



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد الطارف

**Université Chadli Bendjedid. El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie**

Mémoire de fin d'étude

**Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II en
« Agroenvironnement et Bioindicateurs »**

THEME

**La qualité physique-chimique et microbiologique
et aptitude à l'irrigation des eaux de quelques
sources de la région D'el Tarf**

Présenté Par : M^{elle} Berbiti Kaouther

Soutenu le 24/06/2024

Devant le jury :

Président :	BECIR F (MCA)	U. Chadli Bendjedid. El Tarf
Examineur :	LARHAM A-B. (MCB)	U. Chadli Bendjedid. El Tarf
Promoteur :	DELIMI A (MCA)	U. Chadli Bendjedid. El Tarf
Co-promoteur :	MOUISIE S (MCB)	U. Chadli Bendjedid. El Tarf

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciement

Il est convenable, en de telles circonstances d'adresser nos remerciements au-delà d'une simple tradition à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

En second lieu, je tiens à remercier mon encadreur Dr DELIMI Amel ses précieux conseils et son accompagnement durant toute la période du travail.

Mes remerciements particuliers vont spécialement à Mme MOUISSI Samia pour son aide et ses précieux conseils durant la réalisation de mon travail.

Mes vifs remerciements également à Dr. BECIR Farida à la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Bendjedid d'El Tarf, d'avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et qui a bien acceptée de me faire le grand honneur de présider le Jury de ma soutenance.

Mes remerciements s'adressent à Dr. LARHAM Aïcha Beya à la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Bendjedid d'El Tarf, d'avoir acceptée d'examiner, d'évaluer ce travail et de siéger au jury de ma soutenance.

J'adresse mes sincères remerciements à Mme MERDAS Salïha, chef du laboratoire d'analyse de l'eau. Nous espérons que vous trouverez ici l'expression de ma profonde gratitude pour l'aide continue que vous m'avez apportée.

Dédicace

Je remercie Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la santé, le courage Et la volonté d'entamer et de terminer ce modeste travail.

Je dédie ce travail à la femme plus douce, la plus précieuse ma première Mère (Chahra) que Dieu la protège.

A mes très chère parents qui m'ont doté d'une éducation digne, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, et pour le gout à l'effort qu'ils ont suscité en moi par leur rigueur.

Je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère, je ne saurai Point vous remercier comme il se doit.

A mes très chers frères et ma sœur Okba, Monia, Mohamed .

Mes remerciements s'adressent aussi à tous mes professeurs.

A toutes mes chères amies : Dalia , Lina , Rayen , Racha .



BERBITI KAOUTHER
BERBITI KAOUTHER

Résumé

Les ressources en eau souterraine présentent un important potentiel hydrique pour l'alimentation en eau potable des agglomérations. Considérées comme vulnérable elle est directement affectée par l'accroissement repéré de la population implanté à proximité.

Dans ce contexte nous avons établis ce travail qui base sur l'étude de la qualité de cinq sources (Bordim, Bouglez, Melloul, Ain ayeche et Hammam) situées dans le Nord-est Algérien (la wilaya d'El Taref) sur la base d'une série d'analyse physico-chimique (PH, T°, la conductivité, la salinité, taux des sels, calcium, magnésium, la turbidité et le titre alcalimétrique complet) qui ont été effectuées au sein du laboratoire central des eaux à Bouthelja. L'analyse spatiotemporelle des résultats des eaux des sources étudiées, a montré que ces eaux restent de bonne qualité physico chimique pour la consommation humaine. Ainsi, la mesure des débits à montré la variation et l'importance de chaque source.

Mots clés : eaux de sources, qualité physico-chimique, irrigation, El Taref.

Abstract

Groundwater resources have significant water potential for supplying drinking water to urban Nareas. Considered as vulnerable, it is directly affected by the observed increase in the population located nearby. In this context we have established this work which is based on the study of the quality of five sources (Bordim, Bouglez, Melloul, Ain ayeche et Hammam) located in the North-East of Algeria (the wilaya of El Taref) on the basis of of a series of physico-chemical analyzes (PH, T °, conductivity, salinity, level of salts, calcium, magnesium, turbidity and the complete alkalimetric strength) which were carried out in the central water laboratory at Bouthelja, The spatiotemporal analysis of the results of the waters from the sources studied showed that these waters remain of good physicochemical quality for human consumption. Ainst, the measurement of the flows showed the variation and the importance of each source were carried out within the central water laboratory

Key words: sping water, physico-chimical quality, irrigation, El Taref.

ملخص

تمتلك موارد المياه الجوفية إمكانات مائية كبيرة لتزويد المناطق الحضرية بمياه الشرب. نظرًا لكونه ضعيفًا، فإنه يتأثر بشكل مباشر بالزيادة الملحوظة في عدد السكان القريين. في هذا السياق قمنا بتأسيس هذا العمل الذي يقوم على دراسة جودة خمسة مصادر (بورديم ، بوقلاز ، ملول ، عين لعاش، لحمام) الواقعة في شمال شرق الجزائر (ولاية الطارف) على أساس لسلسلة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحموضة، درجة الحرارة، التوصيل، الملوحة، مستوى الأملاح ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، التعكر والقوة القلوية الكاملة) والتي تم إجراؤها في مختبر المياه المركزي في بوتلجة أظهرت تحليل نتائج المياه من المصادر المدروسة أن هذه المياه لا تزال ذات جودة فيزيائية كيميائية جيدة. كما اظهر قياس التدفقات تباين و أهمية كل مصدر تم اجراؤه داخل المختبر الكيميائي.

الكلمات المفتاحية : مياه اليباييع- الجودة الفيزيائية و الكيميائية- الري- الطارف.

Liste des figures

Figure 1: Cycle de l'eau hydrologique (Bouziyani ; 2000)	03
Figure 2: présentation des eaux souterraine (Ayad, 2017).	04
Figure 3: Source d'eau	06
Figure 4: Typologie de source par émergence	06
Figure 5: Typologie de source par déversement	07
Figure 6: Typologie de source par débordement	08
Figure 7: Typologie de source par de nappe captive	08
Figure 8: Vue satellitaire des deux sources Bouglez et Bourdim dans la région de Bouteldja (Google Earth, 2022).	13
Figure 9: Vue satellitaire des deux sources Ain ayeche et Al hammam dans la région de Tarf (Google Earth, 2024).	17
Figure 10: Vue satellitaire de sources Malloul dans la région de Tarf (Google Earth, 2024).	19
Figure 11: La source de Bouglez (Berbiti K. 2024).	22
Figure 12: La source de Bourdim (Berbiti K. 2024).	22
Figure 13 : La source Malloul (Berbiti K. 2024).	23
Figure 14 : La source Ain-ayeche (Berbiti K. 2024).	23
Figure 15 : La source Hammam (Brbiti k 2024).	24
Figure 16 : Mesure de la température. (Berbiti K. 2024)	26
Figure 17 : PH mètre (Berbiti.k) 2024	27
Figure 18 : Mesure de la turbidité (turbidimètre) (Berbiti K. 2024).	28
Figure 19 : Mesure de la conductivité (Berbiti K.2024).	29
Figure 20 : Mesure de TAC (Berbiti K.2024)	30
Figure 21 : Dosage de TH (Berbiti K.2024)	31
Figure 22 : La présence des Nitrites (Berbiti K.2024)	33
Figure 23: La présence de Calcium (Berbiti K.2024)	34
Figure 24 : Masure de la matière orgiaque (Berbiti K.2024)	35
Figure 25 : Mesure du ct et ctt et sf (Berbiti K.2024).	37
Figure 26 : Variation de la température des eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024	41

Figure 27 : Variation du pH au niveau des eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et mai 2024	42
Figure 28 : Variation de la turbidité au niveau des eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et mai 2024	42
Figure 29 : Variation du total des solides dissous dans les eaux du cinq sources pondant Novembre 2023et mai 2024.	43
Figure 30: Variation de la salinité dans les eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et Mai 2024	44
Figure 31: Variation de la conductivité dans les eaux des cinq sources le novembre 2023 et mai 2024.	45
Figure 32 : Variation du titre alcalimétrique complet dans les eaux des cinq sources le novembre 2023 et mai 2024	46
Figure 33: Variation du titre hydrotimétrique (T.H.) dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024	46
Figure 34: Variation du Chlorure (cl-) dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024	47
Figure 35: Variation du magnésium dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023 et mai 2024	48
Figure 36 : Variation du Calcium dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023 et mai 2024.	49
Figure 37 : Variation du l'ammonium dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023 et mai 2024.	50

Table des matières

Dédicace	I
Remerciement	II
Résumé / Abstract / ملخص	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Introduction Générale	01
	02
CHAPITRE I : Partie bibliographie	
I.1. Généralité sur l'eau	02
I.2. Cycle de l'eau.....	02
I.3. Les sources hydriques naturelles	03
I.3.1. Les eaux de mer.....	03
I.3.2. Les eaux de pluie.....	03
I.3.3. Les eaux de surface	04
I.3.4. Les eaux souterraines	04
I.4. Importance de l'eau.....	05
I.5. Les sources	05
I.5.1 Sources d'émergence	06
I.5.2 Sources de déversement	07
I.5.3 Source de débordement	07
I.5.4 Sources liées à une nappe captive	08
I.6. Classification des sources.....	08
I.7. Qualité des eaux	09
I.7.1 Qualité organoleptique	09
I.7.2 Analyses physico-chimique.....	10
I.7.3 Qualité bactériologique	10
I.8. Les maladies à transmission hydrique.....	11
A- Choléra	12
B- Fièvre typhoïde	12

C- Dysenterie	12
D- Diarrhées infectieuses	12
CHAPITRE II. Présentation des zones d'étude.....	13
II.1. Situation géographique de la zone Bouteldja.....	13
II.1.1 Caractéristiques géomorphologiques	13
III.1.2.1 Le complexe alluvial de la vallée de l'oued El Kébir Est.....	14
II.1.2.2 Les oueds	14
II.1.2.3 Les collines	14
II.1.3 Les Géologie	14
II.1.4 Caractéristiques climatiques.....	15
II.1.4.1 Les précipitations... ..	15
II.1.4.2 L'humidité relative de l'aire	15
II.1.4.3 Le vent	15
II.1.4.4 Type de climat.....	15
II.1.5 Le couvert végétal.....	15
II.2. Situation géographique de la zone El Aioun.....	16
II.2.1. Caractéristiques géomorphologiques	17
II.2.2. Caractéristiques climatiques	17
II.2.3. Le couvert végétal.....	18
II.2.4. Contexte biologique... ..	18
II.2.5. Contexte socio-économique	18
II.3. Situation géographique de la zone Oum Theboul.....	18
II.3.1 Caractéristiques géomorphologiques... ..	19
II.3.2 Géologie.....	19
II.3.3 Le couvert végétal... ..	20
II.3.4 Contexte biologique... ..	20
II.3.5 Contexte socio-économique	20
II.3.6 Caractéristiques géomorphologiques... ..	20
II.3.7 Caractéristiques climatiques	20
CHAPITRE III : Matériels Et Méthode.....	21
III. Introduction.....	21
III.1. Présentation du milieu d'étude (stations d'échantillonnage)	21

III.1.1. La source de Bouglez...	22
III.1.2. La source Bourdim	22
III.1.3. La source Malloul.....	23
III.1.4. La source Ain-ayeche	23
III.1.5. La source Hammam.....	24
III.2. Matériel de prélèvement	24
III.3. Condition d'échantillonnage	24
III.4. Transport et conservation des échantillons.....	25
III.5. Les analyse de l'eau	25
III.6. Etude des paramètres physico-chimiques	26
A- La Température (T)	26
III.7. Paramètres chimiques	29
a. Titre alcalimétrique complet.....	29
b. Dosage du TH ou titre hydrotimétrique	30
c. Le magnésium (Mg+).....	31
d. Ammonium (NH ₄ ⁺).....	32
e. Nitrites (NO ₂ ⁻)	33
f. Nitrates (NO ₃ ⁻).....	33
g. Calcium (Ca+)	33
h. Chlorures (Cl-).....	35
i. Matière orgiaque MO	36
III.8. Etude des Paramètres bactériologique	37
III.8.1. Dénombrement des coliformes et streptocoques par filtration sur membrane	38
III.8.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux.....	39
CHAPITRE IV : Résultats et interprétations	41
IV.1. Interprétation des résultats physico-chimiques	41
IV 2. Interprétation des résultats bactériologique	51
Discussion	51
Conclusion	52
Référence... ..	53

Introduction

Introduction Générale

L'eau est essentielle à la vie et constitue un élément central dans diverses activités humaines et environnementales. Dans l'agriculture, l'eau est un élément vital pour assurer la croissance des cultures et la production alimentaire, de nombreux systèmes agricoles dépendant des ressources en eau naturelles telles que les sources, les rivières et les puits.

Les ressources naturelles acquièrent une importance cruciale à travers la planète, parmi lesquelles les sources d'eau douce occupent une place essentielle, notamment pour l'irrigation. Les sources naturelles d'eau sont vitales pour soutenir la vie végétale et animale, ainsi que pour répondre aux besoins humains fondamentaux tels que l'approvisionnement en eau potable et l'irrigation des cultures. En effet, l'irrigation est indispensable pour garantir la sécurité alimentaire et la durabilité agricole, en permettant la croissance et le développement des cultures dans les régions où les précipitations sont insuffisantes. Par conséquent, la préservation et la gestion durable des sources d'eau douce sont essentielles pour assurer la sécurité alimentaire mondiale, la santé environnementale et la prospérité économique à long terme. **(Jiang 2010)**

Les eaux souterraines en Algérie constituent une ressource vitale en eau douce, mais elles font face à des défis majeurs en raison de la pollution de surface. Ce type de pollution est causé par plusieurs facteurs, notamment la pollution industrielle, agricole et urbaine provenant des systèmes d'assainissement. Ces différentes sources de pollution affectent la qualité des eaux souterraines, les rendant parfois impropres à la consommation humaine et à un usage agricole. **(Ayad, 2017)**

L'objectif du présent travail est d'évaluer qualité physico-chimiques et microbiologiques et aptitude à l'irrigation des eaux des cinq sources (Boglez, Bourdim, Maloul, Ain ayech, Hammam).

Partie I

Bibliographie

I. 1. Généralité sur l'eau :

Nom féminin du latin aqua, incolore, inodore, insipide, L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécule de H₂O, elle est un très bon solvant, et dissout un grand nombre de corps ioniques, comme les sels en donnant des ions, ainsi que certaines substances chimiques toxiques ou non formées de molécules polaires (**Metahri, 2012**).

La majeure partie de l'eau 97% est contenue dans les océans, et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'Homme. Les 3% d'eau douce restants ne sont toutes fois pas entièrement disponibles pour l'Homme. En effet, environ 68,3% de celle-ci se présente à l'état solide dans les glaciers et 31,4% seulement se trouve à l'état liquide dans les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce, les rivières et l'eau contenue dans la matière vivante. Une faible proportion de ces 31,4% est sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère. (**Assouline. Jet Assouline. 5., 2007**).

I. 2. Cycle de l'eau :

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature et sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère. L'eau s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts, elle est condensée sous forme de nuages et ensuite transportée dans le ciel par vents. Dans le ciel, les nuages se condensent sous forme de vapeur d'eau autour des particules de poussières, puis tombent en précipitations sous forme de pluie ou de neige, sous l'action de phénomènes météorologiques complexes où interviennent surtout les vents et les différences de températures (figure n°01). L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol où elle s'infiltré et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse -des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée (Bouziani ; 2000). Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières à leur source ou par le biais d'un affluent.

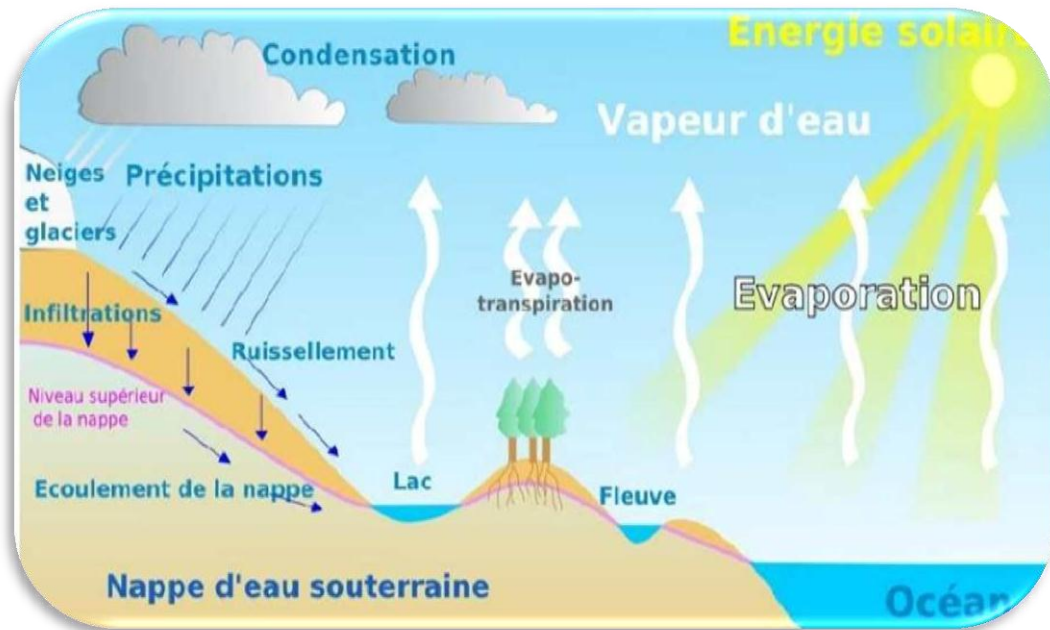


Figure 01 : Cycle de l'eau hydrologique (Bouziani ; 2000)

I. 3. Les sources hydriques naturelles :

On trouve quatre sources principales d'eau brutes : **les eaux de pluie, les eaux de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines**. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant.

I. 3.1 Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (Desjardins, 1997 ; OFEFP, 2003 in Ayad, 2017).

I. 3.2 Les eaux de mer :

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Ces eaux sont caractérisées par une grande salinité (varie de 33000 à 37000 mg. L⁻¹), elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres ». Ce qui rend l'utilisation de ces eaux difficiles, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (Boeglin, 2009 in Ayad 2017)

I. 3.3 Les eaux de surface :

Qualifie toutes les eaux naturellement ouvertes sur l'atmosphère, y compris les fleuves, les rivières, les lacs, les réservoirs, les ruisseaux, les lacs de barrage, les retenues collinaires, les mers, les estuaires, etc. Le terme s'applique également aux sources, aux puits et autres collecteurs d'eau qui subissent directement l'influence des eaux superficielles. En aquarium, l'interface eau/air, couramment appelée eau de surface, correspond aux eaux superficielles (Ayad, 2017)

I. 3.4 Les eaux souterraines :

On entend par « eau souterraine » l'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels que les sables et les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée Comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain (Myrand, 2008 in Ayad, 2017).

Le niveau de l'eau souterraine, au-dessous duquel les roches ou sédiments sont saturés, est appelé nappe phréatique. On trouve aussi de l'eau au-dessus de la nappe phréatique, dans la zone non saturée, par exemple sous forme d'eau du sol, mais cette eau n'est normalement pas exploitée par l'homme et on ne pas la considérée comme une eau souterraine (Fig.2)

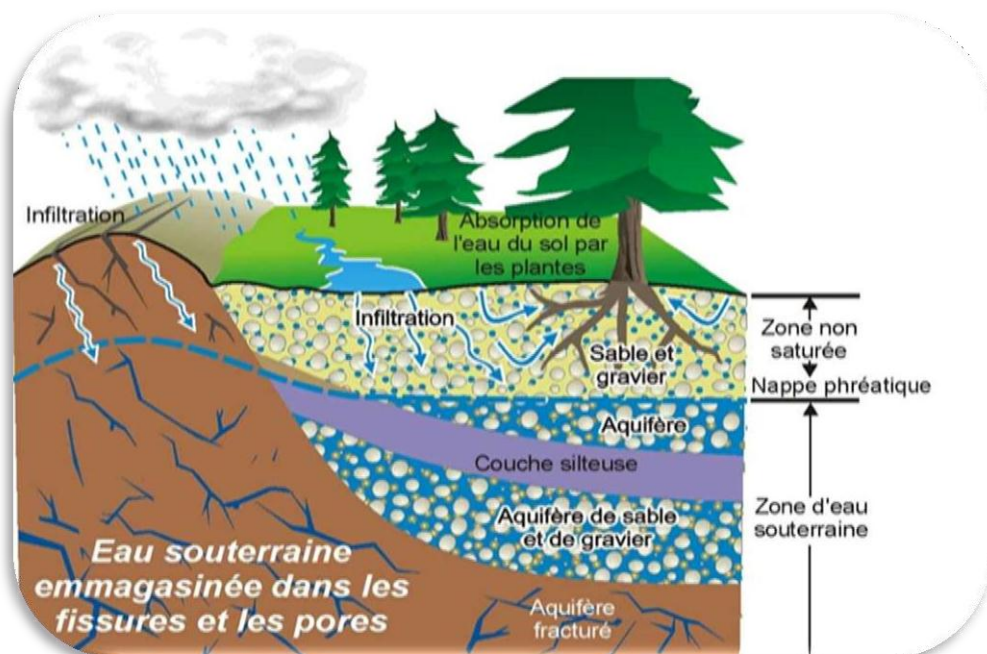


Figure 02 : présentation des eaux souterraine (Ayad, 2017).

I. 4. Importance de l'eau:

L'eau est une matière première exceptionnelle puisqu'elle est essentielle à toute forme de vie, qu'elle soit humaine, animale ou végétale. Elle a toujours été considérée comme une ressource largement disponible et renouvelée. L'eau est d'une importance biologique et économique capitale, l'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. L'eau est à la fois un aliment; éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique, et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples mais s'agissant de santé humaine, ils sont dominés par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie et l'artisanat, les loisirs aquatiques dont la baignade et surtout la fourniture collective ou individuelle d'eau potable, utilisable à des fins alimentaires (eaux de boisson, cuisine) mais aussi domestiques et d'hygiène (Jiang 2010)

L'eau est le principal constituant des corps humains, la quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litre d'eau pour une personne de 70 Kilogrammes. Outre d'être le constituant des cellules, l'eau remplit les fonctions suivantes:

- Participe aux nombreuses réactions chimiques dans le corps humain.
- Assure le transit d'un certain nombre de substances dissoutes indispensables aux cellules.
- Permet l'élimination des déchets métaboliques.
- Aide au maintien d'une température constante à l'intérieur du corps (monod, 1989).

I. 5. les sources :

Une eau de source selon le décret 89-369 du 06 juin 1989 relatif aux minérales naturelles et eaux potables pré-emballées est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine. Contrairement à l'eau minérale naturelle, sa composition n'est pas systématiquement stable. Une source est très souvent à l'origine d'un cours d'eau ruisseau d'une rivière ou même d'un fleuve et dont la qualité physique-chimique et microbiologique doit respecter sans traitement les critères de potabilité des eaux destinées à la consommation humaine.



Figure 03 : Source d'eau

I. 5.1 Sources d'émergence :

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner.

Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (Gomella et Guerree ; 1980)

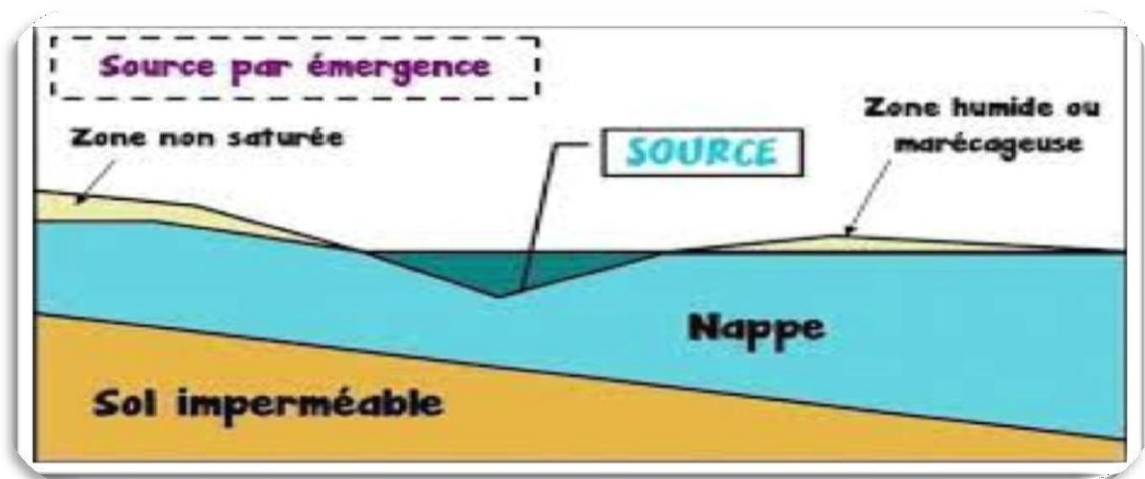


Figure 04 : Typologie de source par émergence

I. 5.2 Sources de déversement :

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible, pratiquement constant et peuvent facilement tarir, Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (**Bonnin ; 1982**).

Elles naissent sur les pentes ou des grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée), généralement leur débit est faible (**Bouziani,2000**).

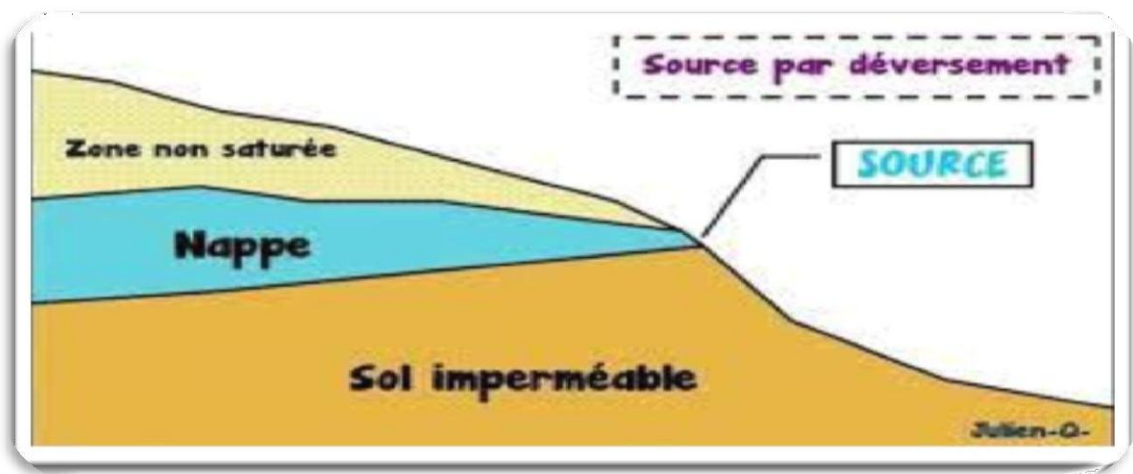


Figure 05 : Typologie de source par déversement

I. 5.3 Source de débordement : (sources de trop plein)

Provenant d'une nappe de débordement, située au contact ou au voisinage du toit imperméable de l'aquifère (**Shoeller, 1955**).

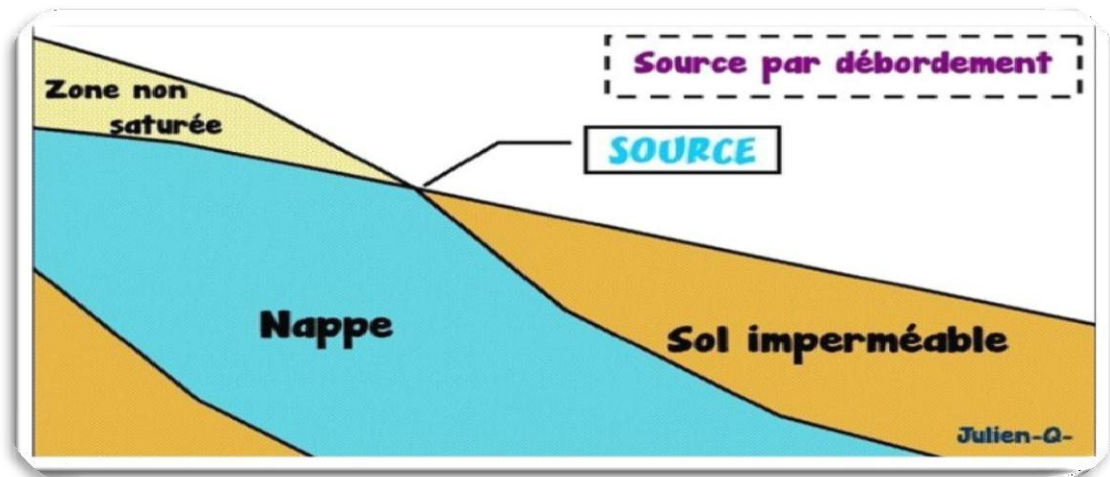


Figure 06 : Typologie de source par débordement

I. 5.4 Sources liées à une nappe captive :

Existent uniquement en cas de nappe captive sous charge. La surface piézométrique se situe au-dessus du sol. L'eau est contrainte de circuler en sous-sol vu la présence d'un toit imperméable (argile, limons...). Une conduite traversant la couche imperméable implique donc une source jaillissante.

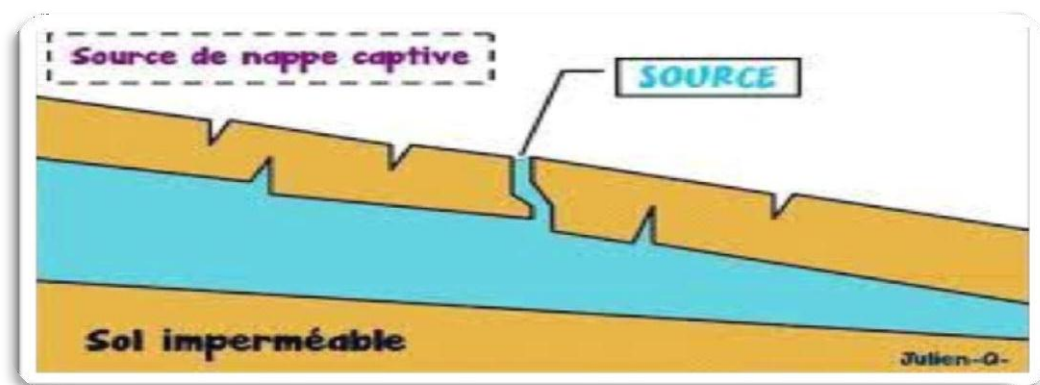


Figure 07 : Typologie de source par de nappe captive

I.6. Classification des sources :

- Il existe différentes approches permettant de classer les sources: La continuité ou non de l'écoulement et le régime de variation du débit: source pérenne, source constante, source temporaire, source intermittente.

- La localisation source de coteau, source littorale, source submergée (sous-fluviale, sous-lacustre, sous-marine).
- La géologie et pour être plus précis 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: source chaude, thermale source hypothermie, hétérotherme, hyperthermie.
- L'hydrochimie qui permet classer les sources selon leurs caractéristiques chimiques: source salée, séléniteuse, ferrugineuse, sulfureuse, minérale, incrustante ou pétifiante.

I.7. Qualité des eaux :

I.7.1 Qualité organoleptique :

Ce sont les paramètres qui concernent les qualités sensibles de l'eau la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ces critères n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble colorée, sentir le chlore; constituent les facteurs d'alerte pour une pollution et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire.

➤ **Couleur :**

Une eau potable ne doit pas présenter une couleur, cependant la coloration de celle-ci est due généralement à la présence de substances colorées provenant essentiellement:

- ✓ De la nature, présence de substances minérales en particulier le fer et le manganèse.
- ✓ De l'eutrophisation (développement excessif d'algues et de plancton) ainsi la décomposition des matières végétales.
- ✓ De l'industrie chimique (teinture et l'industrie textile).

Une coloration de l'eau est indésirable, car elle provoque toujours un doute sur sa potabilité. Elle doit être éliminée pour la rendre agréable à boire (**Degremont, 1989**).

➤ **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 est provoquée par chacune de ces substances (**Rodier, 2005**).

➤ **Goût et saveur :**

A l'origine de goût de l'eau, on trouve des produits ou des processus naturels et biologiques (par exemple des micro-organismes aquatiques), une contamination par des produits chimiques ou la présence de sous-produits du traitement de l'eau (chloration, etc.) (**Laouf, Benouis, 2003**).

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs.

I.7.2 Analyses physico-chimique :

L'eau contient de gaz dissous, essentiellement de l'oxygène et gaz carbonique, mais aussi de l'azote ou encore du méthane. Tous n'ont pas la même solubilité dans l'eau et celle-ci décroît quand la température augmente. Elle contient aussi, sous forme dissoute ou en suspension des substances minérales et organiques. Les premières sont limitées à une certaine de composés, alors que les secondes sont innombrables et leur identification individuelle reste très difficile. Concernant les eaux marines, leurs caractéristiques sont établies à partir des paramètres qui décrivent la minère interne selon les composantes: Ces paramètre n'évoluent pas de manière totalement indépendante et sont des lois d'équilibre et des phénomènes d'oxydoréduction plus ou moins complexes. (**Glibert, 1999**).

La qualité physico-chimique des eaux est définie par un grand nombre de paramètres :

- ✓ La Température
- ✓ Le potentiel Hydrogène (pH)
- ✓ La Conductivité électrique
- ✓ L'Oxygène dissous
- ✓ La Turbidité
- ✓ Le Nitrites et Nitrates
- ✓ Le phosphate

I.7.3 Qualité bactériologique :

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution fécale: Germes totaux et Coliformes, qui vivent normalement dans les intestins humains et animaux et représentent ainsi un risque épidémiologique potentiel. Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte, porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale dont trois indicateurs sont à noter : coliformes totaux, coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. D'autres indicateurs non

spécifiques sont utilisés comme complémentaires: germes totaux et Clostridium sulfitoréducteurs **(Bouziani, 2000)**.

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobie, c'est-à-dire celles qui pourraient se développé en présence d'oxygène:

- ✓ Coliforme fécaux
- ✓ Coliforme totaux
- ✓ Germes totaux
- ✓ Streptocoques fécaux (Hamed et al, 2012).

I.8. Les maladies à transmission hydrique :

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante **(Madigan et Martink ; 2007 in Ayad, 2017)**. Selon le type de micro-organismes, la dose infectieuse, les voies d'exposition aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries **(François ; 2008 in Ayad, 2017)**.

Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants : diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissements.

Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels). **(François ; 2008 in Ayad, 2017)**.

A- Choléra :

Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80 % des cas graves non traités **(Piar Roux ; 2002 in Ayad, 2017)**.

B- Fièvre typhoïde :

Fièvre d'origine bactérienne qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation. Cette maladie, qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1 % des cas.

C- Dysenterie :

Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. Il existe la dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20 % **(Briere ; 2000 in Bordj, 2019)**.

D- Diarrhées infectieuses :

Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort **(Briere ; 2000 in Bordj 2019)**.

Partie II

Présentation dès la zone d'étude

II- Présentation dès la zone d'étude :

II-1- Situation géographique de la zone Bouteldja (Tarf) :

La zone d'étude est située dans l'est de l'Algérie (**Figure n°8**). Sur le territoire de la wilaya d'El Tarf, répartie sur la commune de Bouteldja, dans le massif dunaire de Bouteldja. La région est entourée de montagnes typiques de l'Algérie. C'est limité :

- Au Nord par la mer Méditerranéenne,
- Au Sud par la plaine de Bouteldja,
- A l'ouest par la Mafragh,
- A l'Est par le massif du Cap Rosa

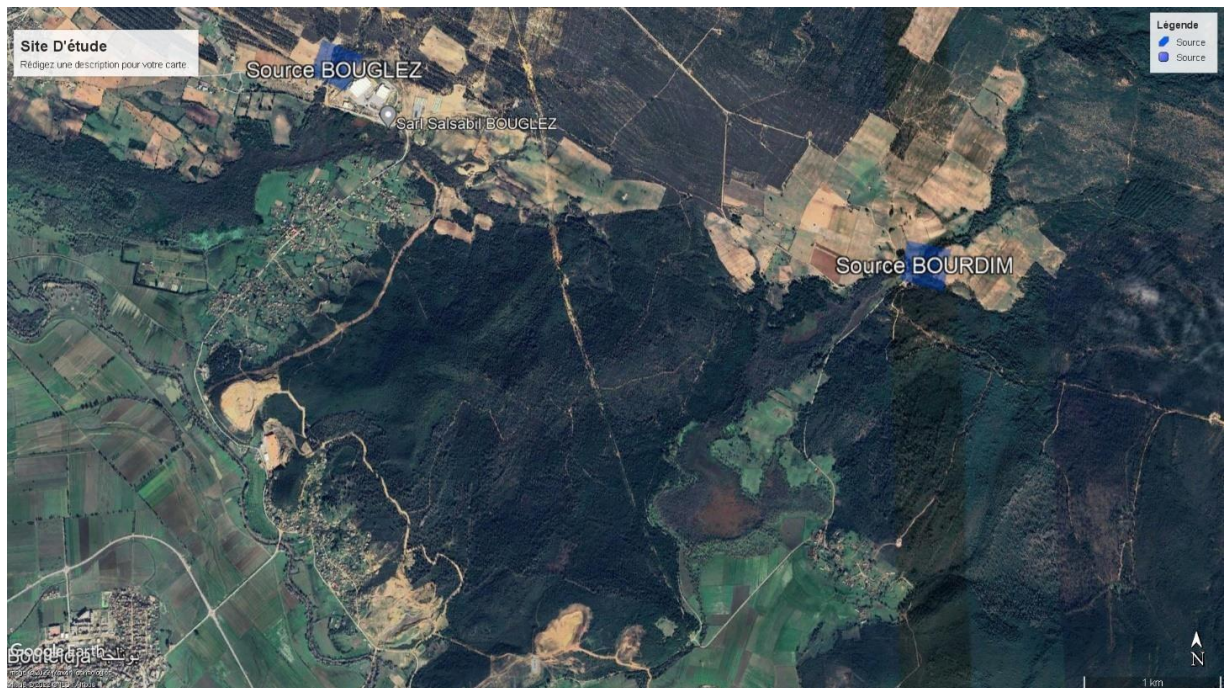


Figure 08: Vue satellitaire des deux sources Bouglez et Bourdim dans la région de Bouteldja (**Google Earth, 2022**).

II.1.2 Caractéristiques géomorphologiques

La géomorphologie de la zone d'étude est caractérisée par une stratigraphie quaternaire, qui est dominante dans les parties inférieures Nord-est et Nord-ouest.

III.1.2.1 Le complexe alluvial de la vallée de l'oued El Kébir Est

Il se caractérise par une série de terrasses aux phases hétérogènes (sable, gravier, limon et surtout argile), (**Hani bourbia, 2011**).

II.1.2.2 Les oueds

Le principal oued est l'oued Bounamoussa à l'Ouest et El Kébir Est à l'Est ces deux grands cours d'eau rejoignent la mer à l'embouchure sous le nom de la Mafragh (exutoire unique).

II.1.2.3 Les collines

Au Nord-est de Bouteldja, les collines sont représentées par le Hadjar Siah et Djebel Bourdim avec des altitudes respectives de 175 et 177 m. Elles sont dominées par un faciès argilo – gréseux numidien et qui forment une limite étanche à la formation sous-jacente (**Mouchara, 2004, in Hani bourbia, 2011**).

II.1.3 Géologie

Les niveaux d'argiles, provenant du massif numidien, s'intercalent dans les niveaux sableux. Le dé lapidification progressive des grés numidiens et des formations métamorphiques a donc donné des sables qui a l'état pure renfermes 80 à 90% de silice.

C'est ce qui se dégage de la carte géologique et structurale établit par (**J.M. Vila, 1978, in Hani Bourbia ,2011**) qui montre un lambeau du socle de l'Edough au Nord de Bouteldja. Le sable est donc siliceux, fin et renferme une quantité plus ou moins forte d'argile. Il devient très argileux au pied de la chaine numidienne. La présence de fer oxydé donne au sable sa coloration rouge, brune ou jaune (source de Bouglez).

Les travaux réalisés dans la région (**Khérici, 1985 ; Ramdani, 1996 ; Hani, 2003, in Hani Bourbia ,2011**) permettent de distinguer :

- Des sables blancs ou jaune claire généralement perméables situés au centre du massif dunaire.
- Des sables dont les grains sont enrobés d'une fine pellicule d'argile et de ce fait moins perméable que les bancs localisés surtout en bordures des reliefs gréseux.
- Des sables rouges, localisés à l'Ouest et au Sud-ouest, plus perméables que les précédents ;

- Des vases sablo-limoneuses déposées au fond des marigots « Nechaas » de couleur noir en relation avec la décomposition des végétaux.

II.1.4 Caractéristiques climatiques :

II.1.4.1 Les précipitations

La zone se situe dans l'étage bioclimatique Subhumide caractérisé par un hiver froid et humide et un été chaud et sec. Le volume des précipitations varie de 717,2 mm à 944 mm par an, janvier étant le mois le plus pluvieux.

II.1.4.2 L'humidité relative de l'aire

L'humidité relative de l'aire correspond au rapport de la tension de vapeurs réelles observées par la tension de la vapeur saturante à la même température. Elle nous permet de donner une idée sur l'état de l'atmosphère s'il est plus ou moins proche de la condensation. La variation de l'humidité relative au cours de l'année et irrégulière, elle atteint leur minimum au mois de juillet, tandis que, le maximum est enregistré au mois de janvier (Les moyennes annuelles d'humidité relative de l'air est 40% à 60%)

II.1.4.3 Le vent

Est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluvieux, de l'évaporation et par conséquent du climat. Les mesures réalisées sur le site d'une durée effective de 15 mois entre janvier 2007 et novembre 2009 (hors période d'été car il n'y a pas eu de mesures), font apparaître des vents de toute provenances, avec prédominance du secteur Est à Sud-est et Nord à Nord-ouest, ces derniers étant également prépondérants en intensité (vitesse maximale de 2 à 2,5 m/s) (d'après SOGREA ALGERIE, 2009, in Hani Bourbia, 2011).

II.1.4.4 Type de climat :

La région d'étude est soumise à un climat méditerranéen qui est tempéré, se caractérise par deux saisons l'une humide et douce allant du mois d'octobre jusqu'au mois de mai et l'autre chaude et sèche relativement courte durant les mois de juin, juillet, août et septembre.

II.1.5 Le couvert végétal :

La couverture végétale est représentée par une dominance des peuplements forestiers qui occupent une superficie de l'ordre de 167 777 ha représentant 60 % de la superficie de la

wilaya d'El Tarf (Plan d'aménagement de la wilaya d'El Tarf, 2001). Cette étendue de végétation abrite des espèces floristiques où l'on compte entre 600 et 700 espèces. On distingue que 63 % de ce patrimoine est représenté par divers peuplements, les 37% restant sont constitués de maquis qui couvre les bas fond inter dunaire et la surface des dunes au Nord-ouest de la région.

II.6. Contexte socio-économique :

II.6.1. L'agriculture :

L'agriculture en générale, et le secteur forestier plus précisément, sont les identifiants direct de la wilaya.

Les principales spéculations agricoles sont menées en sec. Leurs superficies représentent 95% de la SAU. Cette situation pour la rappeler, est attribuée au climat humide de la région avec une moyenne de précipitation de l'ordre de 750 mm/an. Les terres de parcours et improductives représentent moins de 20%.

II.6.2 L'industrie

La région de Bouteldja est contient juste des 3 industries (L'industrie de tomate, briqueterie et l'usine de Bouglez d'eau potable

II.2. Situation géographique de la zone El Aioun (Tarf) :

El Aioun se situe dans la wilaya de Tarf, au nord-est de l'Algérie. La région est bordée par la mer Méditerranée au nord, offrant un littoral étendu. À l'est, elle est proche de la frontière tunisienne, tandis que les wilayas de Souk Ahras et Guelma se trouvent respectivement au sud et à l'ouest. Cette position géographique stratégique facilite les échanges commerciaux et culturels.

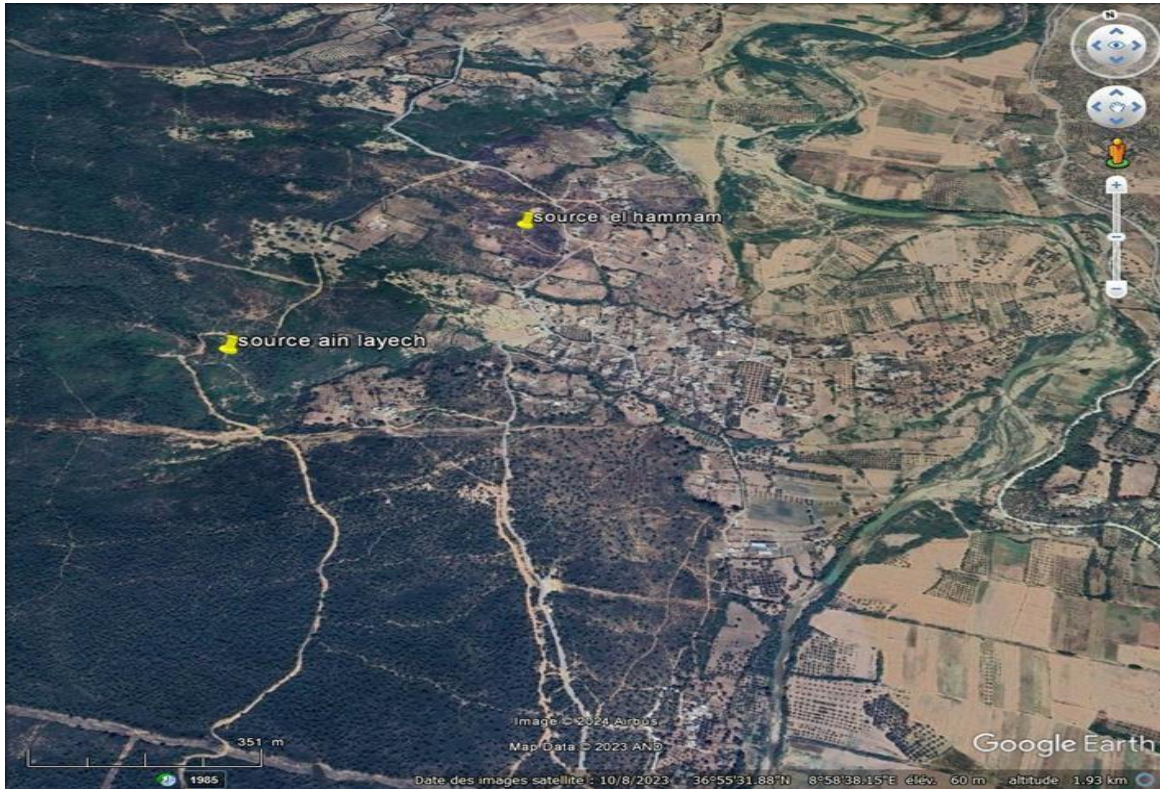


Figure 09: Vue satellitaire des deux sources Ain ayeche et Al hammam dans la région de Tarf (Google Earth, 2024).

II.2.1. Caractéristiques géomorphologiques :

La région d'El-Aioun présente une diversité de reliefs :

- **Plaines côtières :** Riches en sols fertiles, elles sont propices à l'agriculture.
- **Montagnes et collines :** Composées des chaînes de l'Atlas tellien, elles offrent des paysages variés et contribuent à la diversité écologique.
- **Vallées et cours d'eau :** Un réseau de rivières et de ruisseaux irrigue les terres et soutient l'agriculture et la biodiversité locale.

II.2.2. Caractéristiques climatiques :

Le climat de la région est de type méditerranéen :

- **Été :** Chaud et sec, avec des températures atteignant environ 30°C.
- **Hiver :** Doux et humide, avec des températures moyennes autour de 10°C.
- **Précipitations :** Concentrées principalement en automne et en hiver, elles sont essentielles pour l'agriculture et les ressources en eau.

II.2.3. Le couvert végétal :

La végétation de la région comprend :

- **Forêts** : De chênes-lièges et de pins d'Alep, importantes pour la faune locale.
- **Maquis méditerranéen** : Incluant des arbustes tels que le caroubier et l'olivier sauvage, adaptés au climat sec.
- **Plantes côtières** : Comme les graminées marines et les plantes halophytes, trouvées dans les zones humides près de la côte.

II.2.4. Contexte biologique :

La zone d'El Aioun abrite une riche biodiversité :

- **Faune** : Mammifères (comme les sangliers et les renards), oiseaux (comme les faucons et les hiboux), et divers insectes.
- **Flore** : Comprenant des plantes sauvages et endémiques qui jouent un rôle crucial dans l'écosystème.
- **Zones humides**: Soutenant de nombreuses espèces aquatiques et semi-aquatiques, ces habitats sont essentiels pour la conservation de la biodiversité.

II.2.5. Contexte socio-économique :

L'économie locale repose sur plusieurs activités :

- **Agriculture** : Cultures de céréales, légumes, et agrumes grâce à des sols fertiles et un climat favorable.
- **Élevage**: De bétail et de volaille, constituant une source de revenu importante pour les habitants.
- **Pêche** : Activité clé le long de la côte méditerranéenne, fournissant des ressources marines vitales.
- **Tourisme** : Attiré par les paysages pittoresques et les plages, contribuant à diversifier l'économie.

II.3. Situation géographique de la zone d'étude Oum Theboul (tarf)

Oum Theboul est une commune située dans la wilaya d'El Tarf, à environ 10 km à l'est de la ville d'El Kala. Elle est positionnée dans une zone périphérique du lac Tonga, bordant

ce lac à l'est et au sud-est. La commune est traversée par la route nationale N°44, qui relie Annaba à la frontière tunisienne, facilitant ainsi les échanges et les communications avec les régions voisines.

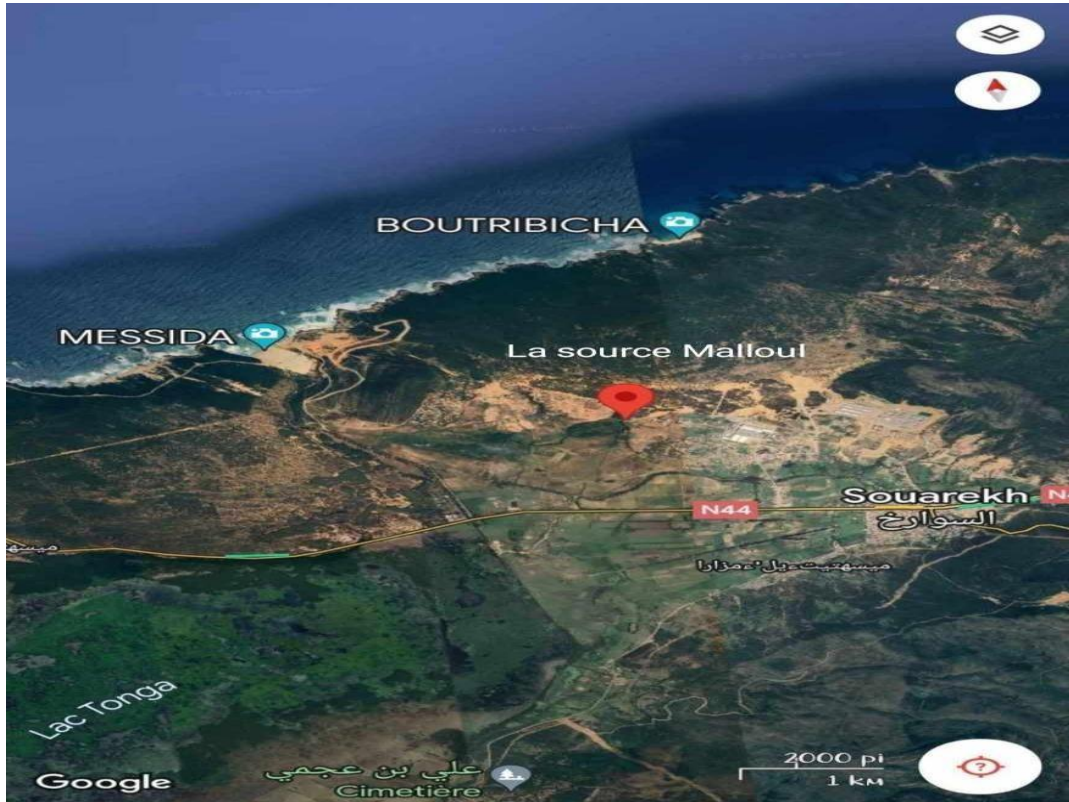


Figure 10: Vue satellitaire de sources Malloul dans la région de Tarf

(Google Earth, 2024).

II.3.1 Caractéristiques géomorphologiques :

La région d'Oum Theboul présente une géomorphologie diversifiée, avec des terrains variés incluant des plaines côtières, des collines et des zones marécageuses autour du lac Tonga. Cette diversité géomorphologique influence les usages du sol et les activités humaines, notamment l'agriculture et la pêche.

II.3.2 Géologie :

La géologie de la région est dominée par des formations sédimentaires, caractéristiques des zones côtières. On y trouve des dépôts alluviaux, des sables et des argiles, ainsi que des formations calcaires dans certaines zones. Ces formations géologiques jouent un rôle important dans la fertilité des sols et la disponibilité en eau souterraine. (Glibert . M 1999)

II.3.3 Le couvert végétal :

Le couvert végétal de la région est riche et diversifié, comprenant des forêts de chênes-lièges, des maquis méditerranéens, et des zones humides autour du lac Tonga. La flore locale est adaptée aux conditions climatiques et géologiques, offrant une biodiversité significative.

II.3.4 Contexte biologique

Le contexte biologique d'Oum Theboul est marqué par une richesse en faune et en flore, notamment grâce à la présence du lac Tonga, qui est une zone humide d'importance internationale. Ce lac abrite de nombreuses espèces d'oiseaux migrateurs, de poissons, et d'autres animaux aquatiques, faisant de la région un site clé pour la conservation de la biodiversité. **Hani b. (2011)**

II.3.5 Contexte socio-économique

Le contexte socio-économique d'Oum Theboul est principalement rural, avec une économie basée sur l'agriculture, la pêche, et en partie sur le tourisme lié aux attractions naturelles comme le lac Tonga. La proximité de la route nationale N°44 favorise les échanges commerciaux avec les régions voisines, et la position frontalière avec la Tunisie offre des opportunités d'échanges transfrontaliers. Cependant, la région peut aussi faire face à des défis tels que l'accès limité aux infrastructures modernes et la nécessité de développement durable pour préserver les ressources naturelles. (Boeglin J.2009).

II.3.6 Caractéristiques géomorphologiques

La région autour du Lac de Tonga est caractérisée par des plaines côtières et des zones lagunaires. Cette région a une géomorphologie qui inclut des plages, des dunes et des lagunes côtières, influençant l'agriculture locale et les activités de pêche.

II.3.7 Caractéristiques climatiques

Le climat de la région des Pouilles est méditerranéen, avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, similaires à Oum Theboul. Les précipitations sont principalement hivernales, influençant la végétation et les ressources en eau. **(Hani b. 2011)**

Partie III

Matériel Et Méthodes

Introduction :

L'étude chimique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc de la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou pour d'autres usages (irrigation, industrie...). La composition chimique de l'eau est contrôlée par le milieu environnemental, où la composition chimique de l'eau peut changer par sa transmission, les informations obtenues au niveau d'une source dépendent de la nature du réservoir et des minéraux rencontrés.

- **Objectif de l'étude :**

Notre travail a pour objectif l'évaluation de la qualité des eaux de Bouglez et Bourdim et Ain-ayech et hammam et Malloul pour l'irrigation, sur la base du suivi des paramètres-physico-chimique une période (novembre 2023-mai 2024) Cette étude nous a permis de voir l'aptitude des eaux de source de Bouglez et Bourdim et Ain-ayech et hammam et Malloul pendant cette période pour l'irrigation.

III.1. Présentation du milieu d'étude (stations d'échantillonnage)

Les eaux souterraines de l'état d'El-Tarf sont distribuées en de nombreux endroits à travers l'état par des sources d'eaux qui sont utilisées dans de nombreuses activités (alimentation en eau potable, agriculture ...) pour différents échantillons, cinq points d'échantillonnage ont été sélectionnés :

1. Bouglez
2. Bourdim,
3. Melloul,
4. Ain Al-Ayesh
5. Hammam.

III.1.1 La source de Bouglez :

La source Bouglez se situe à 200 m à côté de l'usine Bouglez et à 1 Km au Nord du village d'OUM EL AGARB, Elle constitue un périmètre important d'irrigation de la région, elle s'agit d'un captage qui alimente l'usine.



Figure 11: La source de Bouglez (Berbiti K. 2024).

III.1.2 La source Bourdim

Est située à 2 Km au Nord-est du village d'OUM EL AGARB, elle constitue un périmètre important d'irrigation de la région et un captage pour la consommation humaine et l'élevage.



Figure 12 : La source de Bourdim (Berbiti K. 2024).

III.1.3 La source Malloul :

C'est une source située à Oum Theboul est l'une des communes de la wilaya d'El Tarf. Elle est située à 10 Kms à l'Est de la ville d'El Kala, c'est une zone périphérique du lac Tonga, elle le borde à l'Est et au Sud-est, elle est traversée par la route nationale N°44 reliant Annaba à la frontière tunisienne.



Figure 13 : La source Malloul (Berbiti K. 2024).

III. 1.4 La source Ain-ayeche :

C'est une source située à côté institution militaire à El-Aion est l'une des communes de la wilaya d'El Tarf. Elle est située à 23 Kms à l'Est de la ville d'El Kala, elle est traversée par la route nationale N°44 reliant Annaba à la frontière tunisienne.



Figure 14 : La source Ain-ayeche (Berbiti K. 2024).

III.1.5. La source Hammam :

Est située à 10 Km au Nord-est frontière tunisienne El-Aion est l'une des communes de la wilaya d'El Tarf, elle constitue un périmètre important d'irrigation de la région et un captage pour la consommation humaine et l'élevage.



Figure 15 : La source Hammam (Brbiti k 2024).

III.2. Matériel de prélèvement:

- Flacons en verre stérilises de 250 ml pour les prélèvements d'eau:
- Glacière pour transporter les échantillons
- Etiquette pour noter le nom de la source et la date de prélèvement.
- Appareil photo numérique

III.3. Condition d'échantillonnage:

- Appliquer de bonnes pratiques d'échantillonnage, car l'échantillonnage est l'une des étapes les plus importantes de l'évaluation de la qualité de l'eau par conséquent, l'échantillonnage doit être fait avec soin pour éviter toutes les sources possibles de contamination:
- Le choix des points de prélèvement permet d'obtenir une image de l'ensemble de la qualité de l'eau de la chaîne de distribution, ce qui permet de suivre l'évolution de la qualité bactériologique de l'eau tout au long du processus;
- Les échantillons doivent être homogènes, les récipients rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air:
- Le volume prélevé doit être suffisant;

- Les bouteilles doivent être soigneusement marquées, c'est-à-dire comprenant la date et l'heure du prélèvement, le demandeur d'analyse, le lieu du prélèvement, le motif de la demande d'analyse (période d'analyse initiale ou de contrôle, intoxication par la pollution, épidémie... etc.

III.4. Transport et conservation des échantillons :

Les analyses doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement.

Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10 °C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température Inférieure à 4 °C.

Enfin, les prélèvements sont placés au froid dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses. Les prélèvements doivent être réalisés avec le plus grand soin et les échantillons prélevés, pour différentes analyses, doivent être conservés dans des flacons fumés en polyéthylène, verre, ou en verre borosilicaté préalablement lavés et rincés sur place au moment de la prise de l'échantillon. Les flacons sont remplis jusqu'au bord et bouchés de telle façon qu'il n'y ait aucun contact avec l'air et tout inscrivant les mentions relatives à la date de la prise ainsi que l'origine de la source.

III.5. Les analyses de l'eau:

Les analyses des eaux, ont été menées au niveau du Laboratoire central d'analyse de l'algérienne des eaux (ADE) de la commune de Boutheldja (wilaya d'El Tarf). L'appréciation de la qualité des eaux se base sur la mesure de paramètres physico- chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence de micro-organismes aquatiques, indicateurs d'une plus ou moins bonne qualité de l'eau.

L'ensemble d'analyses chimiques et microbiologiques permet d'évaluer le degré de pollution des cours d'eau et d'apprécier leur capacité à s'auto épurer et est souvent au cœur du dispositif de surveillance des eaux.

III.6. Etude des paramètres physico-chimiques :

A- La Température (T) :

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels et dans la détermination du pH, pour la compréhension de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels.

En outre, cette mesure est très utile pour les études **limnologiques (Rodier ; 2005 in Bordj, 2019)**.

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur **(OMS ; 1994 in Bordj, 2019)**. Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux **(Rodier ; 2009 in Bordj, 2019)**.



Figure 16 : Mesure de la température. (**Berbiti K. 2024**)

B. Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

La mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre:

- Appuyer sur exit pour allumer le pH mètre.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée.
- Verser la solution étalon pH=07 dans un bécher.
- Plonger l'électrode dans la solution pH=07.
- Laisser stabiliser.
- Enlever l'électrode en la rinçant à l'eau distillée.

- Répéter l'opération de la même façon avec les autres solutions Étalons.
- Toucher Read disque la mesure est stabilisée.



Figure 17 : PH mètre (Berbiti.k) 2024

C. Turbidité :

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. La mesure de la turbidité est très utile pour le contrôle d'un traitement mais ne donne pas d'indications sur les particules en suspension qui l'occasionne. La mesure se fait par comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise dans l'échantillon d'eau et par une gamme étalon. La mesure de la turbidité est importante pour identifier la quantité de bactéries présentes dans un échantillon d'eau.

La turbidité est un indicateur utile pour détecter la présence de contaminants dans les échantillons d'eau, tels que les bactéries et autres micro-organismes. En mesurant la turbidité, il est possible de déterminer la quantité de particules non dissoutes présentes dans l'échantillon d'eau.



Figure 18 : Mesure de la turbidité (turbidimètre) (Berbiti K. 2024).

D. Mesure de la conductivité, la salinité et TSD:

La conductivité ou les matières solides dissoutes totales (TDS Total dissolve solide) est définie comme étant la quantité de matières dissoutes dans l'eau, et dépend principalement de la solubilité des sédiments entrant en contact avec l'eau. La conductivité électrique d'une eau correspond à la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métallique de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. L'unité de conductivité est le micro-siemens par centimètre (uS/cm). Sa valeur varie en fonction de la température. La salinité désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, il ne faut pas le confondre avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et magnésium. Le chlorure de sodium (Na Cl) n'est qu'un des très nombreux sels composant la solution. C'est le caractère essentiel de l'eau de mer, mais il existe, à l'intérieur des terres, des masses d'eau et des sols. totalement indépendants de la mer actucile, qui tirent leur salinité directement du substratum lithologique.



Figure 19 : Mesure de la conductivité (Berbiti K.2024).

III.7.Paramètres chimiques :

a. Titre alcalimétrique complet

Dans une Erlenmeyer de 250ml introduire :

- Échantillon.....100ml
- Vert de bromocresol02 gouttes

Une coloration bleue doit être développée. Titrer avec le H_2SO_4 (N/50) jusqu'au virage vert jaune (Fig. 10).

- Expression des résultats
 - ✓ Calcule du TA

$$\text{TA en } F^\circ = V_e$$

V_e : Est le volume en ml du H_2SO_4 (N/50) utilisé pour l'échantillon.

- ✓ Calcule du TAC

$$\text{TAC en } F^\circ = (V_e - V_b) \times \text{titre}$$

V_e : Est le volume du H_2SO_4 (N/50) utilisé pour l'échantillon.

V_b : Est le volume du H_2SO_4 (N/50) utilisé pour le blanc.

Titre : Lecture réel du titre (10ml) divisé par le volume du H_2SO_4 (N/50) utilisé pour le titre.

$$\text{TAC en mg/l de } CaCO = \text{TAC } F^\circ \times 10$$

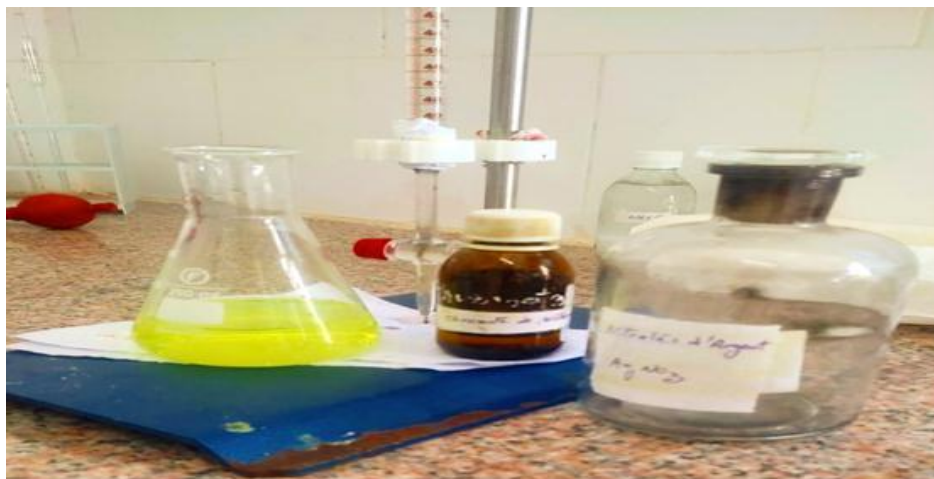


Figure 20 : Mesure de TAC (Berbiti K.2024)

b. Dosage du TH ou titre hydrotimétrique

La mesure du TH effectuée sur les eaux dont on veut déterminer la dureté. La dureté correspond à l'ensemble des ions alcalino-terreux, soient les ions calcium et magnésium principalement.

Méthodes de dosage

Dosage par liqueur complexométrique (ou liqueur hydrotimétrique).

✓ Principe

La mesure est un dosage volumétrique par un réactif titrant complexant, l'EDTA (sel tétrasodique de l'acide éthylène diamine tétra-acétique). La méthode peut être mise en défaut lorsque les eaux sont riches en cuivre et/ou en fer dissous. L'EDTA a la propriété de se combiner avec les ions calcium puis magnésium pour former des composés solubles « les chélates ». La fin du dosage est décelée par la couleur bleue de l'indicateur coloré (Indicateur Net), étant violet tant que les ions magnésium restent à l'état libre en solution.

✓ Mode opératoire

Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une fiole de 50 ml. Les verser dans un erlenmeyer adapté puis en ajouter 20 gouttes de solution tampon K10 (solution $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$) permettant la complexation totale des ions calcium et magnésium à $\text{pH} = 10$. En cas de perturbation (cas des eaux riches en cuivre et/ou fer dissous), ajouter une jauge d'acrobate de sodium, une jauge de cyanure de potassium et 6 à 8 gouttes d'Indicateur Net :

- ✓ Si la solution est bleue : TH = 0 donc l'eau est à doucie ou non-dure.
- ✓ Si la solution est violette : doser le mélange par la liqueur hydrotimétrique (solution D'EDTAN/25).

Ajouter jusqu'au virage du violet au bleue ; verser l'eau à analyser dans le tube à essai jusqu'au repère ; ajouter 2 gouttes de réactif K ; agiter et en fin ajouter 5 gouttes de réactif TH test 1 (NET) ; agiter.

- ✓ Si la couleur est bleue, le TH = 0 : l'eau n'est pas dure.
- ✓ Si la couleur est violette; eau a une certaine dureté : ajouter goutte à goutte le réactif TH test2 (complexe). Compter le nombre de gouttes ajoutées jusque Là obtenir une coloration bleue. La dureté ou TH en F° est égale à deux fois le nombre de gouttes de réactif TH test 2 versées.



Figure 21 : Dosage de TH (Berbiti K.2024)

c. Le magnésium (Mg⁺)

Ses origines sont comparables à celle du calcium, cet élément provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (magnésite et dolomite) (Rodier, 1996). Le magnésium est l'élément majeur le moins abondant dans les eaux de sources que les autres éléments (cations et anions).

La teneur global en calcium et magnésium exprimé en mmol/l et donnée par l'équation suivante :

$$C (\text{Ca} + \text{Mg}) = C1V3/V0$$

C1: Concentration exprimée en mmol/l de la solution d'EDTA.

V0: Est le volume en ml de l'échantillon.

V3: Volume en ml de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage.

La teneur global en calcium et magnésium exprimé en mg/l de CaCO₃ ; et donnée par l'équation suivante :

$$C1.V3/ V0 \text{ en mmol/l} \times 100$$

La concentration du magnésium en mg/l = I (La teneur global en calcium et magnésium en mmol/l) - (la teneur en calcium en mmol/l)] x 24.305

- 24.305 c'est la masse molaire du magnésium.

Le magnésium est l'élément majeur le moins abondant dans les eaux de sources que les autres éléments (cations et anions).

d. Ammonium (NH₄⁺)

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. Mesurer avec un multiélément.

- **Mode opératoire**

Rincez la sonde de multiélément par l'eau à analyser; cliquer sur le bouton enter ; cliquer sur chaque paramètre d'analyse et lire le résultat après quelques secondes s'affichera sur l'écran du multiélément le résultat.

e. Nitrites (NO₂⁻)

Dosage de Nitrite (NO₂⁻)

Réactif

-Réactif coloré 1ml.



Figure 22: La présence des Nitrites (Berbiti K.2024)

f. Nitrates (NO₃⁻)

Le nitrate est une substance chimique naturelle qui entre dans le cycle de l'azote. Il est plus stable des deux formes d'azote, mais sous l'action microbienne, Il est présent à l'état naturel partout dans l'environnement.

g. Calcium (Ca⁺)

Le calcium est un élément alcalinoterreux, son présence dans l'eau (ions Ca) est liée principalement à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO₃), soit à la dissolution des formations gypsifères (CaCO₄).



Figure 23: La présence de Calcium (Berbiti K.2024)

- **Mode opératoire**

Dans un Erlenmeyer de 250 ml introduire :

- Prise d'essai (échantillon).....50 ml
- NaOH 2 mol/l02 ml
- HSN.0.2 g

La solution doit se colorer en rouge fonce violet, et son pH = 10. Titrer immédiatement avec l'EDTA à 10mmol/l jusqu'au l'obtention d'une couleur bleu.

- **Expression des résultats**

La concentration en calcium, CCa , exprimée en mmol/l est donnée par l'équation :

$$CCa = C1.V3/ Vo$$

C : Concentration en mmol/l de la solution d'EDTA.

Vo: Volume en ml, de la prise d'essai.

V3 : Volume en ml, de la solution d'EDTA, utilisé pour le dosage.

Si l'on désire exprimer la teneur en calcium, a Ca celui-ci est donné, en mg/l, par l'équation :

$$Ca = C1V3 / Vo .X$$

Ou A est la masse atomique relative de calcium (40.08 u).

h. Chlorures (Cl-)

L'origine des chlorures est liée principalement à la dissolution des formations salifères et à l'effet de la salinité marine. Ils proviennent aussi de la pollution anthropique et de l'évaporation intense qui provoque l'augmentation des concentrations en ions Cl-, qui se produit dans les régions où le niveau statique est proche de la surface du sol.

Dans un Erlenmeyer de 250 ml introduire :

- Prise d'essai. 100 ml
- Chromate de potassium. 01 m
- Titration avec le AgNO3 à 0.02 mol/l| jusqu'au virage rouge brun



Figure 24 : Mesure de la matière orgiaque (Berbiti K.2024)

- **Expression des résultats**

Concentration de chlorure en mg/l.

$$V_e - V_B / p \times C \times \text{titre} \times f$$

Ve: Volume en ml de l'AgNO₃ utilisé pour le titrage de l'échantillon.

Vb: Volume en ml de l'AgNO₃; utilisé pour le titrage du blanc.

P: Volume en ml de l'échantillon pour essai.

C: Concentration réel en mmol/l de l'AgNO₃.

f: Facteur de conversion = 35453 mg/mol.

i. Matière organique MO

- Dosage de la matière organique

- Réactif

- Acide sulfurique... 5ml

- Permanganate de potassium 5ml

- Oxalate de sodium.....5ml

- **Mode opératoire**

Prendre 25 ml d'échantillon, ajouter 5 ml d'acide sulfurique chauffer pendant 10 min à 85-90 °C dans un bain marie, ajouter 5 ml de KmnO₄, chauffer une autre fois 10 min à 90°C, retirer l'échantillon et ajouter 5ml d'oxalate de sodium.

✓ Si la couleur rose donc la matière organique égale (0).

✓ Si la couleur transparente en titre avec le KmnO₄ jusqu'à obtenir la couleur rose (V1).

Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif. Si la couleur rose de blanc c'est-à-dire la matière organique égale (0). Donc (V0 =0).

Après l'apparition de la couleur rose de blanc en ajoute une autre fois 5ml de l'oxalate de sodium. Afin d'obtenir la couleur transparente et en titre avec le $KmnO_4$ jusqu'à la couleur rose (V_2) pour effectuer la relation suivante :

$$C(MO) = [(V1 - V0) / V2] \cdot 16$$

C(MO) : Concentration de la matière organique.

V1 : Volume $KmnO_4$ (volume titrer de l'échantillon).

V0 : Volume blanc $KmnO_4$ (première étape).

V2 : Volume blanc $KmnO_4$ (deuxième étape).

III.8. Etude des Paramètres bactériologique :

Le paramètre bactériologique a portée sur l'étude des bactéries indicatrices de pollution fécale qui regroupent les coliformes totaux et les coliformes thermo tolérants Streptocoques fécaux.



Figure 25 : Mesure du ct et ctt et sf (Berbiti K.2024).

III.8.1 Dénombrement des coliformes et streptocoques par filtration sur membrane

- **Principe**

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer les bactéries recherchées dans un échantillon à la surface d'une membrane filtrante stérile.

- **Mode opératoire**

On procède à la filtration sur membrane de 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser ux.

- **Incubation**

- Placer les boîtes à l'étuve à 37°C (incuber les boîtes couvercle vers le bas pour que la condensation s'accumule dans le couvercle).

- Pour la recherche de coliformes, placer les boîtes à 37°C pendant 24 et 48 heures.

- Pour la recherche de coliformes thermo tolérants, placer les boîtes à 44°C pendant 24 et 48 heures.

- **Résultats**

- Identification des colonies et dénombrement :

- Le dénombrement des bactéries repose sur le principe dans lequel une colonie se forme par la division d'un seul micro-organisme.

- Examiner la membrane à la fin de l'incubation, à travers le couvercle.

- Pour des raisons de sécurité, ne jamais ouvrir la boîte.

- Coliformes: sont considérées comme caractéristiques les colonies qui présentent une coloration jaune orangé. Coliformes thermo tolérants: sont considérées comme caractéristiques les mêmes colonies que pour les coliformes, mais après incubation à 44°C.

- Compter les colonies en marquant chaque colonie sur le fond de la boîte avec un marqueur indélébile.

- **Calcul**

Exprimer le résultat en nombre de bactéries par 100 ml.

III.8.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux

- **Principe**

Les streptocoques fécaux des bactéries qui se présentent sous forme de Cocci à Gram positive, sphériques ou ovoïdes. Ils sont capable de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C, après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture.

- **Mode opératoire**

La recherche des streptocoques fécaux par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

- ✓ Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen ;
- ✓ Laisser refroidir, après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- ✓ Mettre en place une membrane de porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ;
- ✓ Déposer ensuite aseptiquement 100 d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen ;
- ✓ Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane ;
- ✓ Retirer l'entonnoir puis transférer la membrane à l'aide d'une pince, à la surface d'une plaque de gélose SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à 36 à 2°C pendant 44 à 4 heures.

- **Lecture**

Après l'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies lisses à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose. Transférer aseptiquement la membrane du milieu de Slanetz et Brateley sur une plaque de gélose Bile esculine azoture (BEA) préchauffée préalablement à 44°C. Cette dernière sera incubée à son tour à 44 à 0,5°C pendant 2 heures. Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire.

Partie IV

Résultats et discussion

IV.1. Interprétation des résultats physico-chimiques :

➤ **Température :**

La figure (26) montre que les résultats obtenus indiquent un changement de température de l'eau. La température minimale obtenue est de 16,8°C enregistrés à la source d'Al-Hammam au cours des mois de novembre 2023, et la température maximale est de 20,9 °C la note enregistrée à la source d'Al-Hammam pendant mois de mai 2024.

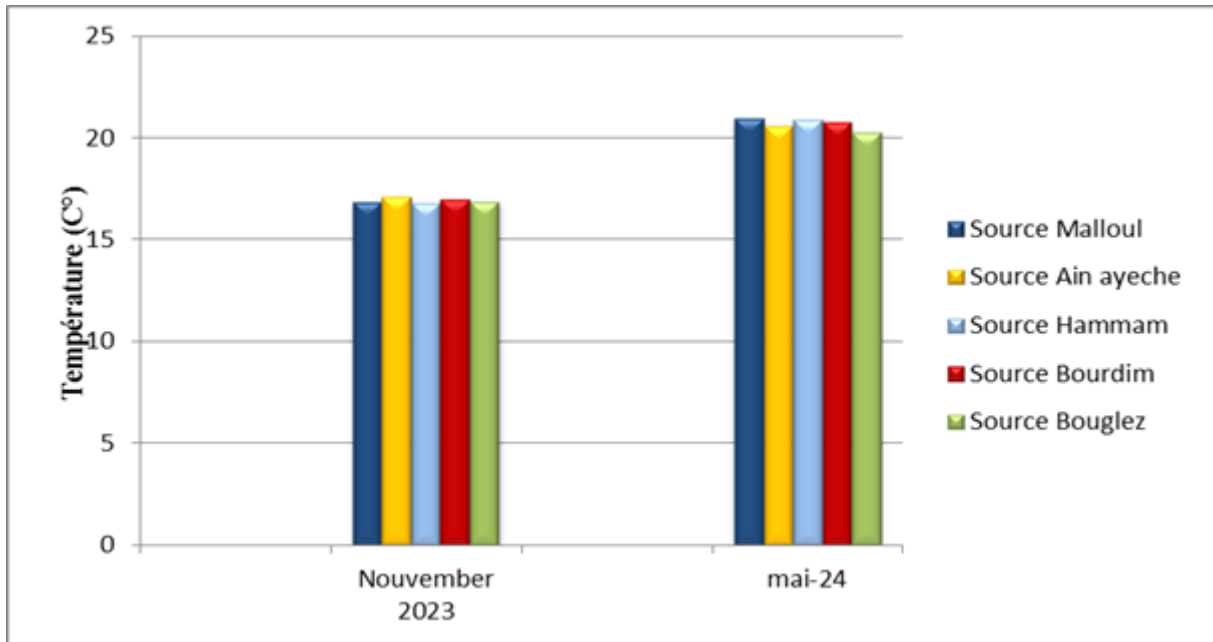


Figure 26 : Variation de la température des eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024

On constate que les températures dans les cinq sources ne dépassent pas la norme algérienne qui est inférieur à 25 °C.

➤ **Potentiel d’Hydrogène :**

La mesure des valeurs de pH enregistrées dans l'eau des cinq sources montre que le pH le plus bas est (6.04) mesuré dans la source Bouglez en mai 2024 et le niveau le plus élevé est (8) a été obtenu sur la source Maloul au cours du mai 2024.

La mesure des valeurs du pH enregistrées dans les eaux de sources montre que le pH mesuré au niveau des deux sources, ne dépasse pas 8 ce qui traduit généralement un caractère d'eau légèrement alcaline.

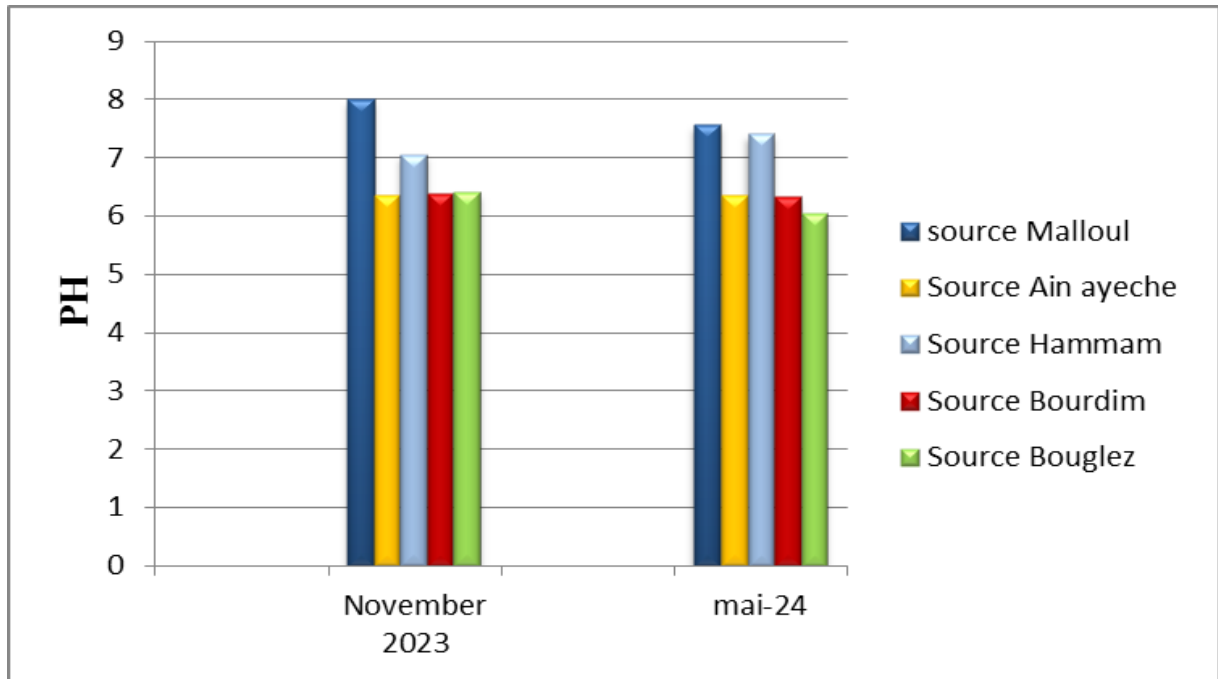


Figure 27 : Variation du pH au niveau des eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et mai 2024

➤ **Turbidité :**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau : la turbidité reflète la présence de particules en suspension dans l'eau.

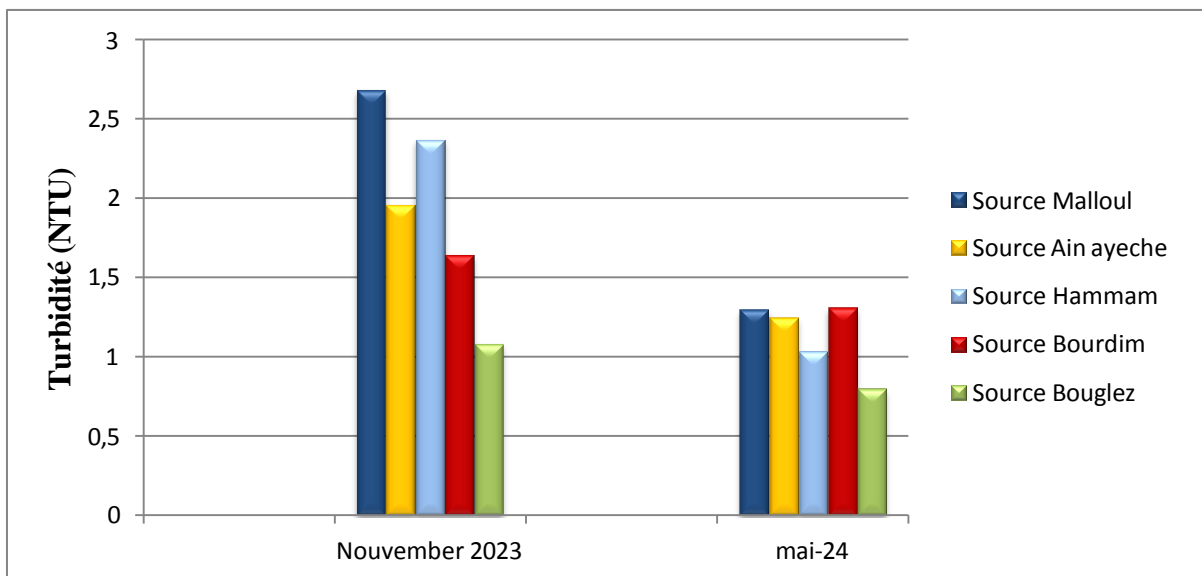


Figure 28 : Variation de la turbidité au niveau des eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et mai 2024

Les valeurs enregistrées varient entre 0.8 et 2.68 NTU (**Figure no° 27**) La valeur la plus élevée enregistrée au niveau de la source Malloul était de 2.68 NTU en Novembre 2023, et la valeur la plus faible a été enregistrée à la source Bouglez, 0,8 NTU en mai 2024.

Toutes les mesures effectuées sur l'eau de source correspondent à la valeur objective de 5 NTU. Cette eau répond donc aux normes d'eau d'irrigation.

➤ **Total des solides dissous (TDS g/l) :**

La teneur en total des solides dissous est globalement située entre un 71.1 minimum de g/l dans la source de Bouglez en mai 2024 et un maximum de 228 g/l dans la source Malloul pendant mois de mai 2024.

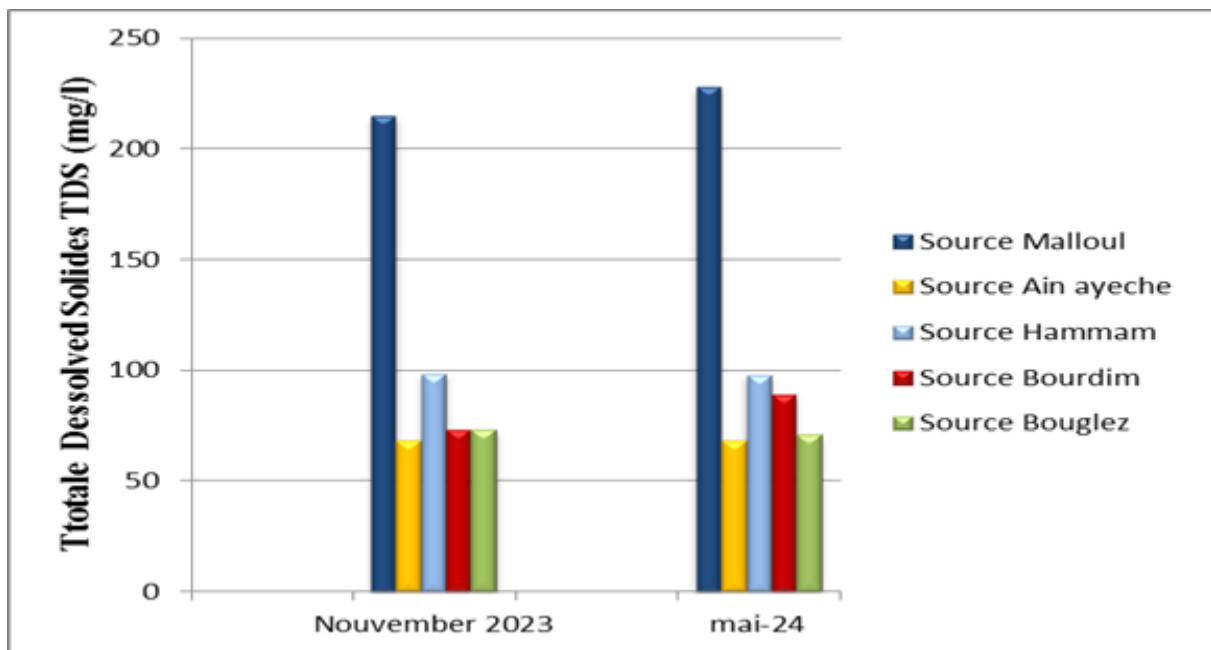


Figure 29 : Variation du total des solides dissous dans les eaux du cinq sources pondant Novembre 2023 et mai 2024

Toutes nos analyses présentent une minéralisation inférieure à 1200 mg/l (norme de L'OMS) Les différentes mesures des solides dissous observées au niveau de ces eaux sont faibles, Elles ne peuvent s'expliquer que par les mouvements des eaux souterraines qui n'augmentent pas la dissolution de ces solides.

➤ **Salinité (Sal):**

La figure (30) montre que la valeur maximale de la salinité est de (0.23 mg/l) dans la source Malloul pendant mai 2024, alors que la valeur minimale est de (0.07mg/l) dans les deux sources Ain ayeche et Bouglez en November 2023 et Mai 2024.

On observe que la salinité ne varie pas au niveau des quatre sources Ain ayeche, Hammam, Bourdim, Bouglez en novembre 2023 et mai 2024 (valeur stable).

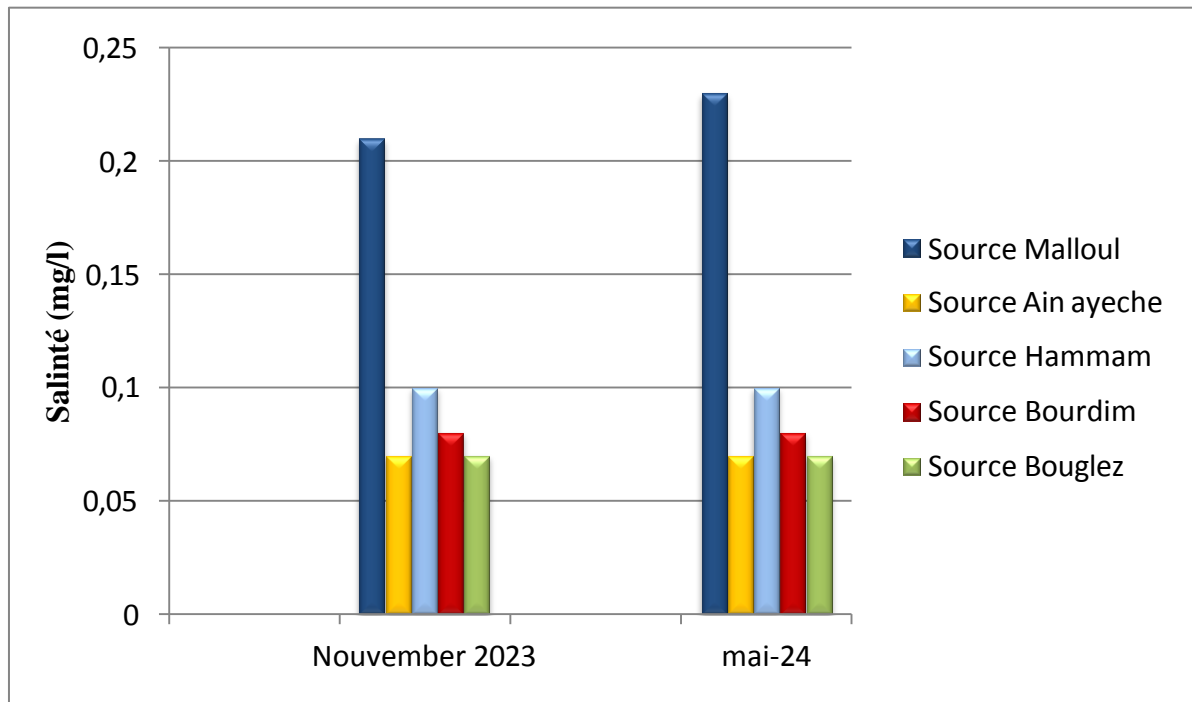


Figure 30: Variation de la salinité dans les eaux des cinq sources pondant Novembre 2023 et Mai 2024

➤ **La Conductivité :**

La figure (31) présente les valeurs obtenues de la conductivité électrique avec une valeur maximum de (472 μ S/cm) pour la source de Malloul reste inférieure à la norme algérienne de 2000 μ S/cm et une valeur minimum de (150.2 μ S/cm) dans la source Ain Ayeche pondant novembre 2023 mai 2024.

Signalant que ces eaux sont peu minéralisées donc relativement douces, étant donné que la concentration maximale admissible est de 2000 μ S/cm. Toutes les valeurs enregistrées ne dépassent pas les normes de potabilité (OMS).

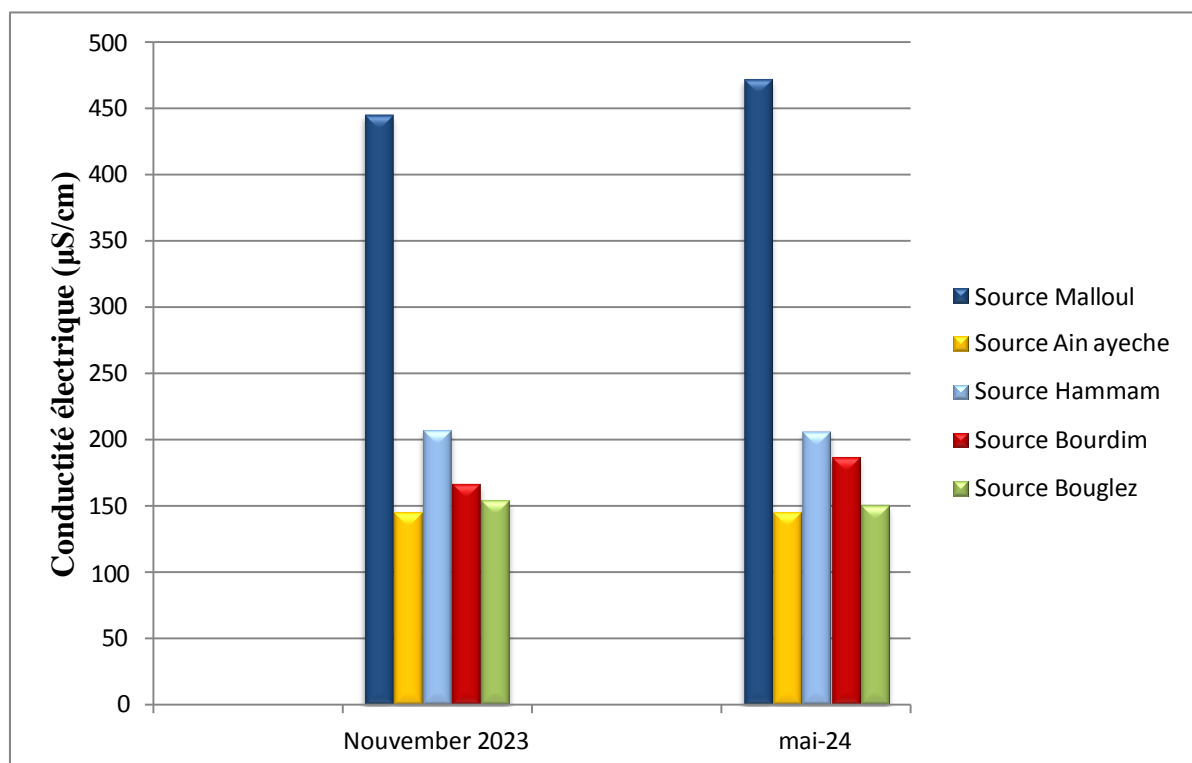


Figure 31: Variation de la conductivité dans les eaux des cinq sources le novembre 2023 et mai 2024.

➤ **Titre alcalimétrique complet :**

Le titre alcalimétrique complet dans les échantillons d'eau analysés est essentiellement à la présence des ions bicarbonates (HCO_3^-), c'est l'indice du pouvoir tampon de l'eau, il est étroitement lié à la dureté, bien que de nombreuses espèces de solutés puissent y contribuer. L'alcalinité est exprimée carbonate. L'évolution temporelle de ce paramètre est marquée par des valeurs allant de 0,5 à 28,1 P

Les valeurs enregistrées varient entre 0,5 F° et 7,5 F° NTU Figure 15 La valeur la plus élevée enregistrée au niveau de la source Malloul était de 7,5 F°, et la valeur la plus faible a été enregistrée dans les trois sources Bouglez, Bourdim, Ain ayeche 0,5 F°.

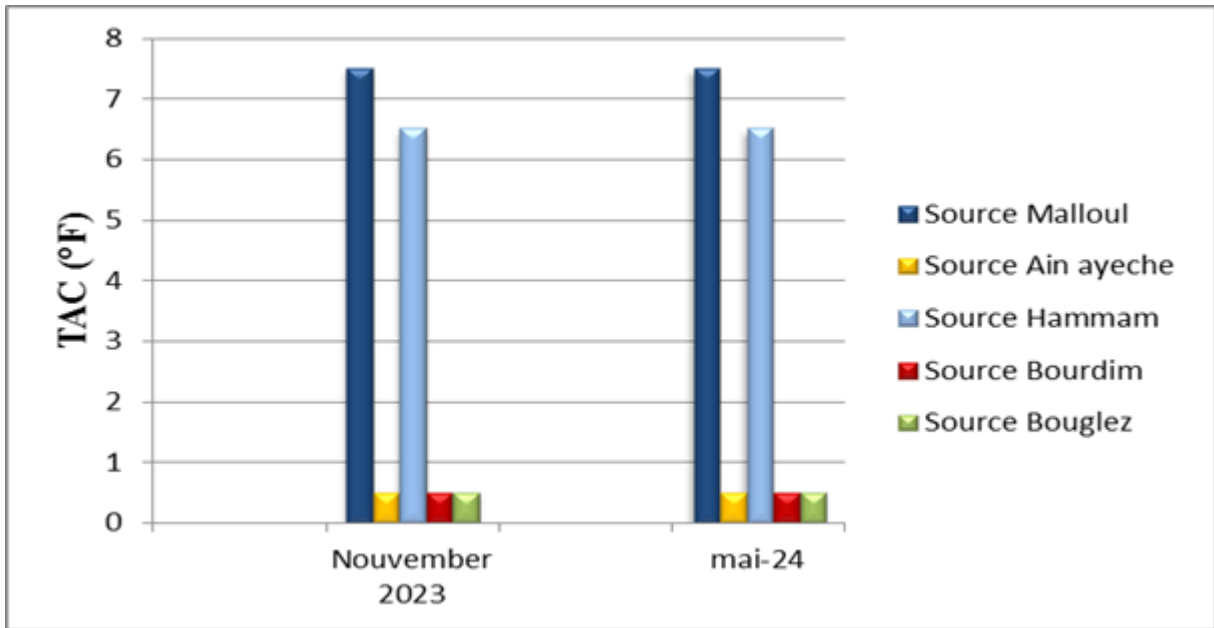


Figure 32 : Variation du titre alcalimétrique complet dans les eaux des cinq sources le novembre 2023 et mai 2024.

On observe que TAC ne varie pas au niveau des cinq sources Ain ayeche, Hammam, Bourdim, Bouglez, Malloul en novembre 2023 et mai 2024 (valeur stable). Répondent aux normes d'eau adaptées irrigations.

➤ **Titre hydrotimétrique (TH)**

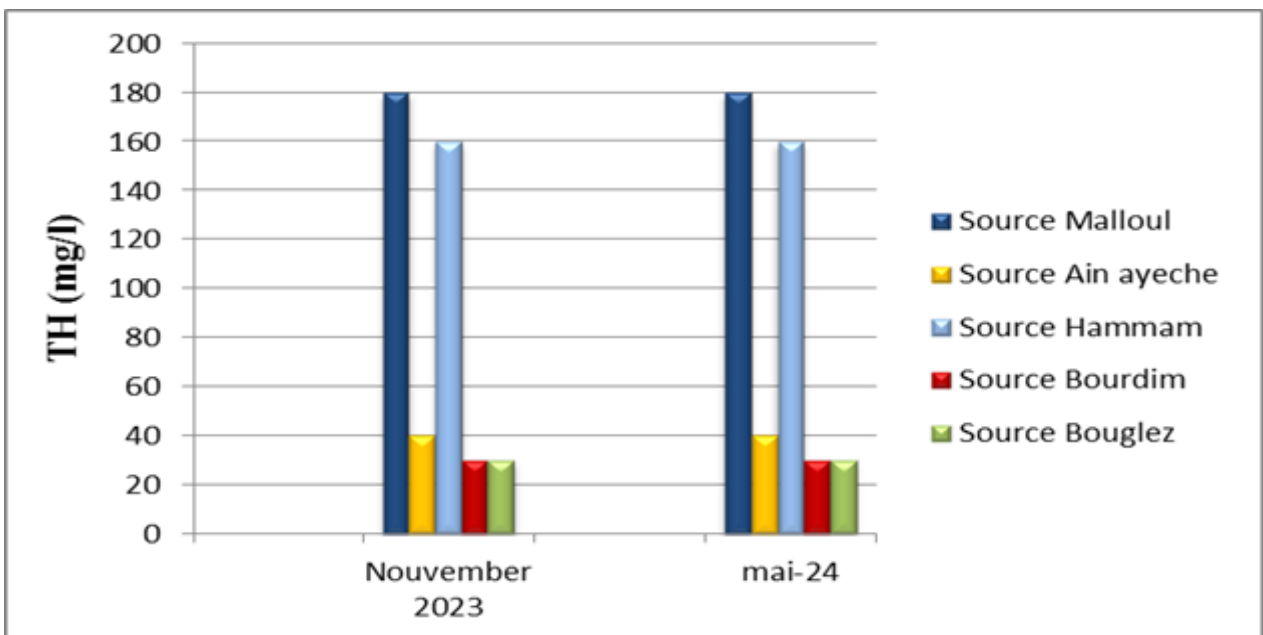


Figure 33: Variation du titre hydrotimétrique (T.H.) dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024

Les résultats concernant les mesures de la dureté de l'eau **figure n°32**, ont montré que les valeurs de ce paramètre sont fixées à la valeur de 180 mg/l enregistrées au niveau de la source Malloul et une valeur de 30 mg/l a été enregistrée au niveau de les sources Bouglez et Bourdim. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui exige une concentration maximale de 500mg/l.

➤ Chlorure (cl-)

La figure 34 montre que les résultats obtenus indiquent que le Chlorure (cl-) varie entre une minimale obtenue est de 35.5 enregistrés à la source Ain ayeche en novembre 2023 et mai 2024 quand enregistrés à la source Bouglez en novembre 2023. Chlorure (cl-) varie entre maximale obtenue est de 50.41 la note enregistrée à la source Malloul en November 2023 et Mai 2024. Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui exige une concentration maximale de 500mg/l.

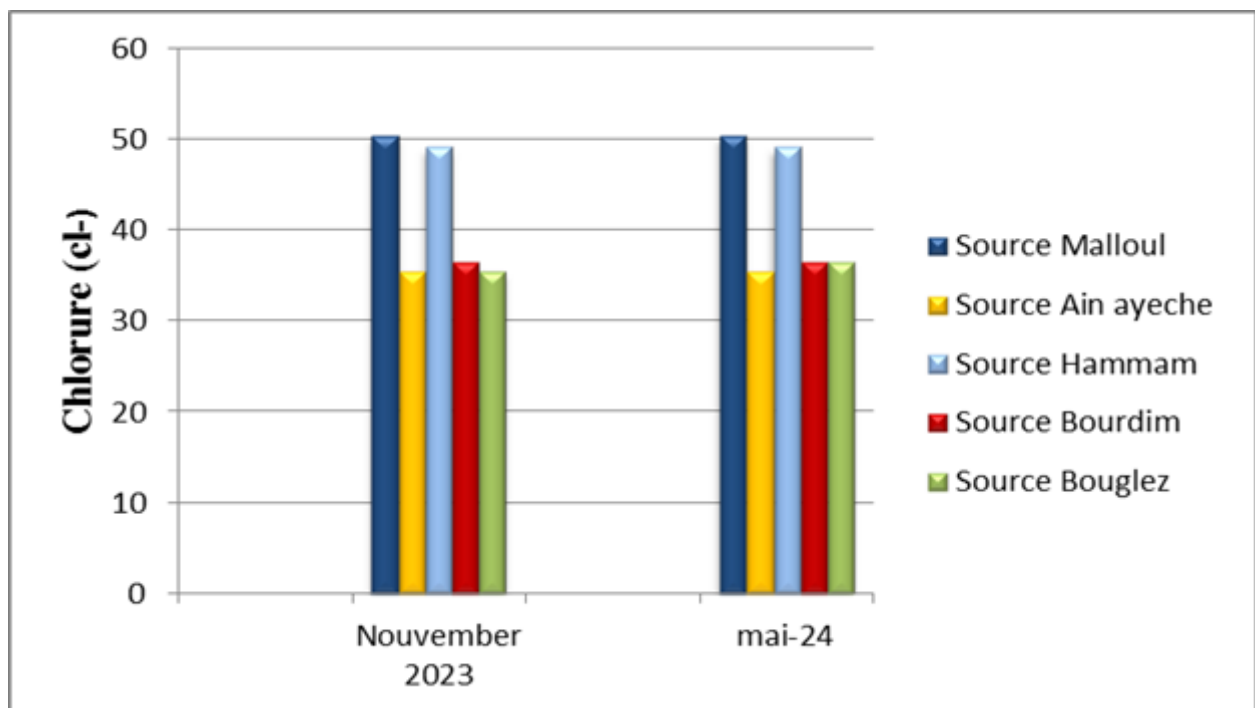


Figure 34 : Variation du Chlorure (cl-) dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023et mai 2024

➤ **Magnésium:**

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

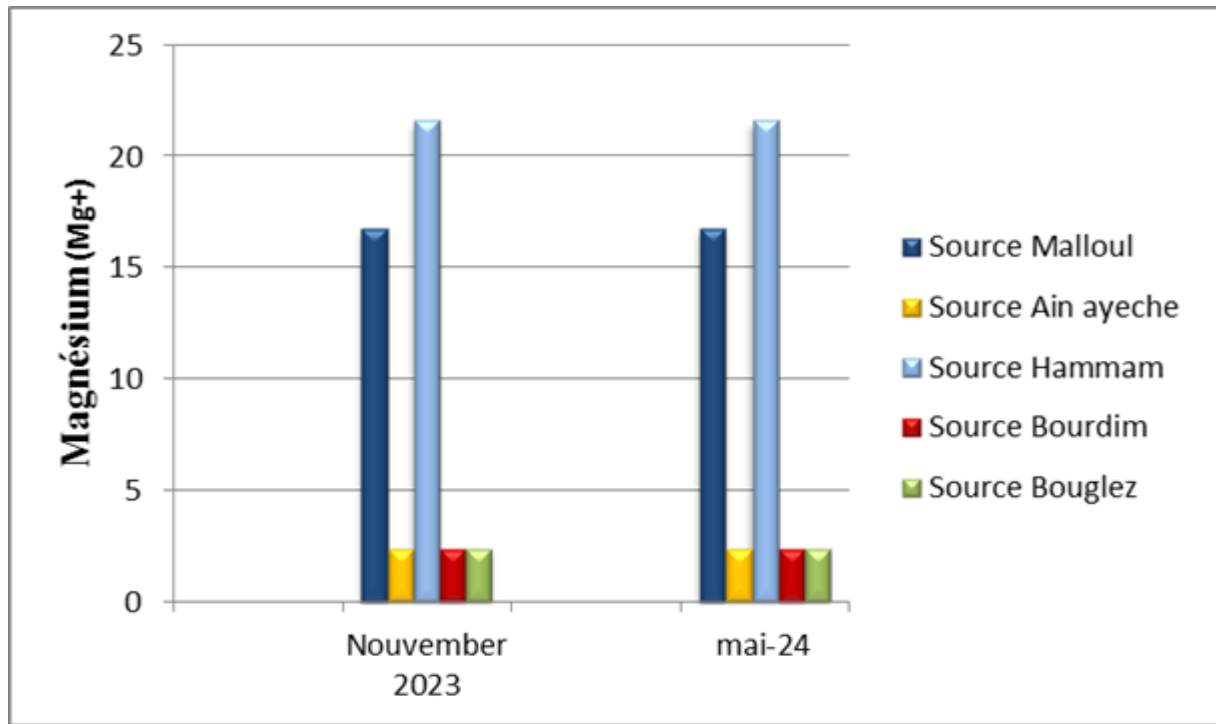


Figure 35: Variation du magnésium dans les eaux des cinq sources pendant novembre 2023 et mai 2024

Les valeurs enregistrées varient entre 2.4 et 21.6 (**Figure n°35**) Donnée une concentration en magnésium stable en novembre 2023 et mai 2024 La valeur la plus élevée enregistrée au niveau de la source Hammam était de 21.6, et la valeur la plus faible a été enregistrée dans les trois sources Bouglez, Bourdim, Ain ayeche 2.4.

Selon les normes de l'OMS, les teneurs en Mg sont généralement inférieures à 50 mg/l donc les sources étudiées répondent aux normes d'eau adaptées à l'irrigation.

➤ Calcium :

La présence des tous Cat dans l'eau et liée principalement à deux origines naturelles soit la dissolution des formations carbonatées (CaCDs), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO₄)

Les teneurs en calcium des eaux analysées (**figure n°36**) sont toutes similaires et stables présentant la même valeur en novembre 2023 et mai 2024. La valeur la plus élevée 44 mg/l enregistrée au niveau de la source Melloul et la valeur la plus faible 8 enregistrée au niveau de les sources Bouglez, Bourdim, Ain ayeche.

Ces eaux répondent à la concentration maximale admissible qui est de 200 mg/l édictée par les normes locales pour l'eau adaptées à l'irrigation.

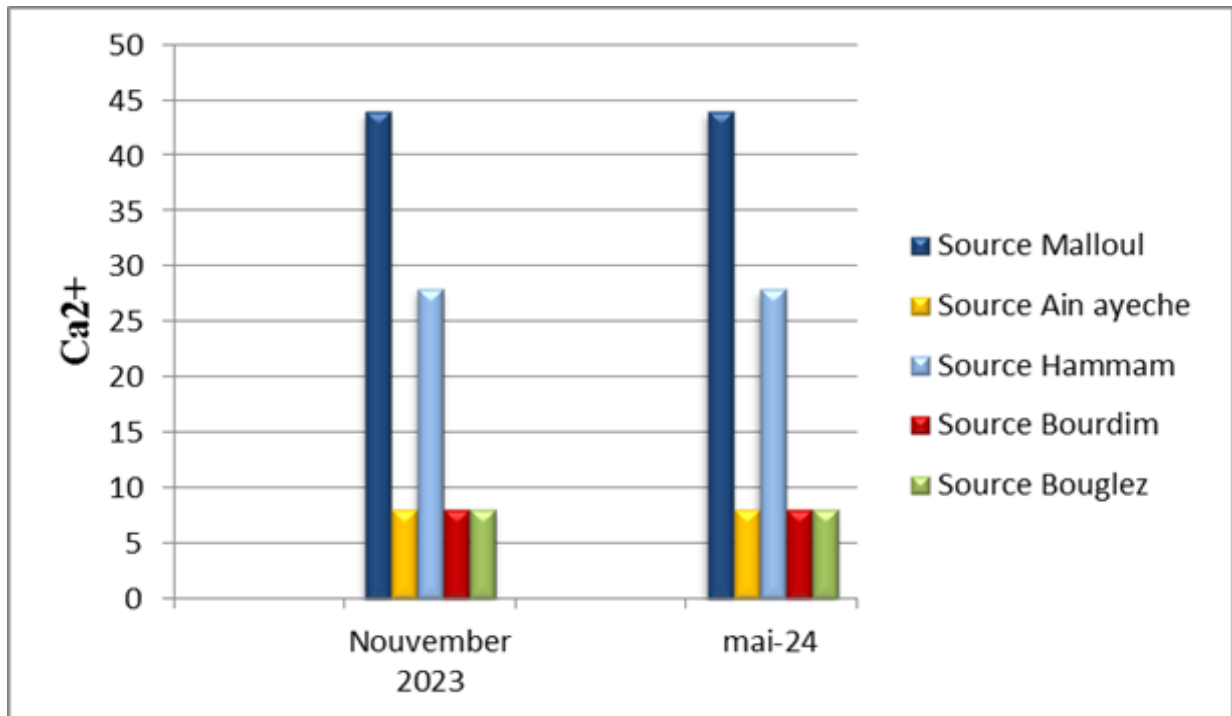


Figure 36 : Variation du Calcium dans les eaux des cinq sources pendant novembre 2023 et mai 2024

➤ L'Ammonium (NH₄⁺)

Les valeurs d'ammonium noté d'après les résultats des analyses marquent un minimum de 0 mg/l au niveau les sources Ain Ayeche et Bouglez en novembre 2023-mai 2024 mais la source du Malloul pendant mai 2024, un maximum de 0.03 mg/l au niveau de la source Hammam pendant novembre 2023.

D'après la norme algérienne l'Ammonium (NH₄⁺) dans l'eau de source ne dépassent pas 0.5 mg/l, et les valeurs Les ammoniums (NH₄⁺) des cinq sources ne dépassent pas 0.03 mg/l, on peut conclure que les cinq sources sont de bonne qualité du côté ammonium.

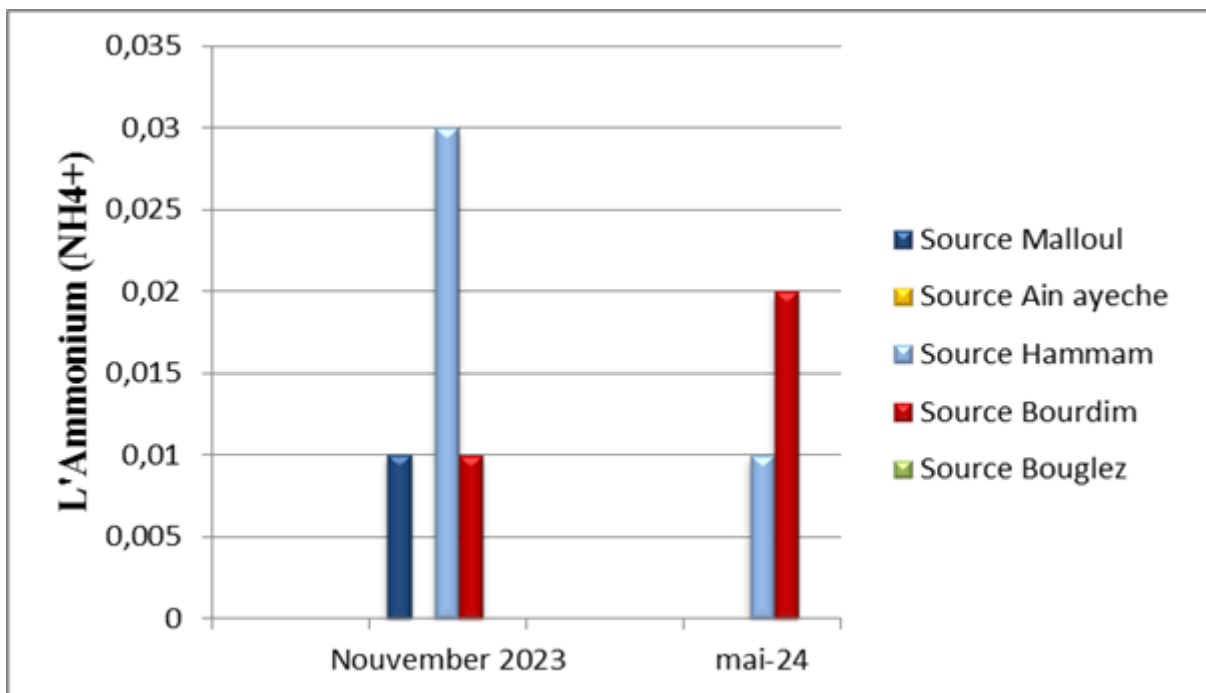


Figure 37 : Variation du l'ammonium dans les eaux des cinq sources pondant novembre 2023 et mai 2024

IV 2. Interprétation des résultats bactériologique :

L'identification des colonies isolées est basée essentiellement sur leur observation macroscopique et microscopique. La recherche des germes pathogènes montre l'absence des bactéries qui appartiennent à la famille **Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux, Germes Totaux, Streptocoque, Clostridium**

Tableau Les germes pathogènes isolés au cours de la période d'étude

(-) Absence, (+) Présence, (/) Non effectué

Familles	Espèces bactériennes identifiées
Coliformes Totaux	-
Coliformes Fécaux	-
Germes Totaux	-
Streptocoque	/
Clostridium	-

Discussion :

Ces analyses sont réalisées dans le but de faire un diagnostic de l'état physico-chimique des eaux des sources de la région d'El –Taref. Après les études des paramètres physico-chimiques on peut dire que les eaux de sources étudiées sont potables et convient pour tous les usages.

La qualité répond aux normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Les cinq sources étudiées situées dans le Nord-est Algérien (La Wilaya d'El Tarf), se caractérisent par différents débits qu'ils ne se varient pas trop au cours de la saison.

Conclusion

Conclusion

A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur l'évaluation de la qualité des eaux de source dans la région d'El Tarf entre novembre 2023 et mai 2024, concordent avec les réglementations nationales et internationales relatives à la validité des normes.

L'eau est un élément constitutif fondamental de la vie, et un facteur déterminant de toute activité économique. C'est une ressource de plus en plus polluée. A cause de leurs bonnes caractéristiques hydroclimatiques et surtout de leurs situations géographiques, la région d'El Tarf est sollicitée par deux domaines qui contribuent à la détérioration de leurs eaux : l'agriculture et l'expansion démographique. L'étude réalisée porte sur la qualité des eaux de surface et souterraines dans la wilaya d'El Tarf.

Les cinq sources (Boughez, Bourdime, Melloul, Ain ayeche et Hammam) distinguent par des caractéristiques physiques telles que la clarté, La température (T°) modérée et une faible turbidité, ce qui les rend idéales pour l'irrigation et la consommation. Chimiquement, ces eaux contiennent des concentrations modérées de minéraux essentiels comme le calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}), de faibles niveaux de matières organiques et un pH neutre, ce qui améliore leur qualité et leur sécurité pour les usages agricoles et domestiques. D'un point de vue microbiologique, ces eaux sont pures et contiennent peu de contaminants biologiques, ce qui les rend sûres et joue un rôle crucial dans le soutien de l'agriculture et de l'économie locale à El Tarf. Cette étude montre que les eaux des cinq sources présentent une qualité d'eau satisfaisante pour la boisson, l'irrigation et les eaux d'abreuvements.

Référence

Bibliographique

Référence Bibliographique :

-A-

- ✚ **Assouline J. Et Assouline. S, (2007)** : Géopolitique de l'eau nature et enjeu Edition studyrama, 140 p.
- ✚ **Ayad W. (2017)**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harroch (Wilaya de Skikda), Thèse doctorat en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar-Annaba, p3-4.

-B-

- ✚ **Boeglin J.C, (2009)**. Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1, 110 p.
- ✚ **Bonnin. J, (1982)** : Aide –mémoire d'hydraulique urbaine : Eléments fondamentaux pour le calcul des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement. 1ere édition, Eyrolles, Paris France, 128 p.
- ✚ **Bouziani .M, (2000)** : L'eau, de la pénurie à la maladie. Edition Ibn-Khaldoun, Algérie, 247 p.
- ✚ **Briere F.G, (2000)**. Distribution et collecte des eaux, 2ème édition : École Polytechnique de Montréal, PP : 299-300.

-D-

- ✚ **Degremont. G, (1998)** : Memento technique de l'eau Tome 1. 9ème Edition, cinquantenaire, Paris, 592 p.
- ✚ **Desjardins. R, (1997)** : Le traitement des eaux. 2 ème Edition, Montréal, p38-48.

-G-

- ✚ **Glibert . M, (1999)** : L'étude des écosystèmes marins. Presses Universitaires p25-26.
- ✚ **Gomella G. et Guerree. H, 1980** : La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. 3ème Edition, Eyrolles, Paris, 227 p.

-J-

- ✚ **Jiang. Y, (2010)** : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière.

-H-

- ✚ **Hani .A, (2003):** Analyse méthodologique de la structure des processus anthropiques. Application aux ressources en eaux d'un bassin côtier méditerranéen. Thèse de Doctorat d'Etat, université d'Annaba, 234p
- ✚ **Hani B. (2011) :** faisabilité de l'implantation de bassins d'alimentation d'un aquifère. Cas du massif dunaire de Bouteldja». (Extrême nord-est algérien).

-L-

- ✚ **Lidoughi .A, (2022) :** Qualité et aptitude à l'irrigation des eaux de sources de la région de Bouteldja (cas de la source Bouglez er Bourdim). 15 p

-M-

- ✚ **Madigan .M, Martinko .J, (2007).** Biologie des microorganismes, 11ème édition ,Pearson. Éducation, Paris, PP : 918-932.
- ✚ **Metahri .S, (2012) :** Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par les procédés mixtes : cas de la STEP EST de wilaya de Tizizou, thèse de doctorat : département d'agronomie. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-ouzou,Algérie 148p.
- ✚ **Myrand .D, (2008).** Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, 04p.

-O-

- ✚ **OMS, (1994).** Directive de qualité pour l'eau de boisson ; volume 1 recommandation organisation mondiale de la santé, 2emeédition, 202p.

-P-

- ✚ **Piar Roux. R, (2002).** Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull Soc PatholExot, Vol 95, N°5, P45-350.

-R-

- ✚ **Rodier. J, (2005) :** l'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edititon, Dunod, Paris. 1381 p.