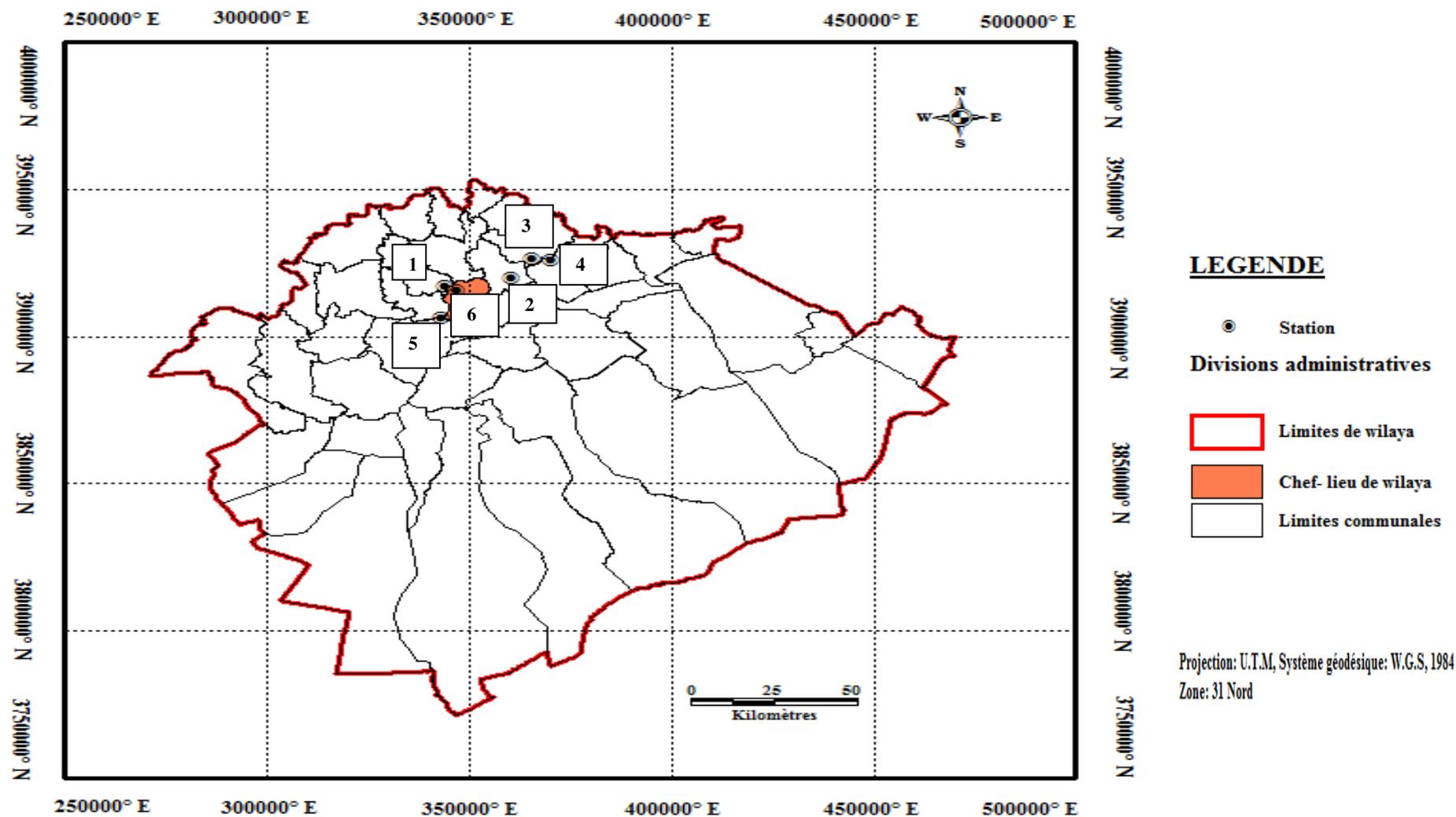
Le pin d'Alep représente l'essence prédominante dans les forêts de la wilaya de Tiaret, dépassant largement le chêne vert qui régnait autrefois sur le paysage forestier de la région. (C.F.T 2009).

Chapitre 2 : Mise en place du protocole expérimental

Cette étude expérimentale, réalisée pendant le mois d'avril 2021, a porté sur la caractérisation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux provenant de six sources situées dans la wilaya de Tiaret.

1. Choix des sites

Après une étude d'investigation sur le terrain on a retenu 06 sites pour les prélèvements d'eau à savoir : 1- Sebaine ; 2- Sidi hosni ; 3-Mellekou ; 4- Oued lili ; 5- Guertofa ; 6- dahmouni. Ces sources sont les plus fréquentées par les habitants de la région.



2. Prélèvement des échantillons

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera faite. Celui-ci conditionne :

- Les échantillons doivent être homogènes et représentatifs ;
- Les échantillons doivent être recueillis, conservés et expédiés dans des flacons stérilisés adéquats s'il s'agit d'analyse bactériologique ;
- 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).

2.1. Prélèvement des échantillons des analyses physico-chimiques

Les échantillons sont pris dans des bouteilles jetables en matière plastique de volume 1,5 L ont été rincées 3 fois avec l'eau de source à prélever, puis remplies totalement et éviter la présence des bulles d'air. La bouteille doit être scellée avec une étiquette Plusieurs paramètres relevés sur place sont inscrits sur l'étiquette : source d'eau, lieu de prélèvement, date, heure de prélèvement, température.

2.2. Prélèvement des échantillons d'analyses bactériologiques

Nous avons utilisé des flacons en verre de 200 ml, propres et stérilisés (Rodier et *al.*, 2009).

Avant d'effectuer toute opération, désinfecter chaque point de prélèvement à la flamme, puis suivez les étapes ci-dessous :

1. Retirez le capuchon du flacon d'une main, ne touchez à rien pendant ce processus Prélèvement, pas le goulot de la bouteille, le goulot de la bouteille est tenu par l'autre main Son arrière-plan.
2. Tenir le flacon au point de prélèvement, le refermer rapidement après l'avoir rempli bouteille.

2.3. Transport des échantillons

Les échantillons sont transporté dans une glacière car il est conseillé de garder les échantillons à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne (Aminot et Chaussepied, 1983).

3. Analyses de l'eau

Les analyses des eaux ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux de la wilaya de Tiaret, les paramètres physico-chimiques et bactériologiques sont réalisés selon le mode opératoire adopté par Rodier et *al* (2009) et le laboratoire des algériennes des eaux de Tiaret.

3.1. Paramètres physiques

3.1.1. Mesure du pH

Le potentiel hydrogène ou pH d'une solution aqueuse est une mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes. La mesure du pH a été effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre.

➤ Mode opératoire

L'appareil a été étalonné avant la mesure, avec des solutions tampons à Ph=7 et ph=4. Après avoir rincé l'électrode en verre avec de l'eau distillée (ADE, 2021).

Une quantité de 100 ml d'eau à analyser a été mise dans un bécher avec agitation, puis l'électrode a été trempée dans le bécher. La valeur de Ph a été notée après la stabilisation (Rodier et *al.*, 2009).

3.1.2. Mesure de la température

La température est un paramètre très important dans l'analyse des eaux. Elle joue un rôle dans la dissociation des sels dissous et la détermination de pH, la conductivité électrique et la vitesse de la réaction dans l'eau (Rodier et *al.*, 2009)

Elle a été mesurés avec le multi paramètre de type (HACH SL1000) (Fig.17), son utilisation consiste à plonger la sonde appropriée dans un récipient qui contient l'échantillon d'eau, puis attendre quelque minutes jusqu'à la stabilisation de l'affichage sur l'écran ensuite noter les résultats de la mesure. Elle est exprimée en degré Celsius (ADE, 2021)



Figure 17: Appareil multi paramètre HACH SL1000 (photo originale, 2021)

3.1.3. Mesure de la conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm . elle a été mesurée avec un multi paramètre (Fig.17) (ADE, 2021).

➤ Mode opératoire

- D'une façon générale, la verrerie doit être rigoureusement propre et rincée avec de l'eau distillée avant l'usage.
- On rince plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- La mesure est faite dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.
- On agite le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Le résultat est donné directement en $\mu\text{s}/\text{cm}$. (ADE, 2021).

3.1.4. Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, nous pouvons estimer la présence de matières en suspension finement divisées (argiles limons grains de silice, matières organiques, organismes microscopiques). Elle a été mesurée avec un turbidimètre de type (HACH SL1000) (Fig.18). (ADE, 2021)



Figure 18 : turbidimètre HACH SL1000 (Photo originale, 2021)

➤ Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La turbidité est exprimé en unité "NTU". (ADE, 2021)

3.2. Paramètres chimiques

3.2.1. Dosage des nitrites (NO₂⁻)

➤ Principe

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1-Naphtyl éthylène diamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesuré à 543 nm. (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Préparation du réactif mixte constitué par :

- Sulfanilamide40 g.
- Acide phosphorique100 ml.
- N-1- Naphyl éthylène diamine2 g.
- H₂O distilléeq.s.p 1000 ml.

Mode opératoire

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis on ajoute 1ml du réactif mixte. Ensuite, on attend 10 minutes. Après l'apparition de la coloration rose qui montre la présence du NO₂⁻, on effectue la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à 543nm. Le résultat est donné directement en milligrammes par litre d'eau (mg.L⁻¹) (ISO 6777, 1994).

3.2.2. Dosage des nitrates (NO_3^-) :

➤ Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paraitre salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrie. (ADE, 2021).

➤ Préparation des Réactifs

Réactif (I)

Hydroxyde de sodium 30%

Réactif (II)

Salicylate de sodium ... 0,5% (renouveler toutes les 24 h).

Eau distillée ... qsp 100 ml.

Réactif (III)

Acide sulfurique 2 ml

Réactif (IV)

Hydroxyde de sodium NaOH ... 400 g.

Tartrate double de sodium et de potassium ... 60 g.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

➤ Mode opératoire

10 ml Eau à analyser+ 3 gouttes RI+ 1ml RII

01 ml Eau distillée + 3 gouttes RI + 1ml RII (témoin).

Après le séchage dans l'étuve à $75 - 88^\circ\text{C}$, on laisse refroidir

On ajoute 2 ml de RIII laissé reposer 10 minutes ajoutées 15ml d'eau distillé 15 ml RIV. puis passer au spectromètre au 420 nm. Le résultat est donné en mg/l. (ADE, 2021)

3.2.3. Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}):

➤ Principe:

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum .on a mesurée le sulfate a l'aide d'un Spectrophotomètre DR/2000 de marque " HACH "(Fig .19). (ADE, 2021)



Figure 19: Spectrophotomètre DR/2000 de marque " HACH "(Photo originale, 2021)

➤ Préparation des Réactifs

Réactif I (solution stabilisante)

Acide chlorhydrique (c.....60 ml
 Elhanol200 ml
 Chlorure de sodium.....150 g
 Glycérol.....100 ml
 Eau distillée.....600 ml

Réactif II (Solution de chlorure de baryum)

Chlorure de baryum.....150 g
 Acide chlorhydrique.....5 ml
 Eau distillée.....1000 ml

➤ Mode opératoire

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter a 100 ml E.D.
 Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
 Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
 Agité énergiquement pendant 1 min
 Faire la lecture au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

➤ Expression des résultats:

Mg/l SO_4^{2-} = la valeur lue sur le spectrophotomètre x la dilution. (ADE, 2021).

3.2.4. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

➤ Principe

L'orthophosphate réagit avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium dans un milieu acide pour former un complexe phosphomolybdate. Ce complexe est

réduit par l'acide ascorbique, donnant une coloration bleue proportionnelle à la concentration de phosphanate présente dans l'échantillon initial qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm. on a utilisé le spectrophotomètre comme appareil de dosage. (Rodier et *al.*, 2009).

➤ **Réactif Mixte :**

-Heptamolybdate d'ammonium

-Tartrate d'antimoine

-Acide sulfurique pur

-Acide ascorbique à 10 %

➤ **Mode opératoire :**

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. (ADE, 2021).

3.2.5. Dosage de l'ammonium

C'est un dosage spectrométrique du composé bleu formé suite à la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et yphochlorite en présence de nitroprussiate de sodium. (Rodier et *al.*, 2009).

➤ **Préparation des Réactifs**

Réactif (I)

Salicylate de sodium $C_7 H_5 O_3 Na$... 13 g.

Citrate tri sodique déshydraté $C_6 H_5 O_7 Na_3$... 13 g.

Nitroprussiate de sodium $(Fe(Cn) 5No) Na_2 \cdot 2H_2O$... $0,097 \approx 0,1$ g

Eau distillée ... 100 ml.

Réactif (II)

Hydroxyde de sodium $NaOH$... 3,2 g.

Dichlorosocyanurate de sodium ... 0,2 g.

Eau distillée ... 100 ml.

➤ **Mode opératoire**

40 L E.D + 4 ml R (I) + 4 ml R (II).

40 l d'eau à analyser + 4 ml R (I) + 4 ml R (II) + 2 ml.

Après 1h faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde de 655 nm.

NB : les solutions (I) et (II) se prépare chaque 15 jour.

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre d l'Ammonium. (Rodier et *al.*, 2009).

3.2.6. Détermination des chlorures (Cl⁻) (méthode de Mohr)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium (Fig.20), la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. (Rodier et *al.*, 2009).



Figure 20: Méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures (Photo originale, 2021)

➤ **Reactive utilisé:**

- * Solution de nitrate d'argent à 0,01 N.
- * Solution de chlorures à 71 mg/l.
- * Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 % .

➤ **Mode Opérateur :**

Introduire au moyen d'un erlenmeyer 5ml d'échantillon, à l'aide d'une pipette on ajoute 2 gouttes de chromate de potassium (K₂CrO₄) ce qui donne une coloration jaunâtre. Ensuite, on titre par addition progressive de la solution de nitrate d'argent (AgNO₃ à 0,01N) jusqu'à l'obtention d'une coloration brun rougeâtre. (ADE, 2021).

➤ **Expression des résultats :**

$$F . G = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times *MCl^- * 1000}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

V_{AgNO_3} : volume d' $AgNO_3$ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO_3} : Normalité d' $AgNO_3$.

M_{Cl^-} : Masse de chlorures.

F : facteur de correction du titre d' $AgNO_3$.

PE : Prise d'essai.

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg.L-1.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par $AgNO_3$ à 0,01N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

3.2.7. Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)

➤ Principe

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-). La détermination des volumes successifs d'acide chlorhydrique fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC) (neutralisation à pH=4,3 caractérisé par le passage de méthylorange de jaune pâle à l'orange. Il correspond à la neutralisation des bicarbonates). (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Réactifs

Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

Solution d'HCl à 0,1 N :

d'HCl à 1 N 100 ml.

H_2O distillée q.s.p 1000ml.

Électrode : Électrode de pH

➤ Mode opératoire :

Prendre 100 ml d'eau à analyser ;

Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3. (Rodier et *al.*, 2009).

Expression des résultats :

$$\text{HCO}^{3-} \text{ (mg/l)} = \text{VA.NA.M HCO} \cdot 3.1000 / \text{PE}$$

$$\text{HCO}^{3-} \text{ (mg/l)} = \text{VA} \cdot 0,1.61.1000 / 100$$

VA : volume d'acide versé dans le titrage de TAC.

NA : normalité d'acide versé.

MHCO³⁻ : masse des bicarbonates (HCO³⁻).

P.E : prise d'essai.

3.2.8. Détermination du Titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale

Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrique à l'EDTA. Elle détermine principalement la concentration en calcium et du magnésium dissous. elle est appropriée à la plupart des types d'eaux. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diaminetétracétique (EDTA).

Au cours de ce dosage, le réactif titrant utilisé est l'anion éthylènediaminetétracétate abrégé EDTA, le milieu étant tamponné à pH = 10. L'indicateur utilisé est le noir Eriochrome T (N.E.T). (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Mode opératoire

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml.

On ajoute 4 ml de solution tampon et trois gouttes de solution de noir ériochrome T (NET). La solution se colore en violet, le pH doit être de 10.

En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du violet au bleu.

On vérifie que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA. (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Expression des résultats

La teneur global en calcium et en magnésium C_{ca+mg}, exprimé en milligramme par litre est donnée par l'équation

$$C_{ca+mg} = C_1 \cdot V_3 / V_0 \cdot 100$$

C₁ : est la concentration en EDTA exprimé en m mole.L⁻¹ de la solution d'EDTA.

V_0 : est le volume en millilitre de la prise d'essai.

V_3 : est le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage (Rodier et *al*, 2009 ; ADE, 2021).

3.2.9. Détermination du calcium

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à PH compris entre 12 – 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T.A réagi tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet. (ADE, 2021).

➤ Réactif utilisé :

Solution de Na OH (2N)

Murexide

Solution de l'EDTA (N/50)

➤ Mode Opérateur :

- A l'aide d'une pipette, on introduit 50ml de l'échantillon préparé dans une fiole de 250 ml.

-on ajoute 2 ml de NaOH à 2 N et l'indicateur du Murexide On mélange et on dose immédiatement.

-Et on titre avec l'EDTA jusqu'au virage (violet). (ADE, 2021).

➤ Expression des résultats

$$[Ca^{2+}] = \frac{V_1 \cdot N_{EDTA} \cdot F \cdot M_{Ca^{2+}} \cdot 1000}{PE}$$

$$[Ca^{2+}] = \frac{V_1 \cdot 0,01 \cdot F \cdot 40g \cdot 1000}{50 \cdot 2}$$

D'où :

V_1 : volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$N_{(EDTA)}$: normalité de l'EDTA (0.01mol/L)

$M_{(Ca^{2+})}$: la masse molaire du calcium en (g/mol)

P.E : prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage)

F : facteur de concentration de titre d'EDTA (facteur de dilution)

Le facteur F :

- Prendre 50 ml de la solution mère à 100 mg/l Ca^{2+} .

- Ajouter 2 ml de NaOH , puis l'indicateur coloré (MUREXIDE) .

- Titrer par l'EDTA jusqu'au virage (violet). (V_p).

$$F = V_t / V_p. \text{ (ADE, 2021).}$$

3.2.10. Détermination du Magnésium

La dureté magnésienne est par définition la concentration en sel de magnésium. On Connaisant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne. (Rodier et *al.*, 2009).

On applique directement la relation suivant:

$$TH = TH_{Ca} + TH_{Mg} \text{ en mg de CaCO}_3$$

$$TH_{Mg} = TH - TH_{Ca}$$

3.2.11. Détermination de la matière organique

➤ Mode opératoire

Prendre 100 ml à analyser, ajoute de 20 ml d'acide sulfurique d'une concentration de 2.2 mol/l, puis homogénéiser et porter à l'ébullition douce pendant 10 min, ajouter 20 ml de $KMnO_4$ à 2 m mol/l, ajouter aussi 20ml $Na_2C_2O_2$ à 5m mol/l, en titrage après décoloration avec $KMnO_4$ à 2 m mol/l jusqu'à apparition d'une coloration rose pale. (Rodier et *al.*, 2009).

➤ Expression des résultats

$$IKMno_4 = ((V_t - V_b) / V_r) \times 16$$

V_r : Volume de $KMnO_4$ nécessaire pour la coloration

V_b : Volume du blanc

V_t : Volume de titre

16 : Constante d' O_2 (mg/L) (masse molaire) (Ben Chabane et Hamdi, 2018).

3.3. Analyse bactériologiques

La méthode utilisée pour l'analyse bactériologique est celle de la membrane filtrante (Fig.21).

C'est la plus utilisable au laboratoire, elle est applicable à toutes les eaux et en particulier à celles contenant une faible quantité de matières en suspension et un nombre relativement faible de germes. Généralement, nous procédons à une filtration par un appareil de filtration sur membrane. La membrane est en esters de cellulose, de porosité 0.45/0.22 μ m, susceptible de retenir les bactéries. Un échantillon de 100ml d'eau est filtré sur cette membrane, et est dépose sur le milieu de culture

spécifié pour chaque germe recherché. Après incubation, on compte le nombre de colonies exprimé en UFC /100ml (Rodier et *al.*, 2009).



Figure 21: Rampe de filtration pour l'analyse bactériologique (Photo originale, 2021)

Après la réception des échantillons, les analyses se font immédiatement pour la recherche et le dénombrement des germes suivants :

❖ Coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes totaux se fait par la méthode de filtration membranaire un volume d'échantillon de 100 ml d'eau à analyser est filtré à travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur le milieu du TTC tergitol. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

Lecture

Après incubation à 37°C durant 24h, des colonies se forment à la surface de la membrane. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

Test confirmatif

Pour effectuer une confirmation les colonies formées à la surface de la membrane sont repiquées dans un autre milieu liquide (VBL), les tubes de VBL seront ainsi incubés à 37°C durant 24h. Dans le cas positif de présence des coliformes totaux, on aura une présence du gaz dans la cloche de Durham et virage au couleur jaune. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

❖ **Escherichia Coli**

Escherichia Coli fait partie du groupe des coliformes totaux et consiste le seul membre de ce groupe que l'on trouve spécialement dans les matières fécales des humaines et des animaux. Leur présence dans l'eau indique en présence de matières fécales. Elle est capable de fermenter le lactose à 44°C. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

Technique

Le principe de dénombrement s'effectue de même manière que la recherche des coliformes fécaux sauf la température d'incubation dans ce cas est de 44°C/24 heure.

1^{er} lecture : Après 24 heures, nous observons des colonies jaunes.

Nous allons faire le test confirmatif c'est-à-dire le repiquage sur un milieu liquide de Schubert muni d'une cloche de Durham et incubé à 44°C/24 heure.

2^{ème} lecture : Nous observons un anneau rouge sur la surface de milieu avec une production de gaz dans la cloche de Durham. Donc on peut dire qu'il existe d'E. Coli dans l'eau. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

❖ **Streptocoques fécaux**

- Filtrer 100 ml d'échantillon sur une membrane de 0.5 µm de diamètre
- Placer la membrane sur une boîte de pétri contenant du milieu slanetz et bartley préalablement coulé et refroidi.
- Le milieu slanetz et bartley et un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement colonies de streptocoques fécaux.
- Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 heures. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

Lecture

Après 24 heures on compte les colonies rouge violettes. (Rodier et *al.*, 2009).

Test confirmatif

Nous transférons la membrane de la boîte contenant le milieu slanetz à la boîte pétri contenant milieu BEA (Bile Esculine Agar)

L'incubation se fait à 37 °C pendant quelque heure en présence d'un halo noir. (Rodier et *al.*, 2009 ; ADE, 2021).

❖ Clostridium Sulfito- Réducteur

- chauffer l'échantillon à 80°C pendant 10 min pour la destruction des formes végétatives (formation des spores).
- Filtrer 100 ml d'échantillon sur membrane de 0.22µm de porosité pour permettre de retenir les spores des bactéries.
- Placer la membrane à l'envers sur la boîte de pétri.
- Couler au dessus la gélose viande foie contenant du sulfite de sodium et alun et fer
- Incuber à 37 °C les Clostridium pousse dans des conditions en anaérobiose. (Rodier et *al.*, 2009 et ADE, 2021).

Lecture

Nous procédons à une lecture des 24heures considérer comme résultant d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice tout colonie noir entourée d'un halo noir exprimer le résultat en nombre de spores par 100 ml. (Rodier et *al.*, 2009 et ADE, 2021).

Chapitre 03 : Résultats et discussion

L'étude expérimentale réalisée sur les six sources, nous a permis de diagnostiquer la qualité de l'eau de ces sources de la wilaya de Tiaret par l'analyse physico-chimiques et bactériologique et leur comparaison aux normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine (Décret exécutif n° 11-125 JO N°18 du 2016), et celle valeurs guides de l'OMS, (2006).

1. Résultats physiques

Les résultats des analyses des paramètres physiques des sites d'eau échantillonnés sont présentés dans le tableau 04 ci-dessous :

Tableau 04 : Résultats physiques des différents échantillons.

Les sites	pH	conductivité μS/ cm	T °C	Turbidité NTU
Source Sebaine	6,98	964	16,3	0,151
Source Sidi Hosni	7,48	684	17,9	0,321
Source Mellakou	7,45	511	18,2	0,183
Source Oued lili	7,45	481	17,7	0,176
Source Gertoufa	7,53	608	18,2	0,154
Source Dahmouni	7,17	639	18,2	0,161
Norme Algérienne	6,5 - 9	2800	25	5
Norme OMS	6,5 – 9,5	-	-	5

L'examen du tableau permet de constater que les paramètres physiques sont conformes aux normes algériennes et ceux de l'OMS et donc nos sources sont saines.

1.1. pH

Les résultats d'analyse de pH effectuée sur les eaux de différentes sources, sont illustrés dans la figure ci-dessous :

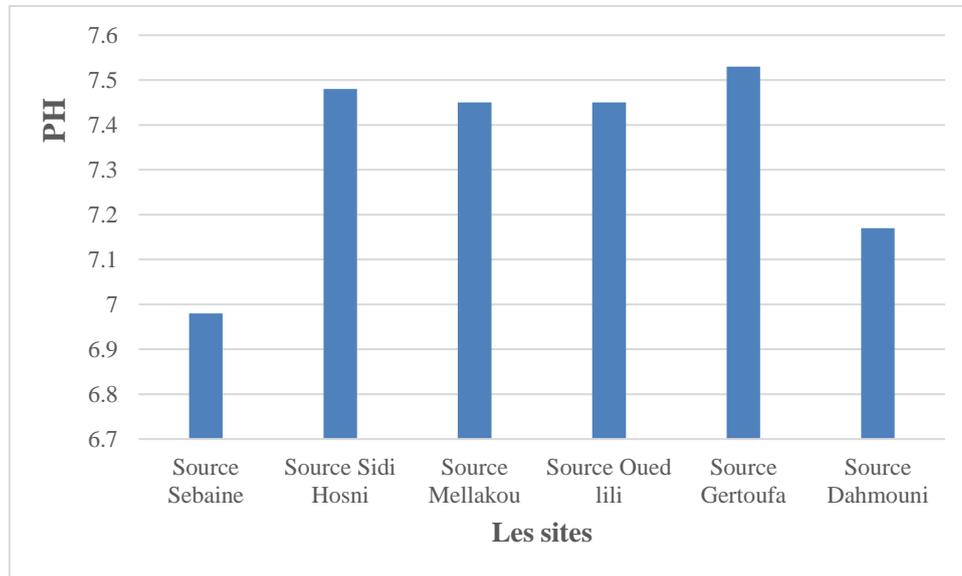


Figure 22 : Les valeurs de pH dans les différentes sources d'eau étudiées.

L'analyse de la figure N° 22, montre que les valeurs du pH des eaux échantillonnées au niveau des sites apparaissent légèrement basique en effet les valeurs oscillent entre 7,53 et 7,17. Alors que la source de Sebain à une valeur minimale de 6,98.

En comparant les résultats obtenus aux normes algériennes et celle de l'OMS (2006), nous constatons qu'elles sont tous conformes aux normes, qui sont respectivement de 6,5 et 9 et 6,5 et 9,5 pour JORA (2016) et OMS (2006).

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est à dire, de la concentration en ion d'hydrogène (H^+). Le ph d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique de la substance. Des ph faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Par ailleurs, des ph élevés augmentent la concentration d'ammoniac, toxique pour les poissons (Devillers *et al.*, 2005).

Ce paramètre est d'une grande importance dans l'activité biologique. Un ph acide ou basique est un signe direct de pollution (Rodier *et al.*, 2009).

1.2. Température

Les valeurs de la température dans les eaux des différentes sources, sont illustrées dans la figure 23:

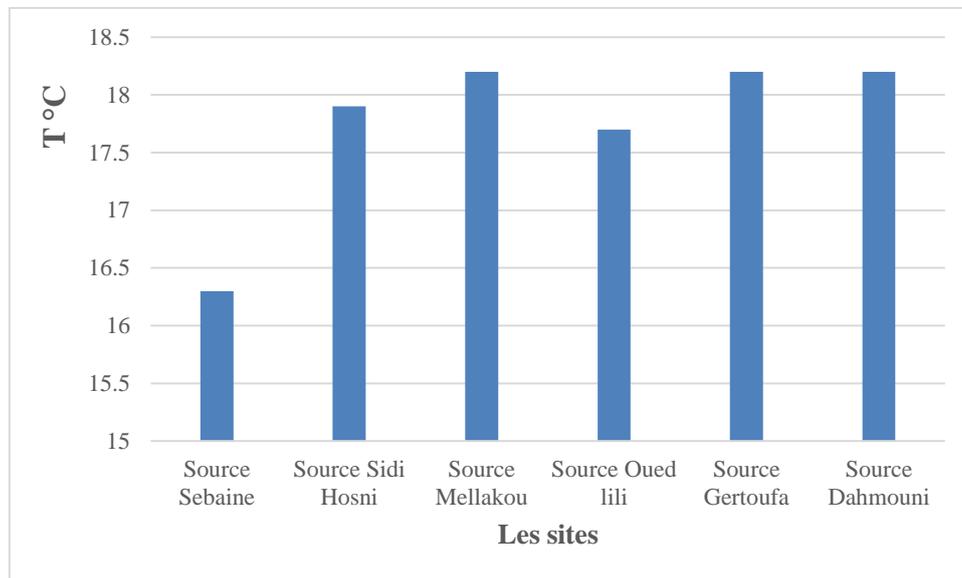


Figure 23 : Teneurs de températures (°C) dans les différentes sources d'eau étudiées.

L'examen de la figure N° 23, montre que les valeurs obtenues dans les différents sites sont comprises entre 16,3 °C et 18,2 °C. La plus haute valeur est enregistrée aux niveau de trois sites : source de Gertoufa, Mellakou et Dahmouni. Alors que la valeur la plus basse est enregistrée au site source de Sebaine.

Toutes les valeurs de ce paramètre ne dépassent pas la norme algérienne 25 °C JORA (2016). Donc ces eaux sont de bonne qualité de point de vu température.

Selon Rodier *et al.* (2009), les valeurs de température sont influencées par les conditions environnementales liées à la situation géographique de la localité, la géologie des terrains traversés, l'hydrologie de l'écosystème et surtout le climat régnant.

1.3. Conductivité électrique

Les teneurs de la conductivité électrique obtenus sont illustrés dans la figure suivante :

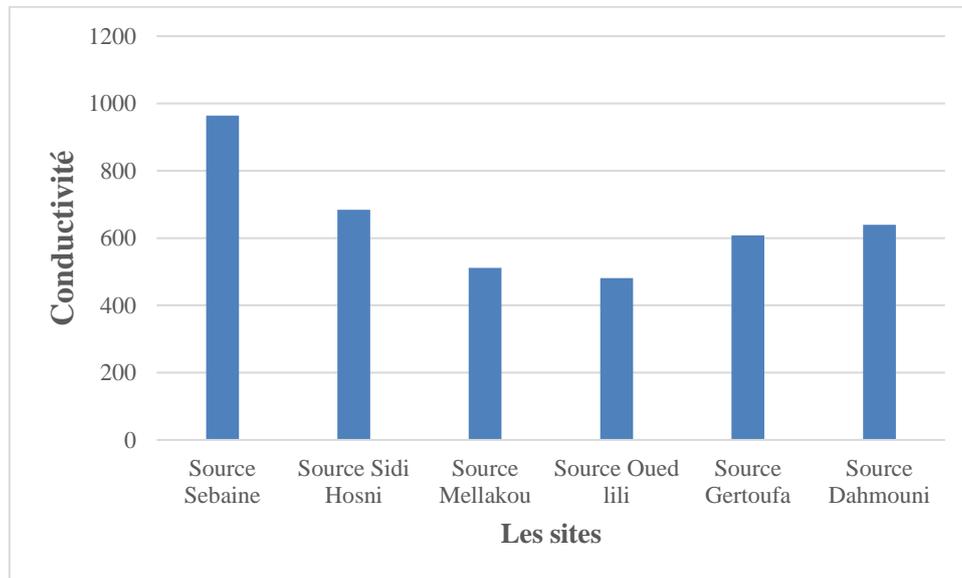


Figure 24 : Teneurs de conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) dans les différentes sources d'eau étudiées

Les valeurs de conductivité dans les six sites échantillonnés sont différents de un à autre (Fig 24), en effet, elle oscille entre $481 \mu\text{s}/\text{cm}$ et $964 \mu\text{s}/\text{cm}$ dont le maximum est enregistrées au niveau de source Sebaine, le minimum est marqué au site de Oued Lili.

Ses valeurs sont tous au-dessous de la valeur recommandé ($2800 \mu\text{s}/\text{cm}$) par les normes algériennes JORA (2016). Donc ces eaux sont de bonne qualité de point de vue de conductivité.

Selon Rodier *et al.* (2009), la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

1.4. Turbidité

Les teneurs de la turbidité obtenus sont illustrés dans la figure 25:

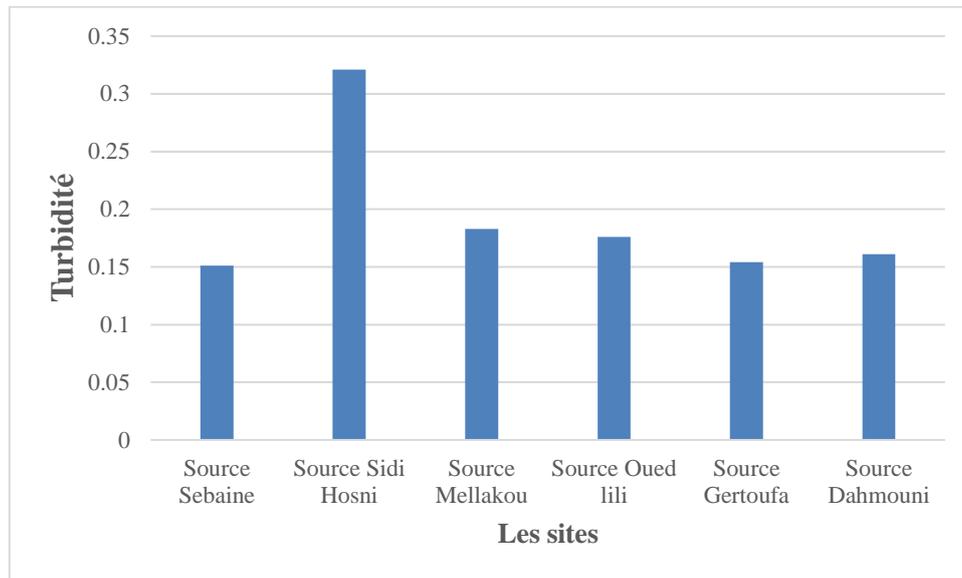


Figure 25 : Teneurs de Turbidité (NTU) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les mesures de la turbidité permettent de donner les informations visuelles sur l'eau. Ces résultats des analyses obtenus à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 0,15 (NTU) et 0,32 (NTU). La valeur maximale été enregistré au niveau de la source de Sid Hosni par rapport les autres sources ont des valeurs oscillant entre 0,15 et 0,18 NTU.

Néanmoins, ces valeurs restent largement inférieures aux normes fixées par le JORA (2016) qui est de <5 NTU.

La diminution des valeurs pourraient être expliquées par l'absence de matières en suspension. Dans les eaux naturelles la turbidité est causée par la présence des matières en suspension fines (argile, limon, grains de silice et les micro-organismes) (Rejsek, 2002).

2. Résultats chimiques

2.1. Dureté totale

Les teneurs de la dureté obtenus sont illustrés dans la figure ci-dessous :

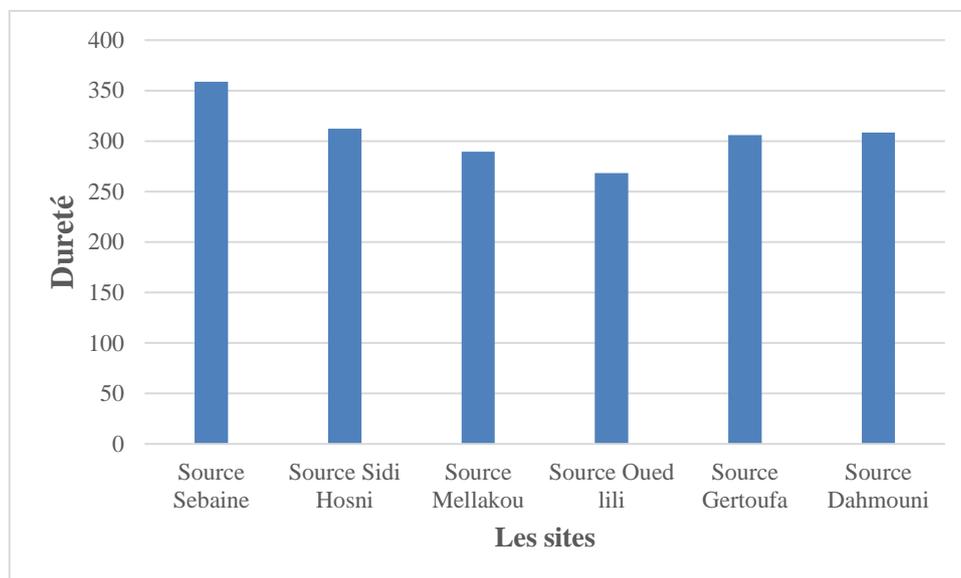


Figure 26 : Teneurs de dureté (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les résultats obtenus montrent une dureté variant entre 268,3 mg/l enregistré dans la source de Oued Lili est la valeur maximale 358,9 mg/l enregistré au niveau de la source de Sebaine.

Ces valeurs sont conformes aux normes de potabilité OMS (2006), ce qui confirme que la qualité des eaux analysées est acceptable pour la dureté totale.

La dureté totale est un paramètre particulier de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium, on distingue : une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonate et bicarbonate de Ca^{2+} et Mg^{2+} et une dureté non carbonatée produite par les autres sels.

2.2. Chlorure

Les résultats d'analyse du chlorure effectuée sur les eaux des différentes sources sont représentés dans la figure 27:

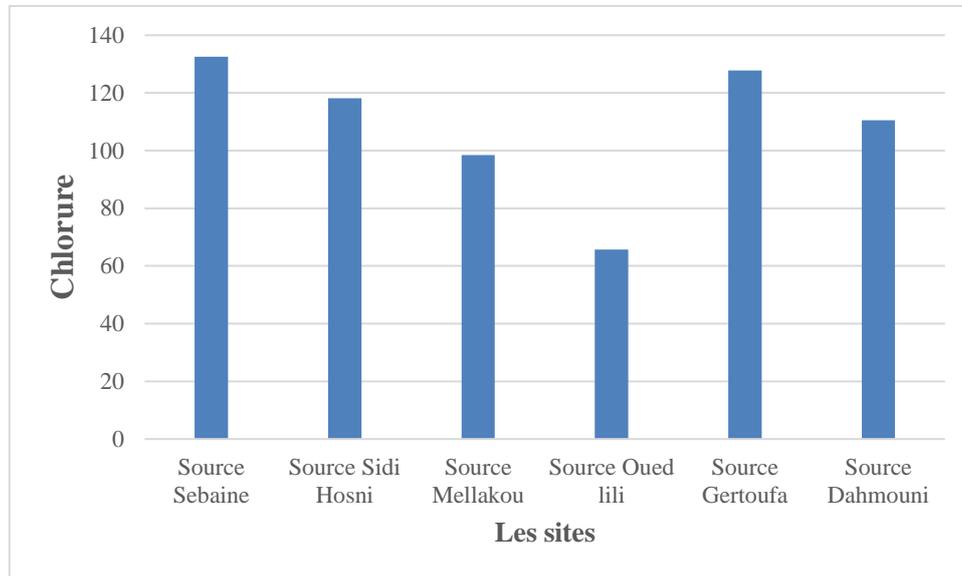


Figure 27 : Teneurs de chlorure (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Comme il est indiqué dans la figure 7, le teneur en chlorure pour les six sites échantillonnés varient entre 132,5 mg/l est (source Sebaine), et la valeur optimale 65,7 mg/l (source Oued Lili). Mais reste toujours conforme à la norme algérienne qui est de 600 mg/l.

Donc les eaux analysées sont de qualité acceptable concernant le chlorure. Le chlorure donne un mauvais goût à l'eau L'OMS, indique qu'il n'y pas de valeur limite mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l.

Cette variation de chlorure peut être expliquée par la multitude d'origines qu'ils peuvent avoir, notamment leur présence en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les formations argilo-sableuses ou argileuses ce qui facilite la dissolution des terrains salifères.

2.3. Calcium

Les résultats d'analyse de calcium, sont illustrés dans la figure 28:

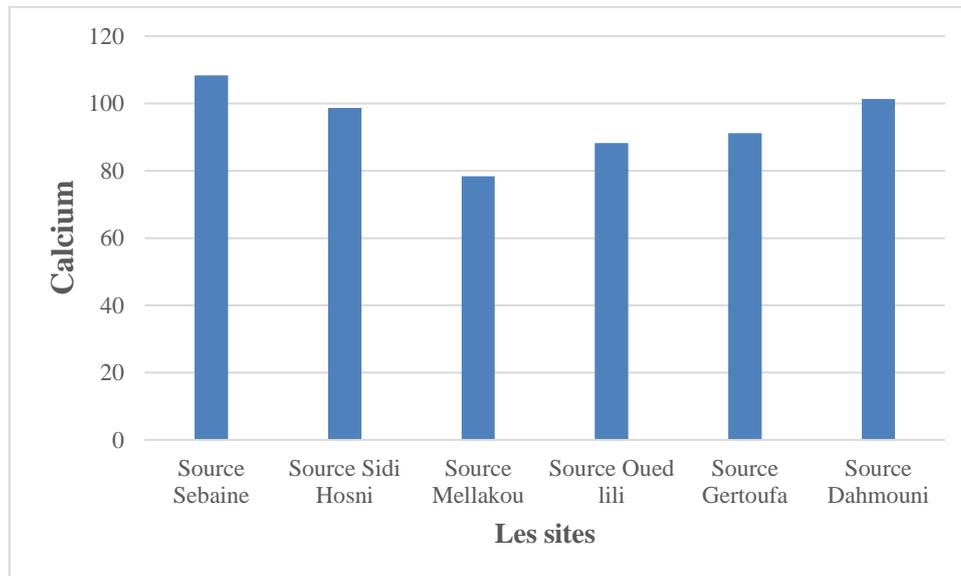


Figure 28 : Teneurs de calcium (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

L'analyse de la figure N°28, permet de remarquer que les teneurs en calcium oscillent entre une valeur minimale 78,4 mg/l enregistrée dans la source de Mellakou et une valeur maximale 108,3 mg/l au niveau de la source Sebaine.

Nous constatons, que la teneur en calcium dans toutes les sources est inférieure aux normes fixées par le (JORA, 2016) qui sont de 200 mg/l.

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier *et al.*, 2009).

Les effets indésirables qui sont surtout d'ordre organoleptique ou esthétique résultant de la présence du calcium dans l'eau potable peuvent provenir de sa contribution à la dureté (AWWA, 1990).

2.4. Magnésium (Mg^{2+})

Les résultats d'analyse de Magnésium, sont illustrés dans la figure suivante :

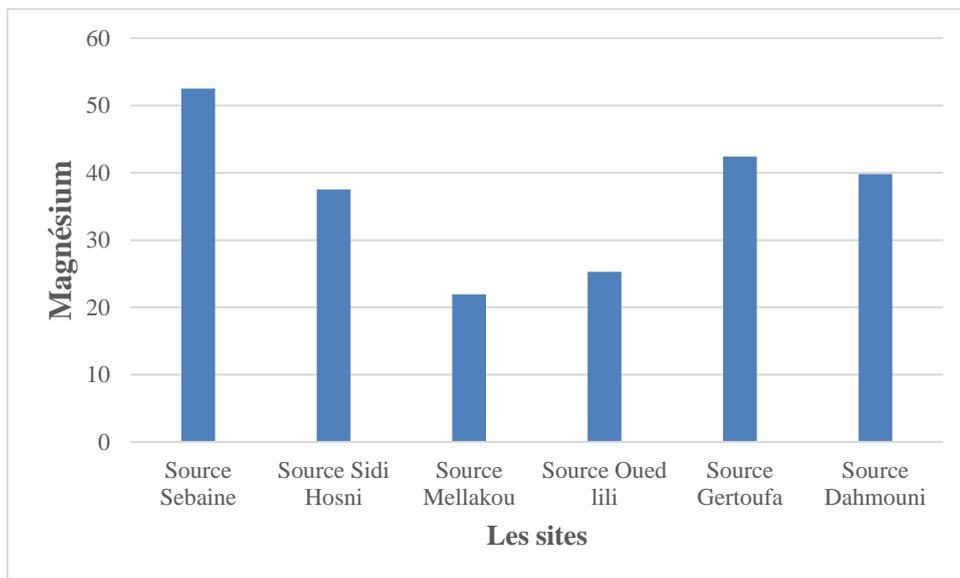


Figure 29 : Teneurs de magnésium (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les eaux étudiées présentent une faible teneur de magnésium, la concentration en Mg varie entre 52,5 mg/l source Sebaine et 21,9 mg/l au site de Mellakou. Ce qui conforme à la norme de la réglementation fixée par l'Algérie JORA (2016) et (<150mg/l).

2.5. Matières organiques

Les teneurs de la matière organique obtenus sont illustrés dans la figure ci-dessous :

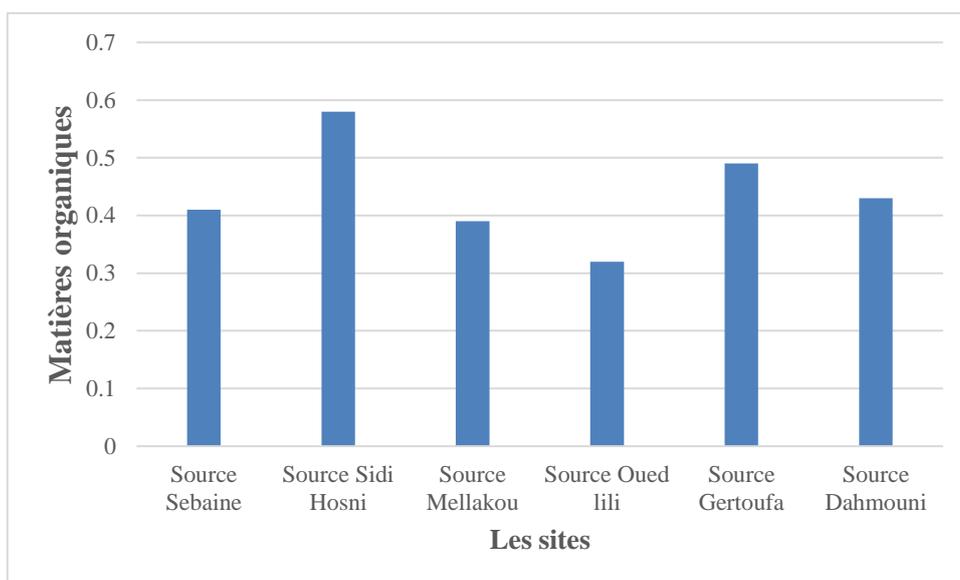


Figure 30 : Teneurs des matières organiques (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les teneurs en matière organique dans l'eau sont différents d'un site à un autre (Fig. 30), en effet ces valeurs sont comprises entre 0,32 mg/l valeur minimale enregistrée à la source de Oued Lili et 0,58 mg /l valeur maximale enregistrée au niveau de la source de Sid Hosni

Cette variation est due essentiellement à la diminution de la température de l'eau, car une eau froide contient une plus grande quantité de matière organique qu'une eau chaude (Hebert et Légaré, 2000).

2.6. Bicarbonate HCO_3^-

Les résultats d'analyse de bicarbonate, sont illustrés dans la figure ci-dessous :

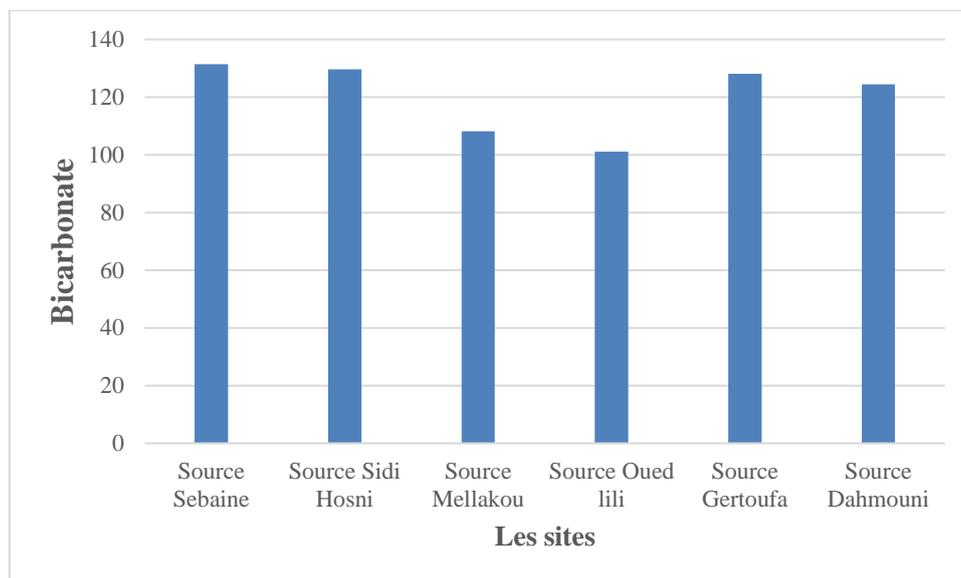


Figure 31: Teneurs de bicarbonate (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les résultats des analyses dans les sites échantillonnés varient entre 131,4 mg/l et 101,1 mg/l respectivement au niveau des sources de Sebaine et Oued Lili,

Concernant les ions de bicarbonates, il n'existe pas de concentration maximale admissible légale.

La variation de teneur en bicarbonate est expliquée par la dissolution de gaz carbonique. Les teneurs en HCO_3^- ne sont pas très variables durant les deux campagnes. Cela pourrait être expliquée par le séjour identique de l'eau dans l'aquifère (Bouroubi, 2009).

2.7. Nitrite, Phosphate et Ammonium

Les résultats d'analyse des Nitrite, Phosphate, Ammonium, effectuée sur les eaux des différentes sources, sont représentés dans le tableau 05 suivant :

Tableau 05 : Résultats des paramètres (Nitrate, Phosphate et Ammonium) des différents échantillons.

Paramètre	Nitrite mg/l	Phosphate mg/l	Ammonium mg/l
Source Sebaine	0	0	0
Source Sidi Hosni	0	0	0
Source Mellakou	0	0	0
Source Oued lili	0	0	0
Source Gertoufa	0	0	0
Source Dahmouni	0	0	0
Norme Algérienne	0,1	0,5	0,02
Norme OMS	-	0,5	-

Les résultats enregistrés montrent qu'il n'y a aucun signe de présence de nitrite dans les six échantillons, par conséquent ils sont situés dans les normes OMS (2006) et JORA (2016).

C'est une preuve de l'absence de pollution liée aux activités humaines (rejets urbains, industriels et surtout agricoles et élevage intensifs).

Les Nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque et la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des Nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier *et al.*, 2009).

Nous constatons également qu'il y-a une absence totale de phosphate dans les six échantillons analysés, cela signifie une absence de contamination qu'elle soit d'origine agricole (engrais phosphatés) ou autre.

La comparaison de ces valeurs avec celles fixées par l'OMS (2006) et la norme Algérienne JORA (2016) est (0,5 mg/l) prouve la conformité entre les deux, ce qui confirme l'excellente qualité des eaux analysées en termes de phosphate.

Effectivement, les Phosphate font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (Rodier *et al.*, 2009).

Comme il est indiqué dans la figure toutes les valeurs enregistrées montrent l'absence totale d'ammonium dans tous les échantillons.

Selon les valeurs fixées par l'OMS (2006) et la norme Algérienne JORA (2016) de potabilité ($<0,02$ mg/l), nous remarquons que les eaux analysées sont de bonne qualité en termes d'ammonium.

C'est une indication de l'absence de toute contamination d'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle.

Généralement la présence d'ammonium traduit une dégradation incomplète de la matière organique (Danel, 2017).

Selon Rodier *et al.* (2009), des teneurs supérieures à 0,5 mg/l constituent un indice de pollution, ce fait nos eaux ne sont pas contaminées par une pollution d'ammonium.

2.8. Sulfate

Les résultats d'analyse de sulfate, sont illustrés dans la figure 32 :

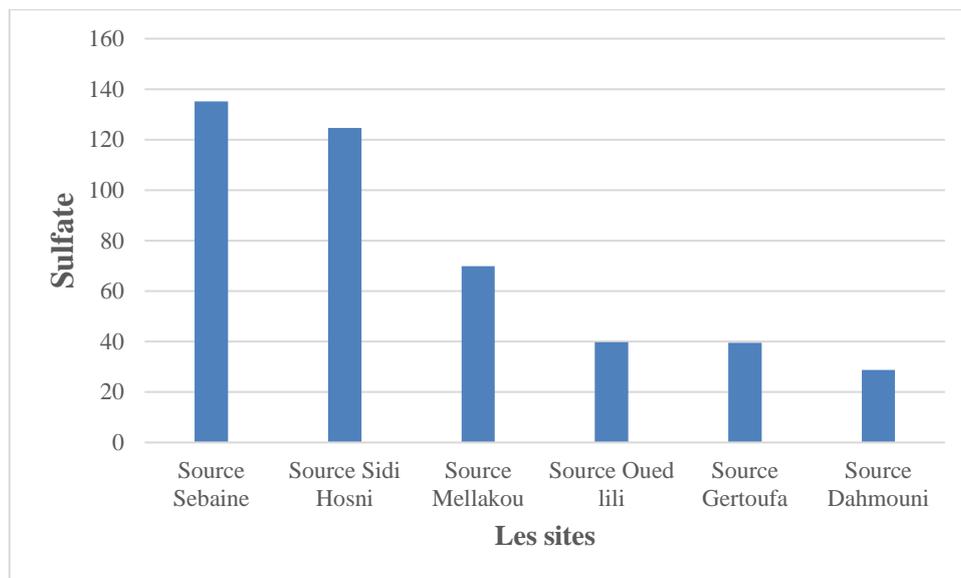


Figure 32 : Teneurs de sulfate (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

Les sulfates sont présents dans l'eau naturellement (proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux).

Comme il est indiqué dans la figure N° 32, la teneur la plus élevée est de 135,1 mg/l enregistrée au niveau de la source de Sebain, alors que la teneur la plus faible est celle de source Dahmouni avec 28,72 mg/l.

Les valeurs obtenues sont conformes aux normes OMS (2006) est (500mg/l) et la norme Algérienne JORA (2016) de potabilité (400 mg/l).

Selon Rodier *et al.* (2009), la présence du sulfate donne un mauvais goût à l'eau.

2.9. Nitrate

Les résultats d'analyse de nitrate, sont illustrés dans la figure ci-dessous :

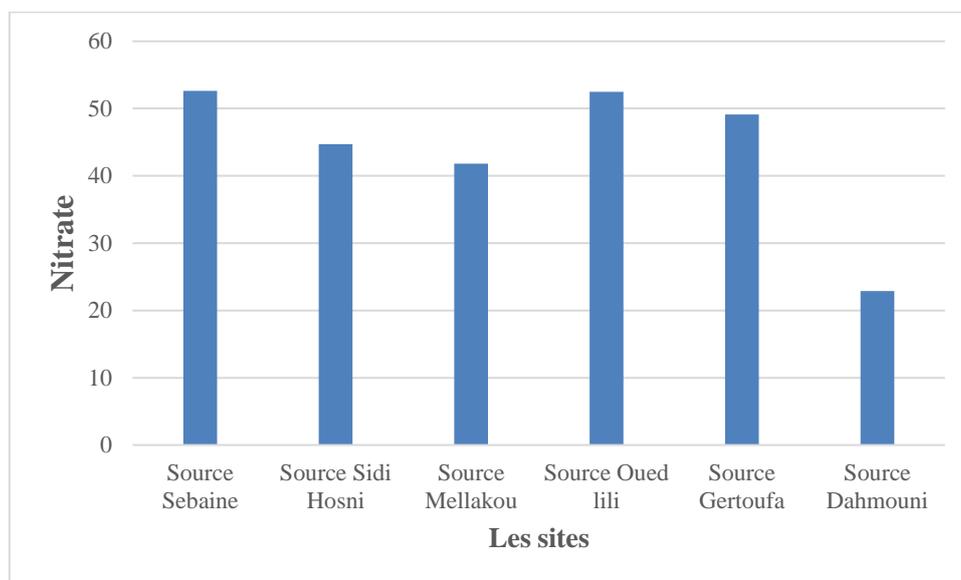


Figure 33 : Teneurs de nitrate (mg/l) dans les différentes sources d'eau étudiées.

L'examen de la figure N° 33, permet de constater que les eaux de nos sources ont une valeur de nitrate qui varie entre 22,89 mg/l et 52,65 mg/l respectivement dans les sources de Dahmouni et Sebaine.

Nous observons, que les teneurs de la source de sebaïn 52,65 mg/l et de Oued Lili 52,48 mg/l dépassent la valeur fixée par JORA (2016) et OMS (2006), qui est de 50 mg/l. Même les teneurs du nitrates dans les sources de Sidi Hosni (44,72 mg/l), Mellakou 41,8 mg/l et Gertoufa 49,1 mg/l sont élevées et proche que la valeur de la réglementation. De ce fait ces sources doivent faire objet d'une surveillance strict et une introduction de la consommation de ces eaux.

A partir des résultats obtenus, les eaux étudiées sont sujettes de risques de pollution par les nitrates à l'exception de la source de Dahmouni 22,89 mg/l.

Les nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels (Belghiti *et al.*, 2013).

3. Résultat bactériologique

Les résultats des analyses bactériologiques effectuées durant notre d'étude, sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau 06 : Résultats des paramètres bactériologiques des différents échantillons.

Paramètre	Coliformes totaux UFC/ml	Escherichia Coli UFC/ml	Entérocoques UFC/ml	Bactéries sulfito-réductrices UFC/ml
Source Sebaine	6	0	0	0
Source Sidi Hosni	0	0	0	0
Source Mellakou	2	0	0	0
Source Oued Lili	3	0	0	0
Source Gertoufa	4	0	0	0
Source Dahmouni	0	0	0	0
Norme Algérienne	10	0	0	0
Norme OMS	-	0	0	0

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont également très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la décroissance bactérienne après traitement.

D'après les résultats illustrés par le tableau N° 06, nous observons l'absence totale de coliformes totaux dans les sources de Dahmouni et Sidi Hosni.

Cela répond aux normes de potabilité exigées par l'OMS (2006), et la norme Algérienne JORA (2016), Ceci peut être en relation avec l'absence des rejets industriels. Elle peut-être potable sans aucun risque

Par contre, nous observons la présence des coliformes totaux dans les sources Sabaine, et de Oued Lili, source de Gertoufa, et Mellakou de avec des valeurs 6 UFC/ml, 3 UFC/ml, 4 UFC/ml, 2 UFC/ml.

Les coliformes totaux ne sont pas un signe de pollution, ces valeurs peuvent être dues à une contamination du flacon de prélèvements ou éventuellement suite au passage des animaux justes avant la prise de prélèvement. Alors leur présence ce n'est pas un indicateur de pollution, ou une contamination fécale.

Selon les résultats obtenus, aucun signe de présence des bactéries sulfito-réductrice a été remarquée durant la lecture de toute les sites échantillonnés, ce qui nous a permis de dire qu'il présente une conformité aux valeurs indicative de la norme Algérienne de potabilité JORA (2014) et la norme OMS.

Donc les eaux analysées sont de qualité acceptable pour le paramètre bactériologique relatif aux bactéries sulfito-réductrice.

Cette conformité résulte de l'absence des latrines et des fosses septiques susceptibles de causer une pollution fécale.

Escherichia Coli est l'une des bactéries les plus dangereuses, leur présence est l'un des paramètres les plus importants dans l'analyse bactériologique de l'eau, leur présence dans l'eau est un signe d'une pollution fécale d'origine animale ou humaine, et donc l'eau classée dans la catégorie « Mauvaise qualité bactériologique ».

D'après le tableau N° 06, aucun signe de présence d'Escherichia Coli dans tous les échantillons prélevés, donc ces eaux sont conformes aux normes de potabilité de l'OMS (2003) et les normes Algérienne JORA (2014), ce qui confirme que les eaux analysées sont de qualités acceptables en termes d'Escherichia Coli.

Selon l'OMS (2003), les coliformes fécaux se trouvent uniquement dans le système digestif des humains et des animaux. Leur présence dans les eaux naturelles et les sols indique une contamination par du fumier ou des eaux fécales provenant d'une source avoisinantes telle qu'une installation septique, les eaux d'égouts ou un parc d'engraissement.

Les Streptocoques fécaux sont aussi des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes.

Selon les résultats enregistrés, les streptocoques fécaux sont absents dans toutes les eaux échantillonnées ce qui présente une conformité avec la norme OMS (2003) et la norme Algérienne de potabilité JORA (2014).

Nous constatons que les eaux analysées sont de qualités acceptables par rapport aux streptocoques fécaux, ceci s'explique par une absence de rejets industriels.

En général, suite aux analyses physico-chimiques et bactériologiques qui ont porté essentiellement sur les sources de la région de Tiaret, il ressort que la totalité des paramètres physico-chimiques analysés, présentent une conformité relative aux valeurs indicatives des normes Algériennes de potabilité et des normes internationales de l'OMS.

Par ailleurs Les résultats des analyses bactériologiques obtenus révèlent que l'eau des échantillons analysés est généralement propre à la consommation humaine car ils répondent aux normes algériennes de potabilité même d'OMS.

Nous constatons aussi l'absence des germes pathogènes responsables de maladies hydriques (Coliformes, streptocoques et E. Coli), donc l'eau analysée est de bonne qualité bactériologique.

Conclusion générale

Conclusion

S'il est nécessaire de consommer de l'eau en quantité suffisante, il est également requis que cette eau soit de bonne qualité, saine et pure.

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but de caractériser la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de sources situées dans la wilaya de Tiaret destinée à la consommation humaine sans traitement préalable.

Suivant les informations recueillies, le choix des points de prélèvement s'est porté sur les sources suivantes : source Sebaine, sidi Hosni, Mellakou, Oued lili, Gertoufa et Dahmouni.

Les résultats obtenus sur le plan physique ont montré que le pH de ces eaux est correct, il est compris entre 6.98 à 7.53, leur conductivité électrique allant de 481 à 964 $\mu\text{S}/\text{cm}$, leur température est bonne, elle varie entre 16.3°C et 18.2 °C et la turbidité comprise entre 0.151 et 0.321 NTU. Toutes les valeurs sont conformes aux normes algériennes de potabilité et de l'OMS.

Sur le plan chimique, ces eaux sont également dans les normes dans la mesure où leur dureté est relativement élevée mais sans risque sur la santé du consommateur, le taux de sulfate, bicarbonate, ainsi que les teneurs en chlorures sont conformes aux normes nationales. L'absence d'ammonium, phosphore, nitrite, pour les six sources est synonyme d'absence de pollution.

Nous constatons aussi que les teneurs de la matière organique, calcium et de magnésium sont normales.

Nous s'apercevons par ailleurs, que les teneurs du Nitrate dépassent un peu les normes du JORA (2016) dans les deux sources, de Sebaine et Oued lili.

Les analyses bactériologiques effectuées sur les prélèvements ont démontrés l'absence des bactéries e-coli, des streptocoques, des Bactéries sulfite-réductrice pour les six sources. Alors, La consommation de l'eau de ces sources n'ont aucun effet sur la santé humaine.

Enfin il est recommandé et souhaité de mener régulièrement ce type d'études basée sur l'évaluation physico-chimique des eaux en les consolidant avec des analyses bactériologiques pour assurer une meilleure qualité des eaux potables.

Références bibliographiques

Achir, M. hellal, B. Réflexion sur les variations pluviométriques de la région de Tiaret (Algérie occidentale) durant la période : 1984-2015. Université Tiaret. 12 p.

ADE. 2021. Manuel des analyses de l'eau potable, rapport personnel Tiaret 43P.

Adjelan, M. Bourebaa, K. 2017/2018. analyses physico-chimiques et bacteriologique des eaux alimentation de quelque reservoirs de la Ville de Bejaia-Algérie. Memoire de Master Universite de Bejaia.page 73.

Alexander, Muller. 2012. Département Gestion des resource naterelles de l'environnement (FAO). L'eau et la securite alimentaire. 1ere et 2eme édution Paris page 75.

Aminot, A, Chaussepied , M. (1983). Manuels d'analyse chimique en milieu marin. 993 p.

ANDI. 2014. Wilaya de Tiaret. Invest in Algeria. 16.

Aouissi, L. Merabti, W. 2018/2019. Eau ; étude physico-chimique et bactériologique et développent d'un Système de traitement. Mémoire de Master. Science de technologie. Université de Gulema Page 120.

Attig, I. Bernoun, A. 2019/2020. Evaluation des propriétés physico-chimiques et bactériologiques des eauxde consommation de la ville de Bouira. Mémoire de Master: Biotechnologies Université de Bouira Page 109.

Ballouki, K. (2012). Etude de la Qualité Physico-chimique et Biologique de trois Sources dans la Région de Midelt (Haut Moulouya). Mémoire de Master Sciences et Techniques, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, 102 page.

Belghiti m.l.1., Chahlaoui a.1., Bengoumi d.2., el Moustaine, R. Etude de la qualité Physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe Plio-Quaternaire dans la région de Meknes (Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp. 21-36

Belghiti, M.L. Chahlaoui, A. Bengoumi, D. El Moustaine, R. (2013).

Bellahadj, S. Yahla-Dahmana, S. 2017/2018. Analyse de la qualité de l'eau suivant les norms de potabilité de quelques sources naturelle dans la commune de feraoun (wilaya de Bejaia)Mémoire de Master Univercité de bouira page 63.

Ben chabane, T. Hamdi, S. (2018). Caractérisation des eaux des sources de la région de yakourene suivi d'une étude comparative avec les eaux minérales (ifri, toudja, lalla khadidja). 101p.

Bencherrada Rafik. Le lac Tunis après l'aménagement, paramètres physico-chimique de l'eau et relation avec la croissance des macrolague.The lake group-B.P.14.La goulette-Tunisie.Marine Life(1) :29-44,1992.

Benkhettal, M. CHerfi,A. 2016/2017. Contribution à l'étude des paramètres physico-chimique et bactériologique des eaux des 04 sources Karstique de la région Nord-Est de Bejaia-Algérie Mémoire Master Université de Bejaia page 97.

Boualem Remini. Office des publication universitaires. Place central de Ben Aknoun (Alger). La problematique de l'eau en Algérie 2007, page 7-31

- Boucherbi, F. Sabour, N. 2018/2019.** Recherche de quelques bactéries des maladies à transmission hydrique au niveau de quelques sources d'eau de la wilaya de Bouira. Memoire de master: biodiversité et environnement Université de Bouira page 71.
- Bougherbi F, Sabour N. 2019.** Recherche de quelques bactéries des maladies à transmissions hydrique au niveau de quelques sources d'eau de la wilaya de Bouira. Mémoire de Master. Université de Bouira. Page 71.
- C.F.T., Conservation des forêts de la wilaya Tiaret., 2009.** Rapport annuel sur l'état des forêts de la wilaya de Tiaret.
- C.F.T., Conservation des forêts de la wilaya Tiaret., 2014.** Rapport annuel sur l'état des forêts de la wilaya de Tiaret.
- CHibane, K. Djennad, L. 2018/2019.** Caractérisation physico-chimique et dosage de quelques métaux lourds de certaines source d'eau de la région de M'chedallah wilaya de Bouira Memoire de Master Université de Bouira page 96.
- Christophe Lécuyer, iSTE editions. September, 2014.** Collection océanographie et biologie marine. L'eau sur la Terre, propriétés physicochimiques et fonctions biologiques page 15/
- Couillard, D., Lafrance P., Lessard s. UNIVERSITÉ DU QUÉBEC Canada.** Thèse. Evaluation de la qualité organoleptique de l'eau potable dans le réseau de distribution de East-Broughton (Beauce) et suggestion d'un procédé de traitement Institut national de la recherche scientifique.1992. Rapport scientifique No. 367.
- Cyriaque, D., Michel, M. Edgard-MARIUS, O. Benjamin. Christophe DE B.2008.** Environnement, Risques & Santé – Vol. 7, n° 4, juillet-août 2008.
- D.H.T., Direction d'hydraulique de la wilaya de Tiaret., 2016.** Rapport annuel sur l'état hydrologique de la wilaya de Tiaret.
- Dajoz, R. 1978.** Précis d'écologie. Paris : Bordas. 549P.
- Debbakh, A. 2012.** Qualité et dynamique des eaux des systems Lacustres en amont de l'Oued Righ. Memoire magister. Université de hydrolique. Page 176.
- Degremont, 2005.** Mémento technique de l'eau. Tom1 et 2, 10eme edition: Tec et doc. Page 1718.
- Derouaz, S. Belmadi, H. 2017/2018.** Etude de la qualité bactériologique de l'eau provenant du Barrage Tilesdit, traitée et distribuée dans deux communes de la wilaya de Bouira Memoire de Master Université de Bouira page 81.
- Derragui, I. Laribi, N. 2018/2019.** Etude comparative de la qualité d'eau de consommation de barrage Tilesdit et de forage Ouadhia. Memoire de master: biodiversité et environnement Université de Bouira page 85.
- DIOP, C (2006).** Qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et Vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de 4ème Etude approfondies de productions animales : Université Cheikh AntaDiop de Dakar (Sénégal), p, 43.

Direction Générale De la Santé. 2005. La qualité de l'eau potable en France: aspects sanitaires et réglementation. Paris. Vol 7

Djaffar, S. Ahmed, K. 2015. Laboratoire de recherche en sciences de l'eau (LRS-EAU) Ecole nationale Polytechnique, El Harrach, 16000, Alger, Algérie. B.P.N°182.

Durand, M. Favar, P. 1972. La cellule, Edition Hermen, Paris. Page 205.

Emiric, B, Pascal, P. 2009/2010. Edition académie Versailles. Page 13.

Emmanuel, J. 2007. Agence de l'eau Saine-Normandie. Direction des Bocages Normands. 14200 – Saint-Clair.

FAO. 2004. L'eau, L'agriculture et l'alimentation. Une contribution au Rapport mondiale sur la mise en valeur des ressource en eau. Page 67.

Flahaut, S. Auffray, Y. & Boutibonnes, P. (1997). Les entérocoques dans l'environnement proche de l'homme. Canadian Journal of Microbiology, 43(8), 699–708.

Guiraud, J. 1980. Microbiologie alimentaire. Edition Dunod. Paris. 101. Page 105.

Haboul, A. Touati, A. 2018/2019. Contribution à évaluation de la potabilité des eaux dans quelques régions de la wilaya de Bouira. Memoire de Master: Biodiversité Université de Bouira page 97.

Hadj, CH. 2019/2020. Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (tiaret) et puits de Daia (Ghardaia).Mémoire de Master : Science et technologies .université de Ghardaia 87.

Haslay, C., Leclere, H. (1993). Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition TEC et DOC. Lavoisier Paris. ISBN 2-85206-918-0. Pp70-101.

ISO, (1994). Qualité de l'eau, dosage des nitrites, méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire, NA (1657), ISO 6777, Ed. INAPI, Edition et diffusion, Alger.

Jean Barbier. L'origine du Fluor dans les eaux de sources de France. Orléan France(2012) 7-16.

Journal Officiel de la République Algérienne (2016). Décret exécutif n° 11-125 JO N°18. Fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations. ,

Karboua, A. Boutrik, H. 2019/2020. Etude comparative des analyses bactériologiques de quelques sources d'eau de la commune de HAIZER wilaya de Bouira. Memoire Master. Biodiversité et environnement Université de Bouira 98.

Kherifi, W. Bekiri, F. Division Eau, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Biskra, Algérie. No 14 (2017) p10.

la région de Meknes (Maroc).Lahryss Journal, ISSN 1112-3680, n° 14, juin 2013, pp. 21-36

Limas, J. 1985. Hydrologie générale, Principe et application. Edition Gaetan marion. Page 6.

- Martine L.** Contribution à l'étude de la dissolution dans l'eau entre 100 et 200° C, sous diverses pressions de CO₂ et application à la synthèse des minéraux argileux. Année 1965 Laboratoire de minéralogie 16 Rue pierre curie Paris 88-2 pp. 223-253.
- Miara, M, D.** Contribution à l'étude de la région du massif de Guezoul (Tiaret). Thèse de magistère université senia Oran (Algérie) 2011. 167 p.
- Moudjahed, M. Koudjabache, K. 2016/2017.** Contrôle et évaluation de la qualité de l'eau utilisée dans la laiterie LFB-Boudouaou. Mémoire Master, Spécialité: eau, santé et environnement université de Bouira page 64
- Musy A. (2009).** Hydrologie 2^{ème} science pour l'ingénieur. 1^{ère} Édition ISBN 978-2-88074-798-5. 1p.
- Naegeli, Otto. "Dysenterie".** Blutkrankheiten und Blutdiagnostik, Berlin, Boston: De Gruyter, 2020, pp. 579-579.
- Ngalamulume LL, Katangala JPB, Kabamusu GT, Kapambu R, Kalala BB, Mbanza P, Lukadi S, Bantukujika FB, Bakatubala AB, Lusamba AN.** Analyse microbiologique de l'eau de boisson de différentes sources consommées par la population de la Province du Kasai Central : Cas de la Zone de Santé Rurale de Mutoto.. Revue de l'Infirmier.Mutot. Congo. 2021 ; fréquence.5(1) :1-8.
- Nichane, M et Khelil, M.A. (2015).** Changements Climatiques et ressources en Eau en Algérie, Département d'Écologie et Environnement Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Larhyss journal, n°21, mars 2015, pp23
- Organisation Mondiale De La Santé (OMS). 2006.** Directives de l'OMS pour l'utilisation sécuritaire des eaux usées. Volume II, eaux usées en agriculture, 222p.
- Organisation Mondiale De La Santé (OMS). 2007.** Codex Alimentarius. 00153 Rome, Italie
- Ozenda, 1982.** Les végétaux dans la biosphère. Ed Doin Paris 431p.
- Philippe, H. Gérard, G. Christophe, L. 2009. Eau et Santé. Édition ALN Réf : 8119.
- Ramade F. 2003.** Éléments d'écologie. Écologie fondamentale ; cours. Paris : Dunod. 690p.
- Remini, B.** La problématique de l'eau en Algérie du Nord. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 08, Juin 2010, pp. 27-46.
- Rodier, j. Legube, B. Merlt, N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Ed. Dunod, 1579p.
- Salem, A, 1990,** Stratégies de la gestion des eaux dans le bassin méditerranéen. Actes de la conférence d' Alger V2 pp 130-160.
- Sarraliin (P.), Akakpo (A.J.) Bornarel (P.)** urbanisation et rage en zone tropicale. Paris. 1989. issn : 2-7099-0945-5.p515.
- Smaili, M, Touati, Ab. 2017/2018.** Contribution à la caractérisation des eaux de cinq source dans le bassin versant de Boussellam, Sud-est de Bejaia-Algérie Université A-Mira –Bejaia page 108
- Wever, Patrick.** L'eau de la vie, Les Ulis : EDP Sciences, 2021, pp. 7-8

Wurtz, A. (1946). Rôle et importance des bactéries dans l'eau. Bulletin Français de Pisciculture, (143), 80–88.

Zekri, M. Mansouri, N. 2019/2020. Evaluation de la qualité microbiologique de l'eau potable. Memoire diplome Master: Microbiologie appliquée Université de Bouira page68

Zidane, M. 2018/2019. Apport de la télédétection et des SIG pour le suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage de Telesdit dans la wilaya de Bouira. Memoire de master: Ecologie et Environnement universite de Bouira Page116.

[// \(consulté le : 20/06/2021\)](https://www.pinterest.com/pin/639863059532047409_eau_de_source)

[www.google.com/search?q=\(agrokalm\)&client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00kSxh6goXfgu8an7fUPBiyvbD8Fw:1624833881128&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj4urby8bjxAhVv8OAKHcWPCXkQ_AUoA3oECAEQBg&biw=1366&bih=643](http://www.google.com/search?q=(agrokalm)&client=firefox-b-d&sxsrf=ALeKk00kSxh6goXfgu8an7fUPBiyvbD8Fw:1624833881128&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj4urby8bjxAhVv8OAKHcWPCXkQ_AUoA3oECAEQBg&biw=1366&bih=643) (Consulté le : 20 /06/2021).

https://www.cieau.com/connaitre-leau/leau-dans-la-nature/eau-douce-tout-savoir/eau_de_surface (consulté le : 20/06/2021)

<https://www.banquedesterritoires.fr/localtis-11-juin-2020//> (Consulté le :20/06/2021)

https://www.rtflash.fr/sites/default/files/imagecache/format_article/des_micro-organismes_anaerobies_capables_de_degrader_des_polluants_0.jpg(consulté le : 20/06/2021).

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DtZ7s_WrcsDs&psig=AOvVaw0KLeEFLzDEJkX6cuYfZf_C&ust=1624312361151000&source=images&cd=vfe&ved=cycle_de_l'eau

<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSq4t43YOIbFtLirB8Lf5pvX26OUiMz2eYzqQ&usqp=CAU> molécule de l'eau

<http://agrokalm/wp-content/uploads/2017/11/Microbiologiques.jpg>

<http://serviceau.com/wp-content/uploads/2016/03/7.jpg>

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=%28Experteau>

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=%28Experteau>

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=%28Experteau>

Adresse URL : <http://www.tutiempo.net>

Résumé

L'appréciation de la qualité des eaux se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques, indicateurs qualité de l'eau.

C'est dans ce cadre que cette étude a été entreprise pour diagnostiquer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des sources dans la wilaya de Tiaret consommées sans traitement préalable. Ainsi, des prélèvements d'échantillons d'eau ont été effectués au niveau de 06 sources localisées, généralement dans des zones agricoles où le risque de pollution est élevé.

A l'issue de cette étude il s'est avéré que la quasi-totalité des paramètres analysés sont conformes aussi bien à la réglementation nationale en matière de potabilité de l'eau qu'à celle de l'OMS.

Néanmoins, les sources de sebaine et oued lili ont un taux élevé en nitrate.

Suite à ces résultats nous concluons que la source de Dahmouni est la seule source où on peut consommer ces eaux sans danger et risque pour la santé humaine.

Pour se prémunir de ces risques, les eaux de sources doivent être surveillées et contrôlées régulièrement en vue de respecter les normes requises de qualité physico-chimiques et bactériologiques, fixées par l'organisation Mondiale de la santé.

Mots clés : Eau de source, Qualité physico-chimique, Qualité bactériologique, Tiaret.