

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO)

Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département d'écologie et environnement



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du diplôme de master
en écologie et environnement*

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

**Évaluation de la qualité de l'eau de deux sources « Thala Mekar
et Draa Khelifa » dans la wilaya de Tizi-Ouzou**

Présenté par :

KHABIL Ali & ARIB Rabah

Devant le jury composé de :

Présidente:	M ^{me} ALI AHMED S.	MCB	UMMTO
Promotrice:	M ^{me} ALI AHMED D.	Professeur	UMMTO
Examinatrice:	Mme LANDRI G.	MCB	UMMTO
Co-promotrice:	M ^{me} KHALI M.	INGENIEUR	SEAAL

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance et notre amour à **nos parents** bien-aimés. Vous avez été notre force dans les moments de doute, notre refuge dans les périodes difficiles. Par votre patience, vos sacrifices silencieux, votre foi en nous et votre amour inconditionnel. Ce mémoire est l'aboutissement de notre travail, mais il est avant tout le reflet de tout ce que vous nous avez offert, transmis et inspiré. Merci du fond du cœur.

On remercie chaleureusement **Madame ALI AHMED D.**, notre promotrice, pour sa disponibilité, ses conseils précieux, sa rigueur scientifique et sa bienveillance tout au long de ce travail. Son accompagnement nous a été d'une grande aide et nous a permis d'avancer sereinement.

Nos remerciements s'adressent également à **Madame KHALI M.**, pour ses orientations claires, sa pédagogie et son soutien constant. Sa contribution nous a été primordiale et a fortement enrichi ce mémoire.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury, Madame la Présidente **ALI AHMED S.** et Madame l'Examinatrice **LANDRI G.**, pour l'honneur qu'elles nous font en acceptant d'évaluer ce travail, ainsi que pour le temps qu'ils y consacrent.

Nous n'oublions pas de remercier l'ensemble de la faculté des sciences biologiques, en particulier les enseignants pour la qualité de leur enseignement, leur accompagnement tout au long de nos formations.

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, on vous adresse nos sincères remerciements.

Dédicaces

Je dédie ce travail, fruit de plusieurs années d'efforts, à toutes les personnes chères à mon cœur, qui m'ont soutenu, encouragé et inspiré tout au long de ce parcours.

À mes parents, mon **papa** et ma **maman**, pour leur amour inconditionnel, leur patience et leurs sacrifices, sans lesquels rien de tout cela n'aurait été possible.

À mon frère, **Amine**, pour sa présence, son humour et son encouragement.

À tous mes amis pour les rires partagés, les moments d'entraide et les souvenirs inoubliables.

Une pensée très particulière à mes oncles et tantes qui tiennent une place toute spéciale dans ma vie.

À la mémoire de mes grands-pères.

À **M^{me} KHALI**, pour son implication, sa disponibilité et son aide précieuse tout au long de ce travail, notamment lors des travaux de laboratoire. Merci pour votre collaboration sincère et votre engagement.

À tous les étudiants de la section de protection des écosystèmes, avec qui j'ai partagé cette belle aventure académique.

À mon cher ami et binôme **RABAH**, pour tous les moments partagés au cours de notre parcours universitaire.

Alilou.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

À la mémoire de mon grand-père, qui nous a quittés mais dont l'esprit veille encore sur moi. Un homme de valeurs, de courage et de dignité, qui a marqué ma vie par son amour, sa sagesse et sa force tranquille.

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible. Rien de tout cela n'aurait été possible sans eux.

À ma sœur Aya, pour sa tendresse, ses encouragements et sa présence rassurante.

À mes amis les plus proches pour leur amitié sincère, leurs conseils et leurs fous rires partagés.

À mon binôme et mon frère **ALI**, avec qui j'ai traversé cette aventure universitaire, et à sa famille pour leur générosité.

À mes camarades de promotion en Master protection des écosystèmes, pour cette belle expérience collective.

À Nihal pour son soutien moral et sa bienveillance tout au long de ce parcours.

À moi-même, pour avoir tenu bon, malgré les difficultés.

Et enfin, à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

RABAH

Sommaire

Liste de figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-Généralités sur l'eau

1. Définition de l'eau	02
2. Définition d'une eau potable	02
3. Cycle de l'eau	02
4. Propriétés de l'eau.....	03
5. Eau de sources	04
6. Différents types de sources.....	04
7. Répartition de l'eau sur terre.....	04

II- Pollution de l'eau

1. Pollution de l'eau.....	06
1.1 Pollution agricole.....	06
1.2 Pollution domestique	06
1.3 Pollution d'origine naturelle	06
1.4 Pollution par les substances de traitement de l'eau.....	06
2. Démarche réglementaire de protection des eaux minérales en Algérie	06
3. Types de polluants	07
3.1 Pollutions physico-chimiques	07
3.2 Pollutions biologiques.....	07

4. Conséquences de pollution de l'eau.....	07
5. Pollution et qualité des eaux de source à Tizi Ouzou.....	07

Chapitre II : Matériel et Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude	09
I.1. Source Thala Mokar	09
I.2 Couverture vegetale.....	10
I.3 Source Draa Khelifa	10
I.4 Couverture vegetale.....	10
I.5. Situation géologique des deux sources.....	11
II. Echantillonnage.....	11
III. Présentation de l'entreprise (SEAAL)	12
IV. Méthodes d'analyses des paramètres physico-chimiques.....	14
IV.1 Paramètres organoleptiques	14
IV.2 Paramètres physico-chimiques	15
IV.3 Paramètres de minéralisation globale	18
IV.4 Paramètres indésirables	21
IV.5 Paramètres de pollution	21
V. Méthodes d'analyses bactériologiques.....	23
1-Enterocoques intestinaux.....	24
2- <i>Escherichia coli</i> et coliformes totaux.....	25

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Résultats des analyses organoleptiques.....	26
I.1 Odeur.....	26
I.2 Couleur.....	26
II. Résultats des analyses physico-chimiques.....	26
II.1 Température	27
II.2 pH ..	28

II.3 Conductivité	29
II.4 Turbidité.....	29
III. Paramètres de minéralisation globale.....	30
1. Dureté calcique	30
2. Dureté magnésienne.....	31
3. Chlorures.....	32
4. Sulfates.....	33
5. Bicarbonates.....	34
6. Dureté totale.....	35
7. Titre alcalimétrique complet	36
IV. Paramètres indésirables	38
Fer	38
V. Paramètres de pollution.....	38
V.1 Ammonium	38
V.2 Nitrites	39
V.3. Phosphates	39
V.4 Matière organique	40
VI. Classification des eaux de sources étudiées	40
VII. Résultats des analyses bactériologiques	42
1. Coliformes totaux	42
2. <i>Escherichia coli</i>	43
3. Coliformes totaux	43
Conclusion	43
Conclusion générale	45

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de l'eau (WIKIPEDIA, 2025).....	3
Figure 2: Source Thala Mokar (Photo originale, 2025	9
Figure 3: Image géographique de la région de Thala Mokar (Google Maps, 2025).....	9
Figure 4: Source Draa Khelifa (Photo originale, 2025)10	
Figure 5: Image géographique de la région de Draa Khalifa (Google Maps, 2025)	11
Figure 6: Méthode par filtration (Photo original SEAAL, 2025)	23
Figure 7: Incubateur BINDER (Photo originale SEAAL, 2025).....	24
Figure 8: Valeurs de la température enregistrées dans les deux sources d'eau étudiées.....	27
Figure 9: Valeurs du potentiel d'hydrogène des eaux des deux sources étudiées.....	28
Figure 10: Les valeurs de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des eaux des sources étudiées.....	29
Figure 11 : Valeurs de turbidité des eaux des deux sources étudiées.....	30
Figure 12: Valeurs de la dureté calcique des eaux des deux sources étudiées	31
Figure 13: Valeurs de la dureté magnésienne des eaux des deux sources étudiées.....	32
Figure 14: Valeurs des chlorures pour les deux sources d'eau	33
Figure 15: Concentration en sulfates des eaux des deux sources étudiées	34
Figure 16: Teneurs en carbonates des eaux des deux sources étudiées	35
Figure 17: Valeurs de dureté totale des eaux des deux sources étudiées	36
Figure 18: valeurs de l'alcalinité des deux sources d'eau	37
Figure 19: Teneurs en Fer des eaux des deux sources étudiées	38
Figure 20: Teneurs en phosphates des eaux des deux sources étudiées.....	40
Figure 21: Classification des eaux des deux sources étudiées selon Stabler	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Matériels et méthodes utilisés pour les différents paramètres physico-chimiques	14
Tableau 2 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux des deux sources étudiées	42

Liste des abréviations

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC: Titre Alcalimétrique Complet.

TH : Titre Hydrotimétrique

M: mole.

MO : matière organique.

TH : titre hydrométrique.

SEAAL : Société des eaux et de l'assainissement d'Alger.

Introduction générale

L'eau, bien qu'essentielle à toute vie et semblant inépuisable, n'est pas une ressource sans fin. Sa distribution sur la planète est très inégale et tous les pays devront, à un moment donné, faire face à la question de sa pénurie croissante (**METAHRI, 2012**).

C'est un élément vital et incontournable pour la vie. L'eau potable classique est une eau qui possède des propriétés chimiques, microbiologiques et organoleptiques lui permettant d'être consommée par l'homme (**GUIRAUD, 1998**).

La mise en place de zones urbaines, associée à des zones industrielles et une intensification de l'activité agricole, a entraîné une détérioration de la ressource hydrique, tant en termes de quantité que de qualité (**LARBES, 2005**).

Les actions de l'Homme moderne dans les domaines de l'agriculture, de l'exploitation minière et de l'industrie produisent des déchets riches en éléments polluants (**FRIOUA, 2014**).

La wilaya de TIZI-OUZOU bénéficie d'un potentiel important en ressources hydriques. Toutefois, dans certaines régions, les eaux souterraines demeurent l'unique source d'eau potable. Ces eaux sont quotidiennement perturbées, ce qui conduit à une dégradation de leur qualité hygiénique (**HAMADOUCHE et al., 2018**).

La vulnérabilité d'un captage dépend largement de la nature géologique du sol, du temps de transit de l'eau, et de l'existence d'un périmètre de protection efficace. Il est donc essentiel de mettre en place une gestion préventive et une surveillance régulière afin de garantir la sécurité sanitaire des eaux de source exploitées pour la consommation humaine (**BOUWER, 2000**).

Nous avons réalisé un stage pratique dans l'entreprise publique de SEAAL.

Notre étude vise à examiner les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de deux ressources aquatiques situées dans la wilaya de Tizi-Ouzou ; commune de SidiNaâmane à savoir

- Source de Thala Mokar.
- Source de Draa Khelifa.

Notre document a été réalisé de la manière suivante :

- Le premier chapitre, bibliographique, comprend des informations générales sur les eaux naturelles, les divers types de contamination de ces eaux, et les critères de qualité de l'eau potable ;
- Le second chapitre, expérimentale, est consacré à l'équipement utilisé, aux techniques mises en œuvre
- Dans le troisième chapitre sont présentés les résultats obtenus et leur discussion.
- Nous terminons par une conclusion et quelques perspectives de recherche.

I. Généralités sur l'eau**1. Définition de l'eau**

L'eau est une molécule composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Elle constitue un liquide incolore, inodore et insipide à température ambiante. Essentielle à tous les organismes vivants, l'eau possède des propriétés physicochimiques uniques telles qu'une forte cohésion moléculaire, une capacité thermique et un rôle fondamental comme solvant universel.

Elle intervient dans de nombreux processus biologiques, géologiques et climatiques. Dans le contexte des ressources naturelles, l'eau de source désigne une eau souterraine naturellement

(RODIER et al., 2009).

2. Définition de l'eau potable

L'eau potable est définie comme une eau dont la qualité est conforme à des normes sanitaires strictes, la rendant propre à la consommation humaine sans risque pour la santé. C'est une eau qui peut être consommée directement, utilisée pour la préparation des aliments, et pour l'hygiène personnelle, sans entraîner d'effets néfastes immédiats ou à long terme sur la santé de l'individu **(OMS, 2017).**

Pour être qualifiée de potable, l'eau doit répondre à un ensemble de critères qui garantissent son acceptabilité organoleptique :

- Absence de micro-organismes pathogènes ;
- Absence ou faibles concentrations de substances chimiques nocives ;
- Caractéristiques physico-chimiques acceptables ;
- Radioactivité limitée ;

3. Cycle de l'eau

L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement, qui peut être synthétisé de la façon suivante à l'échelle terrestre (fig.1).

- La source principale d'eau douce provient de l'évaporation des océans (sous l'effet du soleil) à laquelle s'ajoutent l'évaporation des rivières et lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux ;
- Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère et retombe sous forme de précipitations (pluvieuses et neigeuses) dont une partie parvient aux cours d'eau :

- ✓ Soit directement par ruissellement ;

- ✓ Soit indirectement par infiltration, stockage dans les nappes puis restitution aux cours d'eau à la faveur des exurgences (GENIN et al., 2003).

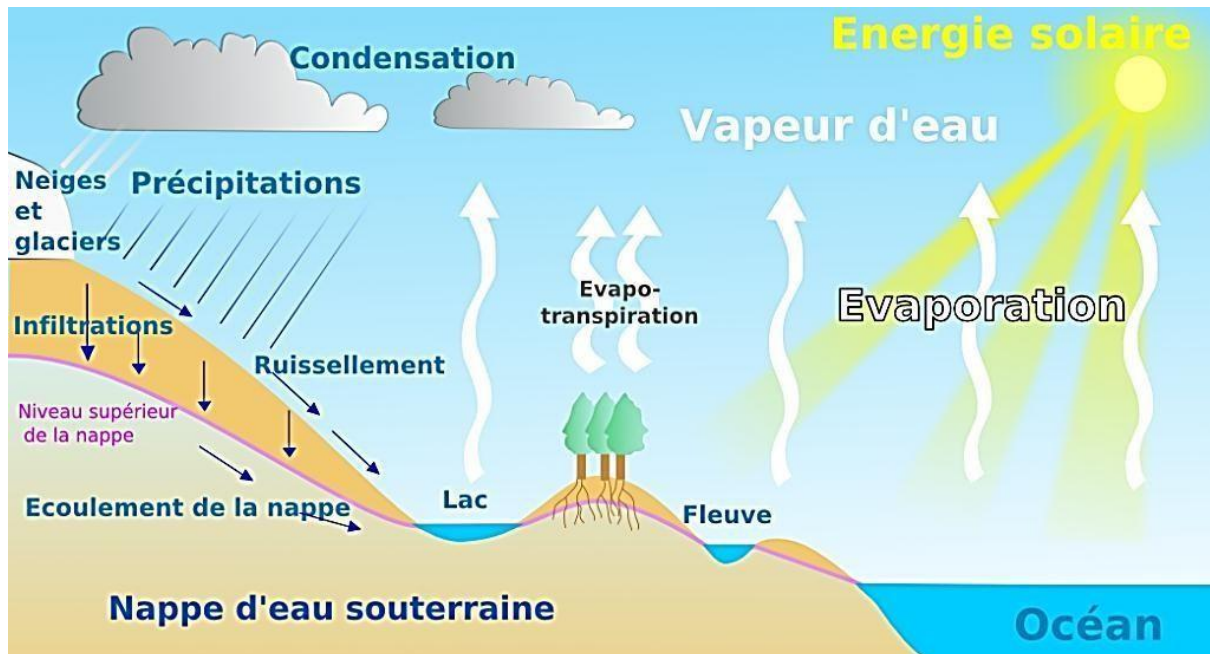


Figure 1 : Cycle de l'eau (WIKIPEDIA, 2025).

4. Propriétés de l'eau

L'eau est la plus importante source vitale du vivant. La formule chimique de l'eau pure est H_2O . L'eau « courante » est une solution d'eau et de différents sels minéraux.

C'est un liquide sans saveur et de pH neutre. C'est est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants.

L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes et des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes.

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau est le seul élément qui existe sous trois formes que l'on rencontre à la surface de la terre

- ✓ État solide : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- ✓ État gazeux : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules (liaison hydrogène). Ces dernières sont indépendantes les unes des autres.

- ✓ État liquide : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (BORDET, 2007).

5. Eau de source

L'eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine à l'abri de tous les risques de pollutions, propre à la consommation humaine dans son état naturel, microbiologiquement saine sans avoir subi des traitements ou adjonction autres que la sédimentation des matières en suspension et des composés instables. La qualité des eaux de source dépend des caractéristiques géologiques de la nappe et des voies souterraines suivies (FARCH, 2017).

6. Différents types de sources

Les sources représentent l'émergence des eaux souterraines et elles sont plus fréquemment rencontrées dans les régions montagneuses. On distingue trois types de sources selon BOUZIANI (2000):

6.1. Sources d'affleurement

Pour lesquelles l'approvisionnement se fait sur un fond imperméable dans la vallée (au pied de la pente).

6.2. Source d'émergence ou artésienne

Elles sont alimentées par la couche inférieure de la nappe (ces ressources sont plus susceptibles de tarissement). Le débit d'une source artésienne est, en principe, uniforme et presque constant durant toute l'année.

6.3. Sources de déversement

Elles naissent sur les pentes ou de grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée). Généralement leur débit est faible.

7. Répartition de l'eau sur la terre

Les océans et les mers occupent 71 % de la surface du globe et représentent 1350 millions de km³ d'eau salée. 29 millions de km³ d'eau se retrouvent sous forme de glace dans les glaciers et les calottes glaciaires. L'eau douce, à la surface de la terre et dans le sol, représente 8,6 millions de km³.

L'eau atmosphérique sous forme de vapeur d'eau est évaluée à 13 000 km³.

Pour son utilisation, l'homme aura trois possibilités :

- Recueillir l'eau de pluie, mais pour la consommation humaine, cette eau présente des inconvénients dus à sa composition et à son manque de potabilité en raison essentiellement de son mode de collecte et de stockage.
- Prélever l'eau superficielle qui, elle aussi, nécessitera d'être purifiée (traitée) pour être consommée.
- Prélever dans la réserve d'eau souterraine. Ces eaux au cours de leur infiltration dans le sol se sont purifiées. En général, plus ces eaux sont profondes, plus elles sont claires et bonnes à la consommation (**OMS.com, 2025**).

II. Pollution de l'eau

1. Pollution de l'eau

1.1 Pollution agricole

Elle est due à l'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés et des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès, vont contaminer, en période de pluie, les eaux de surface et les eaux souterraines.

1.2 Pollution domestique

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais sont de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et de produits chimiques qui proviennent principalement des excréta humains et des produits ménagers.

1.3 Pollution d'origine naturelle

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (OMS.com, 2025).

1.4 Pollution par les substances de traitement de l'eau

La chloration de l'eau, dans le but de la rendre potable, est un procédé très répandu et reconnu efficace. La chloration est même considérée par les experts comme étant l'une des plus importantes initiatives de santé publique du XXe siècle. Cependant, bien qu'il soit efficace pour contrôler principalement les virus et les bactéries, le chlore, en présence de matières organiques, entraîne la formation de plusieurs sous-produits de chloration (SPC) potentiellement cancérigènes comme les trihalométhanes (THM) (OMS.com, 2025).

2 Démarche réglementaire de protection des eaux minérales en Algérie

Caractérisée par quelques imperfections et une situation de pseudo vide-juridique, la législation appliquée en Algérie jusqu'à juillet 2004, en matière d'exploitation et de production des eaux conditionnées, a engendré une situation de non-contrôle et de confusion, notamment en matière de qualité. Cette situation a poussé les pouvoirs publics à adopter une série de textes relatifs à l'exploitation et à la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de sources embouteillées. Ces textes reflètent bien la volonté des pouvoirs publics de concrétiser la mise à niveau de l'ensemble du dispositif réglementaire aux normes internationales. Les textes adoptés répondent à deux objectifs fondamentaux, à savoir le respect des qualifications requises pour la sélection de ces types d'eaux et pour leur

consommation et le respect de l'environnement. (**JORADP, Qualité des eaux destinées à la consommation humaine**).

3 Types de polluants

3.2 Polluants physico-chimiques

Parmi les polluants fréquemment retrouvés dans les eaux de source, on cite les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), l'ammonium (NH_4^+), ainsi que les phosphates. Ces éléments proviennent principalement des engrais agricoles ou des rejets domestiques. En concentration élevée, ils peuvent affecter la qualité de l'eau potable et contribuer à l'eutrophisation des milieux aquatiques (**OMS, 2017**).

3.3 Polluants biologiques

La présence de coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* dans l'eau est un indicateur de contamination d'origine fécale, souvent liée à un mauvais assainissement ou à la proximité de latrines. Ces micro-organismes sont responsables de nombreuses maladies hydriques telles que les gastro-entérites, la typhoïde ou les parasitoses intestinales (**UNICEF & OMS, 2021**).

4 Conséquences de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau compromet son usage pour la consommation humaine, l'irrigation et l'élevage. Sur le plan sanitaire, elle est à l'origine de nombreuses maladies d'origine hydrique, notamment dans les zones rurales où les systèmes de traitement sont absents. Sur le plan écologique, elle entraîne une perte de biodiversité aquatique, une altération des habitats et une perturbation des équilibres naturels. (**ONU Environnement, 2016**).

5 Pollution et qualité des eaux de source à Tizi Ouzou

L'évaluation de la qualité des eaux de source dans la région de Tizi Ouzou permet de mieux comprendre l'influence des activités anthropiques sur la composition de ces eaux. Les teneurs en nitrates ou en coliformes, lorsque celles-ci dépassent les valeurs recommandées par l'OMS et les normes algérienne

peuvent être interprétées comme des indicateurs de pollution agricole ou domestique. Ce lien est particulièrement pertinent pour orienter les actions de gestion et de protection des ressources en eau.

Plusieurs travaux et projet ont été mis en œuvre pour une meilleure protection et gestion des ressources en eau à l'échelle de Tizi-Ouzou, notamment :

- Un programme de réhabilitation d'environ 370 sources naturelles dans plusieurs villages de la wilaya qui vise à limiter la contamination de ces sources et de garantir un approvisionnement en eau potable dans ces zones (Anonyme, 2023).
- Un projet de station de dessalement d'eau de mer à Iflissen, approuvé en juin 2024 qui prendra en charge l'alimentation de plus de 15 communes, avec une capacité prévue de 60 000 m³/jour et une mise en service attendue en 2026 (Anonyme, 2024).

I. Présentation de la zone d'étude

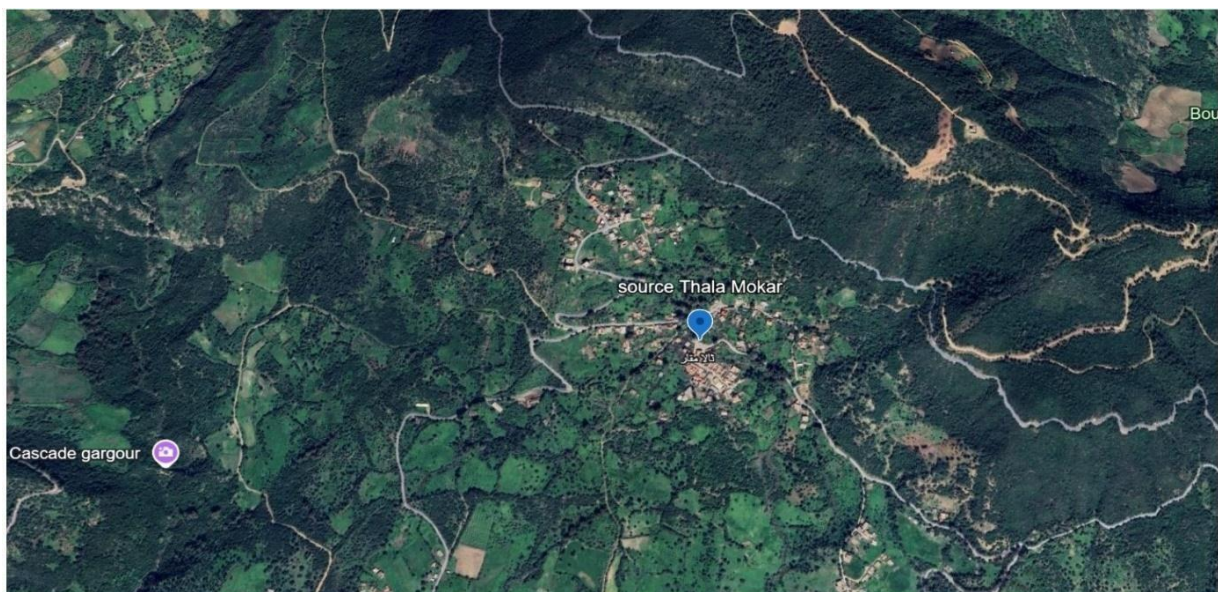
I.1. Source Thala Mokar

La source Thala Mokar se situe comme son nom l'indique dans le village de Thala Mokar se trouvant dans la commune de Sidi-Naamane à une dizaine de kilomètres au nord de la ville de Tizi-Ouzou (fig2). Ses coordonnées géographiques sont 36°46'52"Nord 3°59'56"Est à 360 m d'altitude (fig3).



Figure 2 : Source Thala Mokar (Photo originale, 2025)

Figure 3 : Image géographique de la région de Thala Mokar (Google Maps 2025)



I.2. Couverture végétale

La couverture végétale du village de Thala Mokar est composée principalement d'oléastre, de chênes liège (*Quercus suber*) mais aussi d'arbres fruitiers comme le grenadier sans oublier les divers arbustes tel que la bruyère (*Calluna vulgaris*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*) et le myrte (*Myrtus*).

I.3. Source Draa Khelifa

Cette source se situe aussi dans la commune de Sidi-Naamane à une dizaine de kilomètres au nord du chef-lieu (fig4). Ses coordonnées géographiques sont 36°46'28" Nord 4°01'02" Est et elle se situe à 160 mètres d'altitude (fig5).



Figure 4 : Source Draa Khelifa (Photo originale, 2025)

I.4. Couverture végétale

La végétation du village Draa Khelifa est composée d'une strate arborescente dominée par l'olivier (*Olea europaea*) ainsi que des espèces sauvages, constituant les maquis tel que le lentisque et le myrte et une strate herbacée composée de graminées et de légumineuses sauvages (trèfle). Le figuier de barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est aussi présent.

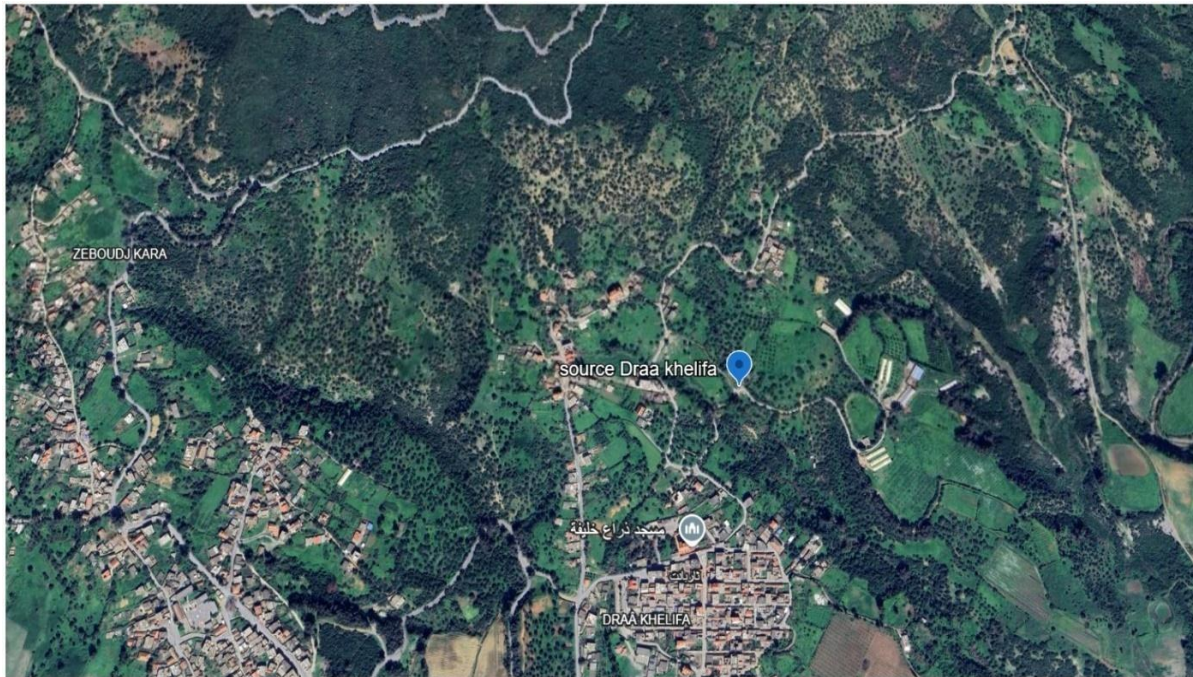


Figure 5 : Image géographique de la région de Draa Khalifa (Google Maps, 2025)

Les deux villages partagent un même climat typique de la Kabylie, un climat méditerranéen se caractérisant par un été chaud et sec et un hiver froid et humide. La pluviométrie annuelle varie entre 750mm et 800mm par an. Cette pluviométrie varie d'une année à une autre passant par des épisodes de pluies intenses à des périodes de sécheresse.

I.5. Situation géologique des deux sources

La zone où se trouvent ces deux sources est incluse dans le socle kabyle, qui est composé de massifs cristallophylliens métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien à Carbonifère) peu métamorphique.

Le socle est, par endroits, recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur–Miocène inférieur, appelés Oligo-Miocène Kabyle (**OUKID, 2022**).

II. Echantillonnage

Les échantillons ont été réalisés dans un environnement stérile. Pour ce faire, le matériel utilisé a été stérilisé au préalable, et la zone de prélèvement a été maintenue stérile à l'aide de flammes alimentées par l'alcool. Les bouteilles employées sont en verre de 500 ml et ont subi un lavage et une stérilisation préalables. Les bouteilles sont remplies jusqu'au 5/6 de leur capacité afin de préserver les bactéries aérobies. Chaque bouteille est étiquetée et comporte les informations suivantes :

- Le nom de la source ;
- La date et l'heure du prélèvement.

Les échantillons ont été transportés dans une glacière à une température avoisinant 4°C afin de ralentir toute activité biologique et chimique pouvant altérer la composition initiale des échantillons.

L'échantillonnage a été effectué comme suit :

- Le 22/04/2025 à 9h20mn pour la source Draa Khelifa
- Le 22/04/2025 à 9h45mn pour la source Thala

Les analyses et les dosages des paramètres physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisés dans le laboratoire de SEEAL à Tizi-Ouzou.

III. Présentation de l'entreprise (SEAAL)

La Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL) est une société publique par actions, détenue à 70% par l'Algérienne des Eaux (ADE) et à 30% par l'Office National de l'Assainissement (ONA).

SEAAL est née en 2006 de la volonté politique des autorités algériennes afin d'améliorer rapidement la qualité et le cadre de vie des citoyens. La principale mission de SEAAL est de produire et de desservir en eau potable les wilayas d'Alger, Tizi-Ouzou et de Boumerdes, et de collecter et traiter les eaux usées au niveau de ces périmètres. Elle dessert ainsi 5 millions d'habitants.

SEAAL assure le service auprès de 680.000 clients (ménages, administrations, commerces, industries et sites touristiques). Le nombre de ses salariés s'élève à 6.700

La station de traitement d'eau de TAKSEBT se situe dans la région de THALA BOUNAN dans la wilaya de TIZI-OUZOU (**BOUTRAHI et MERABET, 2017**).

IV. Méthodes d'analyse des paramètres physico-chimiques

Les échantillons ont été collectés dans des flacons en plastique (polyéthylène) d'un litre et demi, qui ont été préalablement rincés à l'eau distillée. Ils sont à nouveau rincés trois fois avec l'eau de source à analyser. Ensuite, ils sont remplis jusqu'au bord afin d'éviter toute intrusion d'air.

Tableau 1 : Matériel et méthodes utilisés pour les différents paramètres physico-chimiques.

Paramètres mesurés	Méthodes	Appareillage
pH	Méthode potentiométrique	pH mètre WTW pH 450GLP Multical
Turbidité	Turbidimétrie	Turbidimètre HACH 2100N
Conductivité	/	Conductimètre
Alcalinité	Méthode volumétrique	/
Dureté	Titrimétrie	/
Calcium	Titrimétrie à l'EDTA	/
Chlorure	Mohr	/
Ammonium	Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible	Spectrophotomètre (HACH)
Nitrites	Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible	Spectrophotomètre (HACH)
Sulfates	Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible	Spectrophotomètre (HACH)
Phosphates	Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible	Spectrophotomètre (HACH)
Fer	Spectrophotométrie d'absorption UV-Visible	Spectrophotomètre (HACH)
Aluminium	Spectrophotométrie d'absorption	Spectrophotomètre (HACH)
Matières organiques	Méthode à chaud en milieu acide	/

IV.1. Paramètres organoleptiques

IV.1.a Odeur

L'eau destinée à la consommation doit être sans odeur. Ainsi, toute détection d'odeur indique une pollution ou la présence de matière organique en décomposition. (RODIER, 2009)

IV.1.b.Couleur

La couleur vraie est due à la présence de substances dissoutes dans l'eau, notamment des matières organiques naturelles ou des métaux. Elle se mesure par comparaison à une échelle standard Pt-Co (**Rodier et al., 2009**).

IV.2 Paramètres physico-chimiques

- **Température**

Facteur important jouant un rôle dans les diverses propriétés de l'eau. La mesure de ce facteur consiste à plonger le thermomètre dans le volume d'eau prélevé.

- **pH**

Le potentiel hydrogène est une mesure de l'activité des ions d'hydrogène H^+ en solution aqueuse. Il reflète le caractère acide ou basique d'un milieu.

Une solution est :

- Acide si le $pH < 7$
- Neutre si le $pH = 7$
- Basique (ou alcaline) si le $pH > 7$

Mode opératoire :

- La mesure du pH se fait par la méthode potentiométrique, à l'aide d'une électrode connectée à un pH-mètre calibré (Fig.6) ;
- Mettre en marche le pH-mètre et rincer l'électrode à l'eau distillée ;
- L'essuyer doucement avec du papier absorbant propre ;
- Plonger l'électrode dans une solution tampon (pH 7,00), ajuster le pH-mètre si besoin ;
- Rincer puis répéter l'opération avec une autre solution tampon ;
- Rincer l'électrode entre chaque mesure ;
- Immerger l'électrode dans l'échantillon ;
- Attendre la stabilisation de la lecture ;
- Lire et noter le pH (à $\pm 0,1$ unité près) ;

- **Conductivité**

Principe : La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm.

Mode opératoire : le conductimètre a été calibré à l'aide d'une solution étalon de chlorure de potassium (KCl 0,01 mol/L), ayant une conductivité connue de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C. L'échantillon d'eau de source est introduit dans un bécher préalablement rincé avec de l'eau distillée. La valeur est lue une fois que celle-ci s'est stabilisée. Entre chaque mesure, la cellule de l'appareil a été soigneusement rincée à l'eau distillée.

- **Turbidité**

Principe : la turbidité de l'eau est due à la présence de matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. Elle est généralement mesurée en unités néphélométriques de turbidité (NTU).

Mode opératoire : vérifier et calibrer l'appareil puis prélever l'échantillon dans une cuvette propre, sans bulles ni dépôts sur les parois.

Essuyer soigneusement la cuvette pour éviter les erreurs de lecture. Insérer la cuvette dans l'appareil puis lancer la mesure en appuyant sur le bouton prévu. Lire directement la valeur de la turbidité en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

IV.3 Paramètres de minéralisation globale

- **Dureté calcique**

Principe : il consiste en le titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur bleu

Mode opératoire : Dans un erlenmeyer de 250ml, on prélève 10ml d'eau à analyser, on ajoute 0.4ml de la solution de NaOH et une pincée de murexide. Puis, on titre par la solution d'EDTA jusqu'au virage du rose au pourpre.

- **Dureté magnésienne**

En connaissant la dureté totale et la dureté calcique nous pouvons déterminer la dureté magnésienne à l'aide de la formule ci-dessous :

$$\text{MG}^{\{2+\}} = \frac{C1 \times (V2 - V1) \times A}{\{V0\}} \times FC \times 1000 \times F$$

- C1 : Concentration de la solution titrante (EDTA) en mol/L ;
- V2 : Volume du titrage TH ;
- V1 : volume du titrage THCa ;
- A : Masse molaire du magnésium en g/mol ;
- V0 : Volume de l'échantillon d'eau analysé en ml ;
- FC : Facteur de coefficient du magnésium ;
- F : Facteur de dilution de l'échantillon ;

- **Chlorures**

Principe : Des ions chlorure réagissent avec des ions argent pour produire du chlorure d'argent qui ne se dissout pas, précipitant ainsi de manière quantitative. L'ajout d'un léger surplus d'ions argent entraîne la création du chromate d'argent brun-rouge, en présence d'ions chromate ajoutés à titre d'indicateur. Cette réaction sert à indiquer le virage. Au cours du titrage, le pH est contrôlé pour rester entre 5 et 9,5, ce qui permet la précipitation.

Mode opératoire : On prélève 10 ml d'eau à examiner dans un erlenmeyer de 250 ml, puis on ajoute trois gouttes de chromate de potassium à 10 %. On procède au titrage avec le nitrate d'argent (AgNO₃) jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.

La concentration en chlorures est déterminée à l'aide de la formule :

$$[CL^-] = \frac{(Vs - Vb) \times C \times F \times Fc}{Va}$$

- Vs est le volume (en ml) de nitrate d'argent utilisé pour titrer l'échantillon,
- Vb est le volume (en ml) utilisé pour le blanc,
- C=0,02 est la normalité de la solution de nitrate d'argent,
- F=35,45g/mol est la masse molaire du chlorure,
- Fc=0,98 est le facteur de correction,
- Va=100mL est le volume d'échantillon analysé.

- **Sulfates**

Principe : les ions sulfates présents dans l'échantillon interagissent avec le baryum, produisant un précipité de sulfate de baryum.

Mode opératoire : prendre 100 ml d'eau à examiner et incorporer 5 ml de la solution stabilisante. Ensuite, on ajoute 2 ml de chlorure de baryum. Secouer pendant une minute, puis analyser avec un spectrophotomètre à $\lambda=420$ nm.

- **Bicarbonates :**

En connaissant la TAC nous pouvons appliquer la formule suivante pour déterminer la concentration des bicarbonates :

$$HCO_3 = \frac{(V2 \times N \times 1000) \times M}{V}$$

- V2 : volume d'acide hydrochlorique ;
- N : concentration de l'acide hydrochlorique ;

- M : masse molaire des bicarbonates HCO_3 ;
- V : volume de l'échantillon.

• **Dureté totale (TH)**

Principe : La dureté totale détermine la concentration en calcium et en magnésium dissous. 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 diamine tétra acétique (EDTA). L'indicateur utilisé est le noir.

Mode opératoire : Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au bain marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 0,5 ml de la solution tampon (pH=10) et 3 gouttes d'indicateur coloré. Ensuite, on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du violet au bleu.

Pour calculer la dureté totale (TH) on applique la formule suivante :

$$TH = V_2 \times 2 \times F_c \times F$$

- V_2 = volume (en mL) de solution d'EDTA utilisé pour le titrage de l'échantillon ;
- 2 = facteur fixe (car 1 mL d'EDTA 0,02 N correspond à 2 mg de $CaCO_3$) ;
- F_c = facteur correctif souvent égal à 0,98 ;
- F = facteur de dilution.

• **TAC ou titre alcalimétrique complet**

Principe : Cette formulation se fonde sur la neutralisation d'une quantité spécifique d'eau par un acide dilué en présence de méthyle orange. L'objectif est de mesurer la concentration en hydrogénocarbonates dans l'eau.

Mode opératoire : Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 100 ml d'eau à examiner et on y ajoute deux gouttes de méthyle orange. On titre, ensuite, avec HCl jusqu'au virage du jaune au jaune orange.

Noter le volume d'HCl utilisé (en mL), puis calculer le TAC à l'aide de la formule :

$$TAC = \frac{V \times C \times 50 \times 1000}{V \text{ échantillon}}$$

- V : Volume d'acide (HCl) consommé pour titrer l'échantillon, en ml ;
- C : Concentration molaire de l'acide utilisé pour le titrage ;
- 50 : Facteur fixe correspondant à la masse équivalente du $CaCO_3$;
- 1000 : Facteur de conversion pour passer de grammes à milligrammes ;
- V échantillon : Volume d'échantillon d'eau analysé, en ml.

IV.2. Paramètre indésirable

Fer

Principe : addition d'une solution de phénanthroline-1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde d'environ 510 nm

Mode opératoire :

- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml et ajouter 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement.
- Ajouter 2ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3,5 et 5,5 de préférence 4,5
- Ajouter 2ml de phénanthroline-1,10 et conserver à l'obscurité pendant 15 min
- Mesurer l'absorbance de la solution à l'aide d'un spectrophotomètre à 510 nm

IV.3. Paramètres de pollution

• Ammonium

Principe : mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions de salicylate et hypochlorite en présence de nitro-prussiate de sodium).

Mode opératoire : prendre 40 ml de l'échantillon auxquels sont ajoutés 4ml du réactif coloré puis mélanger le tout. Il y'aura l'apparition d'une coloration jaune. Ajouter 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et homogénéiser puis rajouter 2ml d'eau distillée. Après une heure de réaction s'il y aurait apparition d'une coloration verdâtre mesurer l'absorbance en ions d'ammonium à $\lambda=655\text{nm}$

• Nitrites

Principe : l'échantillon contenant du nitrite réagit avec de l'acide sulfanilique, produisant ainsi un sel de diazonium intermédiaire. Celui-ci s'associe à l'acide chromotrope pour créer un complexe rose dont la profondeur de couleur est directement liée à la concentration en nitrite dans le mélange. La lecture se fait à 540 nm.

Mode opératoire : Versez 50 ml de l'échantillon dans une fiole, puis incorporez 1 ml du réactif mixte et patientez au minimum 20 minutes. L'apparition de la couleur rose signale la présence d'ions NO_2^- . On effectue la mesure de l'absorbance à une longueur d'onde de 540 nm.

• Phosphates

Principe : c'est une interaction des ions ortho-phosphates avec une solution acide incluant des ions molybdate et antimoine, conduisant à la formation d'un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate.

Mode opératoire : Introduire 40 ml d'échantillon dans une fiole, puis incorporez-y 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif. Mélangez et laissez incuber durant 10 minutes. L'émergence d'une teinte bleue signale la présence de phosphates. On évalue l'absorbance à une longueur d'onde $\lambda=880$ nm.

• Matière organique

Principe : la méthode utilisée a pour but d'estimer la teneur en matière organique oxydable dans l'eau à l'aide d'une oxydation par le permanganate de potassium en milieu acide, suivie d'une décoloration par l'oxalate de sodium. Elle repose sur la capacité des matières organiques à réduire le permanganate, dont la consommation est ensuite déterminée par comparaison à un témoin.

Mode opératoire :

- Introduire 100 ml de chaque échantillon d'eau (ainsi que 100 ml d'eau distillée pour le blanc) dans des béchers séparés.
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré et 20 ml de permanganate de potassium à chaque bécher.
- Chauffer les béchers sur une plaque chauffante jusqu'à ébullition, puis maintenir l'ébullition pendant 10 minutes, chronométrés à partir du début de l'ébullition.
- Retirer les béchers de la plaque et laisser refroidir à température ambiante.
- Une fois les solutions refroidies, on ajoute 20 ml d'oxalate de sodium pour décolorer les solutions
- Rajout du permanganate de potassium pour le blanc jusqu'à obtention d'une couleur rose stable puis décolorer à l'oxalate de sodium.

La matière organique est déterminée selon formule suivante :

$$MO = \frac{V \text{ titré} - V \text{ Blanc}}{V \text{ Blanc retour}} \times 16$$

- V Titré : volume de l'échantillon titré
- V blanc : volume de l'eau distillée titrée
- V blanc retour : volume de blanc titré pour la deuxième fois
- 16 : constante

V. Méthodes d'analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique dans cette étude consiste à rechercher les germes que les échantillons pourraient contenir.

Pour chaque échantillon, l'analyse microbiologique a concerné :

- Les coliformes totaux
- *Escherichia coli*
- Les entérocoques



Figure 6 : Méthode par filtration (Photo original SEAAL, 2025)

La recherche et le dénombrement des germes cités ont été réalisés suivant la méthode par filtration (Fig.9) au sein du laboratoire de la station de traitement des eaux de SEAAL.

Les étapes de cette méthode sont les suivantes :

-Le passage par la membrane filtrante : l'échantillon à analyser passe à travers une membrane de 0.45 μm de porosité. La membrane, ayant retenu les germes présents dans ce dernier, est déposée dans un milieu de culture gélosé (Gélose Tergitol pour Les coliformes totaux et *Escherichia coli*, et gélose Slanetz et Bartheley pour les entérocoques) approprié dans une boîte de Pétri.

- Incubation selon la température spécifiée : Les échantillons sont placés dans l'incubateur (Fig.10) à différentes températures selon les germes recherchés :

- 37°C et 24h pour les coliformes totaux
- 44°C et 24h pour *Escherichia coli*
- 36°C et 48h pour les entérocoques



Figure 7 : Incubateur BINDER (Photo originale SEAAL, 2025)

Procédure expérimentale :

1- Entérocoques intestinaux :

- Prélever 100 ml d'eau à analyser
- Filtrer l'échantillon à travers une membrane de 0,45 µm à l'aide d'un dispositif de filtration sous vide (rampes et trompe à vide) stérile
- Placer la membrane filtrante sur une boîte contenant le milieu Slanetz et Bartley
- Incuber à 36 ± 2 °C pendant 44 ± 4 heures.
- Lire les résultats à 24 h et 48 h.
- Lecture des résultats : observation des colonies rouges, roses ou marron
- Transférer la membrane sur une boîte contenant du milieu BEAA préchauffée à 44 °C.
- Incuber à 44 °C pendant 2 h. (Annexe 2).

- Si les colonies présentent un halo noir : ce sont des entérocoques confirmés.
- En absence de halo noir : absence d'entérocoques.

2- *Escherichia coli* et coliformes totaux :

- Prélever 100 ml de l'eau à analyser
- Filtrer l'échantillon à travers une membrane de 0,45 µm à l'aide d'un dispositif de filtration sous vide (rampes et trompe à vide) stérile
- Déposer la membrane sur un milieu sélectif: gélose TTC Tergitol
- Incuber à 36 ± 2 °C pendant 24 à 48 h
- Observer des colonies à halo jaune : indice de présence de coliformes totaux ou *E. coli*
- Les colonies typiques (jaunes avec halo) sont sélectionnées pour confirmation
- Repiquage de colonies typiques sur :
 - Gélose nutritive (test de l'oxydase)
 - Bouillon tryptophane (test de l'indole)
 - Incubation :
 - Gélose : 24 h à 37 °C
 - Bouillon : 24 h à 44 °C

Les résultats sont exprimés en nombre d'UFC (unité formant colonie) par ml. (Annexe 1).

Résultats et discussion

Afin d'évaluer la qualité de l'eau des deux sources étudiées (Thala Mokar et Draa Khelifa) en vue de leur aptitude à la consommation, une analyse des variations de plusieurs paramètres physico-chimiques et bactériologiques a été réalisée. Cette analyse permet de déterminer la concentration de certaines substances, et ainsi d'identifier d'éventuelles contaminations pouvant rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation.

I. Résultats des analyses organoleptiques

Ces analyses consistent en la couleur et l'odeur qui constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution (GENOUDET, 2001).

I.1 Odeur

L'eau étudiée est inodore, ce qui indique probablement l'absence de produits chimiques, de matières organiques en décomposition et de protozoaires.

Toute eau destinée à la consommation doit être inodore. Par conséquent, toute présence d'odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition (RODIER, 2009).

I.2 Couleur

L'eau des sources étudiées est limpide, cela indique probablement l'absence des ions métalliques ; fer ferreux (Fe^{2+}) et fer ferrique (Fe^{3+}) qui sont les principaux facteurs qui changent de couleur d'une eau ainsi que la présence de divers colloïdes.

La couleur de l'eau est due, généralement, à la présence de substances colorées provenant essentiellement de la décomposition des matières végétales, des algues, des substances minérales (en particulier le fer et le manganèse) et des rejets industriels (teintures). Une coloration de l'eau est indésirable, car elle suscite toujours un doute sur sa potabilité. Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire (DEGREMONT, 1989).

II. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats de l'analyse de la température, du pH et d'autres paramètres physiques et chimiques telle que la conductivité et la turbidité des eaux sources sont présentées dans le tableau 1. Le tableau présente également les normes de qualité de l'eau potable établies en Algérie (NA) et par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Ces analyses sont effectuées une seule fois en laboratoire avec 3 répétitions pour chaque paramètre.

Sources	T (°C)	pH	Conductivité (μS/cm)	Turbidité NTU
S1 Thala Mekar	20.3	7.63	772	0.21
S2 Draa Khelifa	20.1	7.15	1004	0.25
Norme (NA)	/	6,5-9	2800	5
Norme (OMS)	25,0	6,5-9,5	2100	/

II.1 Température

Pour Thala mekar la température de la source étudiée est de 20.3°C quant à l'eau de source de Draa khelifa, la température est sensiblement la même estimée à 20.1 °C.

La norme fixée par l'OMS concernant l'eau potable est de 25 °C. Les températures enregistrées pour les deux sources étudiées répondent à la norme puisqu'elles sont inférieures à 25 °C.

La figure 11 représente les valeurs enregistrées de la température pour les eaux des deux sources étudiées.

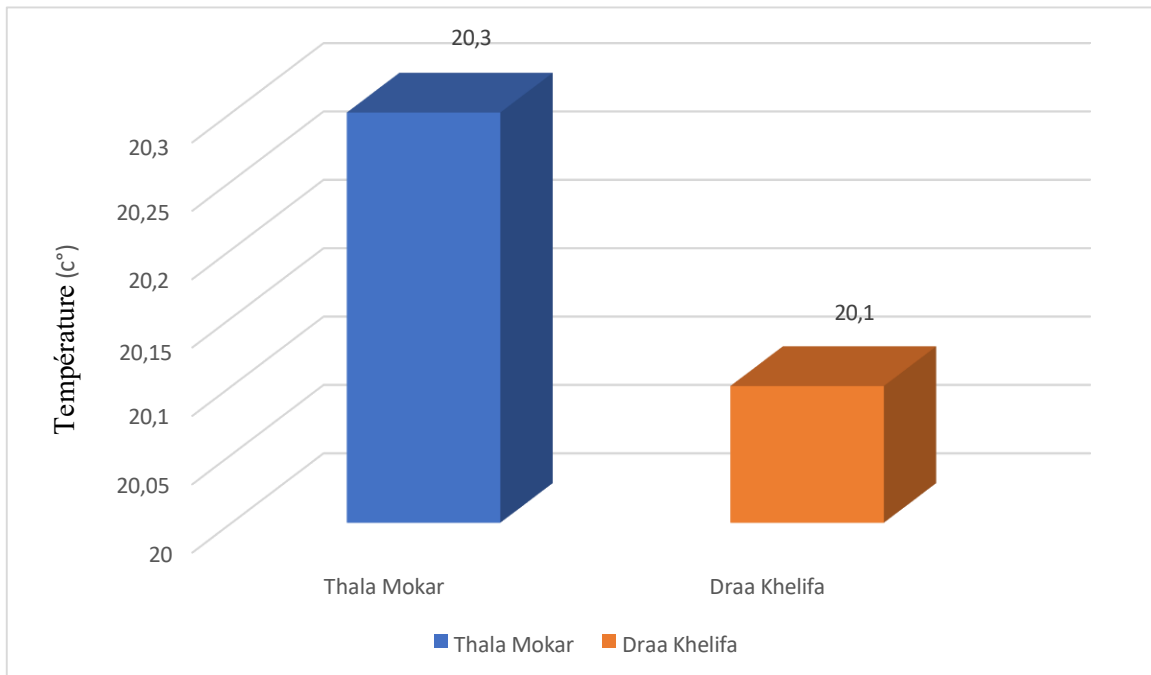


Figure 8 : Valeurs de la température enregistrées dans les deux sources d'eau étudiées.

La température est un facteur important dans la vie aquatique. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La température a une influence aussi sur le pouvoir auto-épurateur des cours d'eau (DEGREMONT, 2005).

II.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

La figure 12 illustre les valeurs de pH des deux sources étudiées.

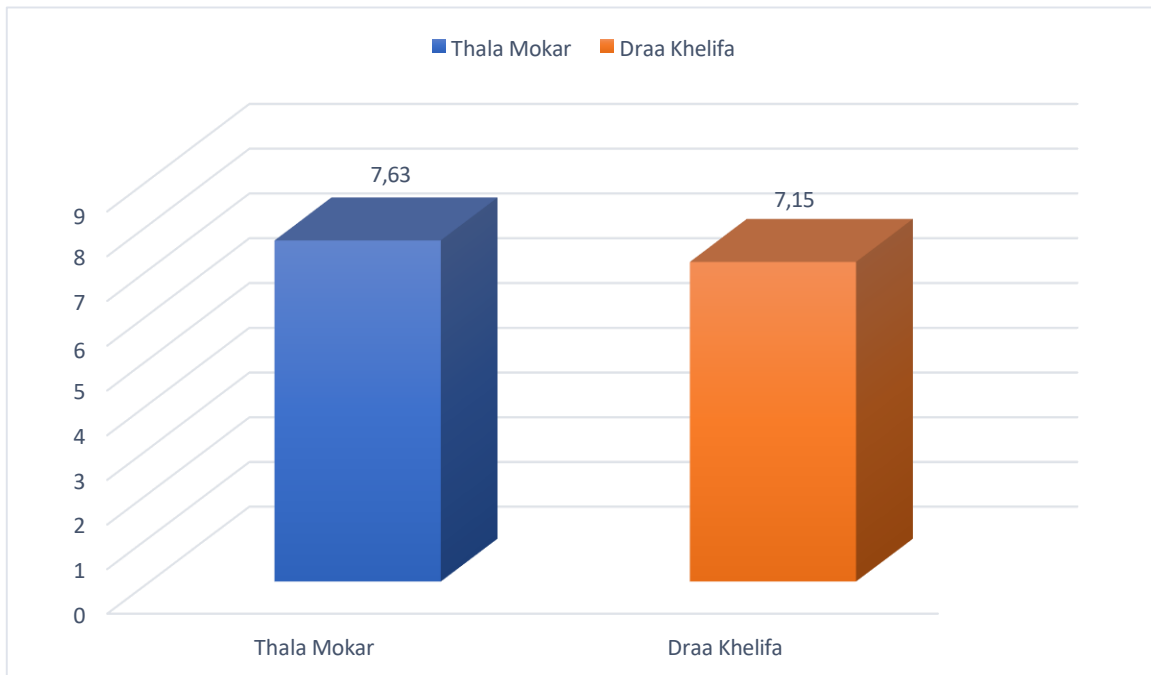


Figure 9 : Valeurs du potentiel d'hydrogène des eaux des deux sources étudiées.

Les sources de Thala mokar et de Draa khelifa sont toutes deux conformes aux critères établis, affichant des pH respectifs de 7,63 et 7,15. Ces valeurs se situent dans les limites autorisées pour l'eau potable, indiquées par la réglementation algérienne et les normes de l'OMS.

Le pH mesure la valeur de dissociation en ions des acides et des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau (GROSCLAUD, 1999).

II.3 Conductivité

La conductivité électrique mesurée dans les deux sources indique une teneur en ions dissous modérée à élevée, les deux eaux analysées présentent des valeurs de conductivité de 772 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour la source de Thala mokar et de 1004 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour la source de Draa khelifa (fig13). Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui établit une limite maximale de 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25°C, ainsi qu'à la norme de l'OMS de 2100 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (RODIER, 2009).

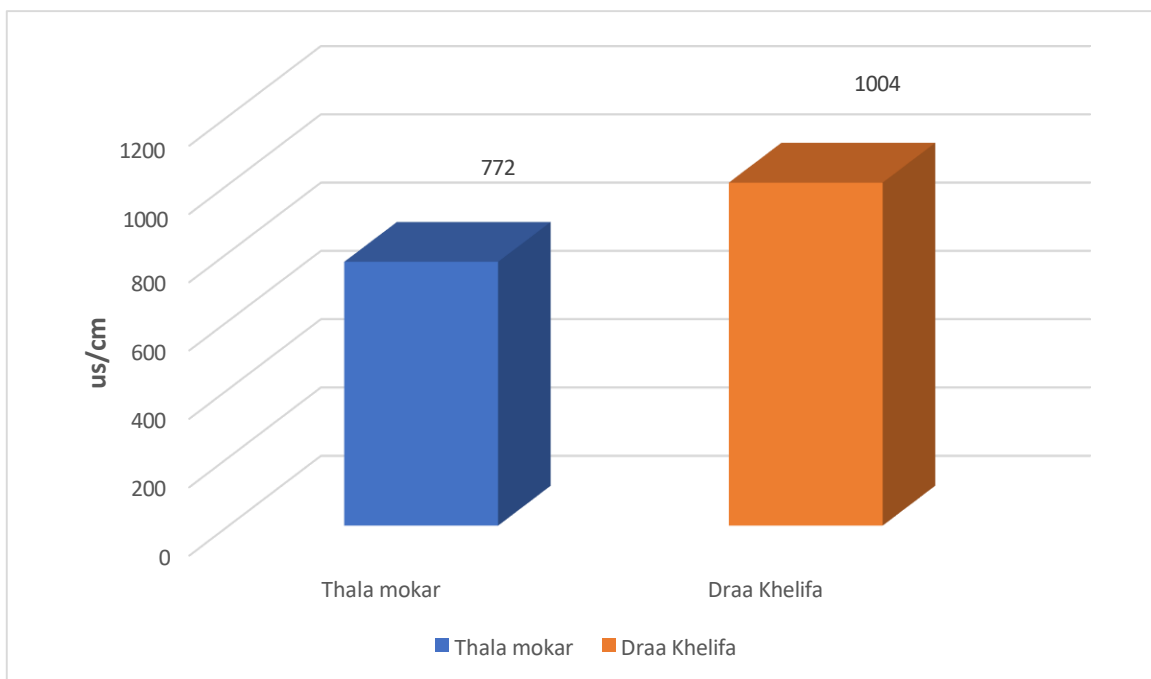


Figure 10 : Les valeurs de la conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) des eaux des sources étudiées.

II.4 Turbidité

Conformément à la norme algérienne qui définit la turbidité à 5 NTU, les eaux des sources de Thala mokar et de Draa khelifa présentent de faibles niveaux de turbidité, estimées respectivement à 0.21 et 0.25 NTU (fig14). Cette clarté est due au processus de filtration qui se produit lors du passage de l'eau dans le sol. Les variations de turbidité observées résultent principalement des

décanteurs situés immédiatement après le captage initial, qui entraînent l'accumulation de matières dissoutes ou en suspension spécifiques.

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit donc la présence des particules en suspension dans l'eau (débris d'organismes microscopiques etc.). Selon la norme algérienne qui fixe la turbidité à 5 NTU, l'eau de la source Thala mokar a une faible turbidité. Il en est de même pour la source Draa khelifa dont les valeurs varient entre 0,7 et 0,72 NTU. Cela serait dû à la filtration de l'eau dans le sol, donc ce sont des eaux claires (REJSEK, 2002).

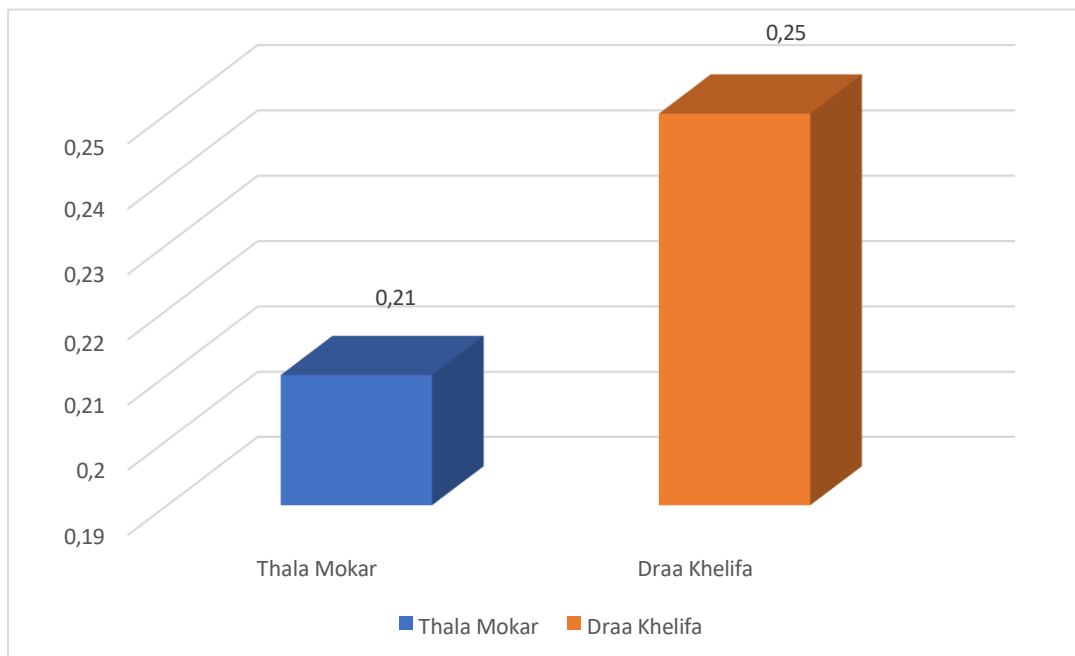


Figure 11 : Valeurs de turbidité des eaux des deux sources étudiées.

III. Paramètres de la minéralisation globale

1. Dureté calcique

La figure 15 indique une valeur moyenne de la dureté calcique de 76.5 mg/l pour la source de Thala mokar. La source de Draa khelifa présente une dureté calcique plus élevée de l'ordre de 111,42 mg/l. Cependant, la dureté calcique des deux sources reste dans les normes fixées par la législation algérienne qui indique une concentration de 200 mg/l de calcium comme concentration maximale. L'eau de la source Thala mokar est une eau assez douce par rapport à celle de Draa khelifa.

Le calcium provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Il constitue un composant majeur de la dureté de l'eau et sa présence en grande quantité, peut être aussi due à la dissolution du gypse. Des concentrations en calcium de plus de 200 mg/l diminuent la possibilité d'utilisation de l'eau (formation de dépôts de calcaire) (COLLIN, 2004).

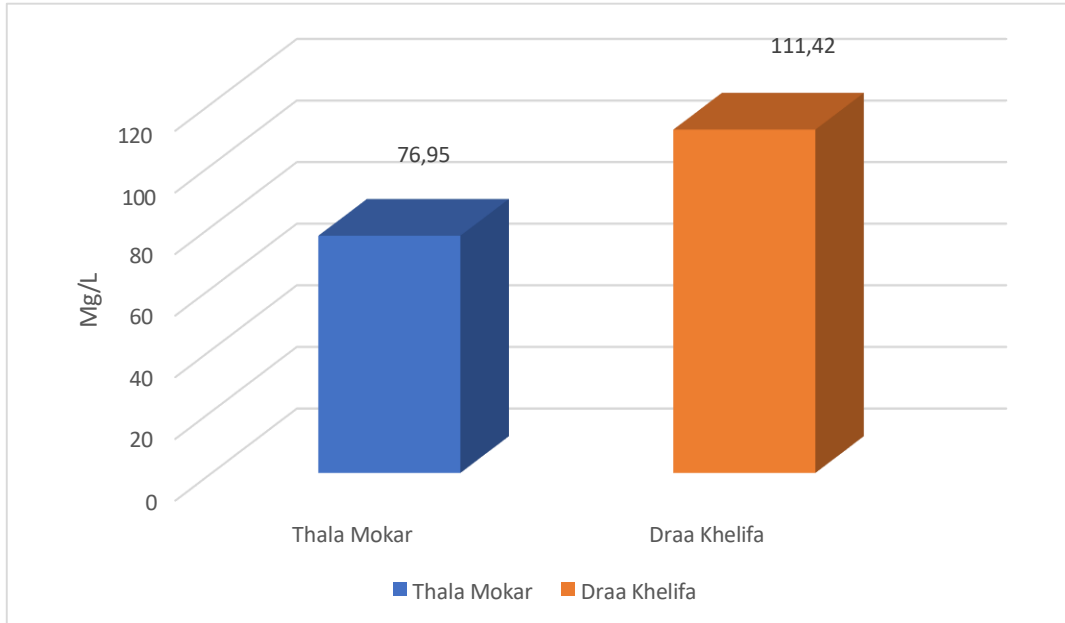


Figure 12 : Valeurs de la dureté calcique des eaux des deux sources étudiées.

2. Dureté magnésienne

Pour les deux sources étudiées, les valeurs enregistrées pour les deux sources Thala mokar et Draa khelifa sont de l'ordre de 35.98 et 14.1 mg /l (fig16). Ces valeurs sont inférieures aux concentrations recommandées par l'Algérie et l'OMS. Cette faible minéralisation peut s'expliquer par un temps de contact limité entre l'eau et les roches, en raison d'un écoulement rapide des eaux de surface, malgré la nature de calcaire des terrains.

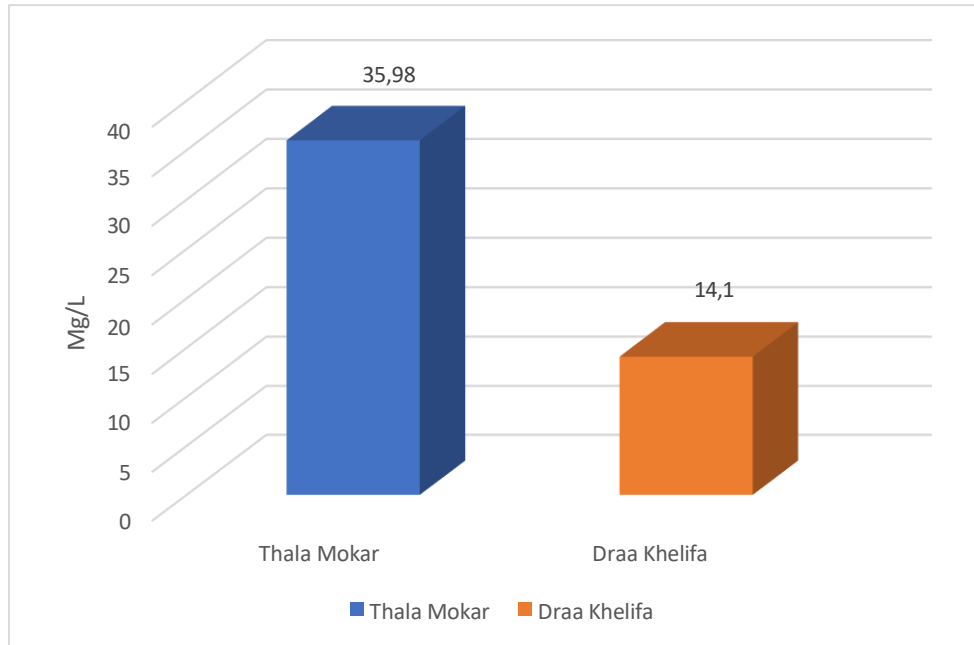


Figure 13 : Valeurs de la dureté magnésienne des eaux des deux sources étudiées.

Le magnésium peut provenir d'une part de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles et d'autre part, avoir une origine industrielle. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques centaines de milligrammes par litre. A partir d'une concentration supérieure à 100 mg/l, le magnésium donne à l'eau un goût désagréable (**HOU MEL, 2017**).

3. Chlorures

Avec des valeurs de 52 mg/l pour Thala mokar et de 77 mg/l pour Draa khelifa (fig17), les deux sources sont conformes aux normes fixées par l'O.M.S (25 – 200 mg/l). En revanche, nous remarquons une concentration en chlorures plus élevée pour la source Draa khelifa par rapport à la source de Thala mokar.

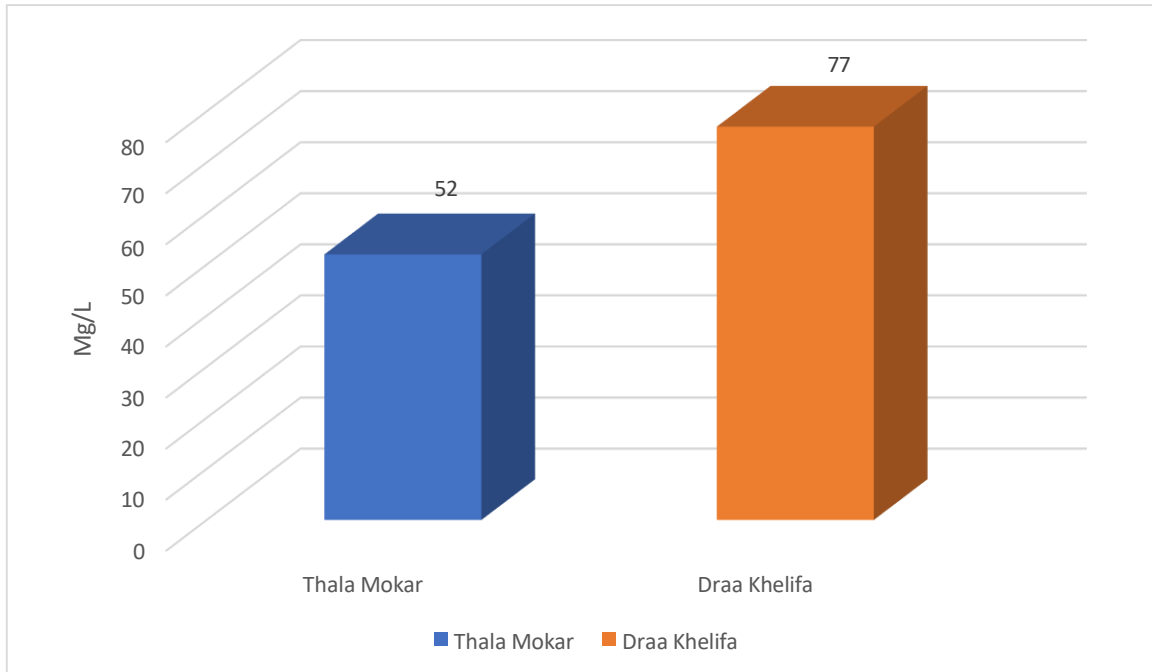


Figure 14 : Valeurs des chlorures pour les deux sources d'eau

Les teneurs observées pourraient s'expliquer par la présence de déjections d'animaux (bétail) et au lessivage des sols agricoles.

Les teneurs en chlorures sont en relation avec la nature du terrain traversé par l'eau infiltrée et le court temps de contact avec les roches (REJESK, 2002).

4. Sulfates

Pour les deux sources Thala mokar et Draa khelifa les concentrations respectives estimées sont de 59 et 74mg/l (fig18). Ces valeurs sont inférieures à la valeur guide recommandée par l'Algérie pour l'eau potable (200 – 400 mg/l).

Les sulfates peuvent avoir un effet purgatif et entraîner une déshydratation et une irritation gastrique à grandes doses. Ils donnent un mauvais goût à l'eau et peuvent entraîner des effets de corrosion des canalisations. Les sulfates peuvent avoir une origine météorologique et peuvent aussi provenir de l'activité agricole (DEGREMENT, 1989).

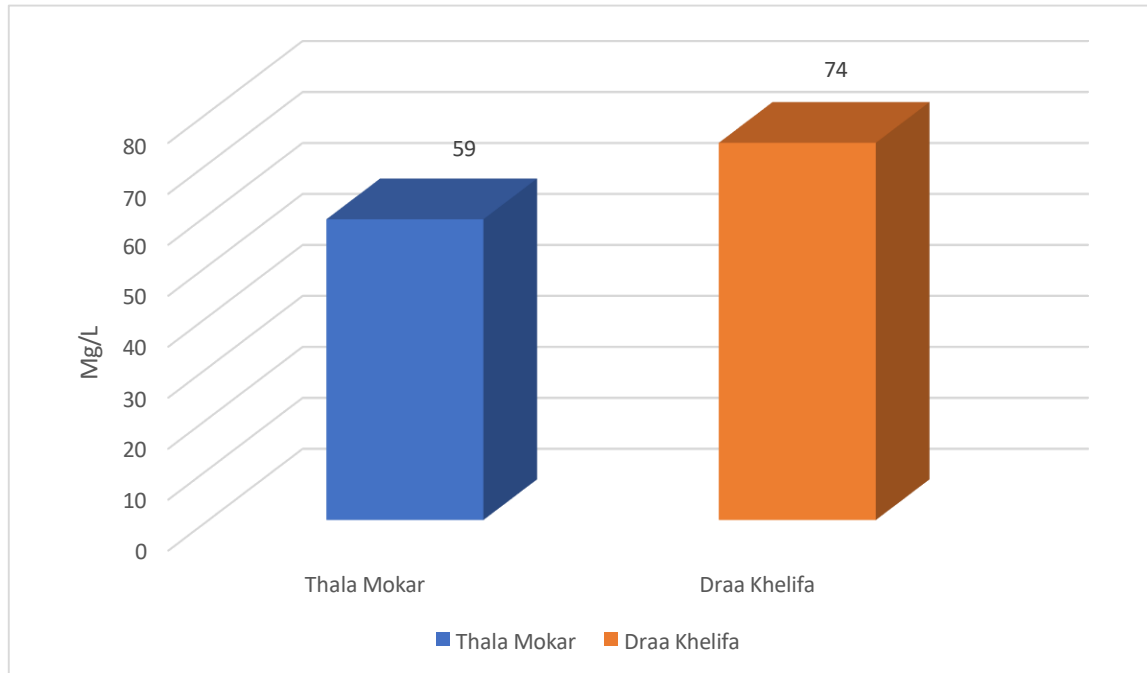


Figure 15 : Concentration en sulfates des eaux des deux sources étudiées.

5. Bicarbonates (HCO_3^-)

Nous avons remarqué que les bicarbonates présentent la teneur la plus élevée par rapport aux autres minéraux des deux sources étudiées (fig19). Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonates dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

La présence de bicarbonates (HCO_3^-) dans l'eau dépend de plusieurs autres paramètres comme le pH, la température, la présence de CO_2 dans l'eau et la nature des terrains traversés par l'eau.

Vu que les sources étudiées présentent un pH qui tend vers 7, donc ce pH va favoriser la formation des bicarbonates (**REJSEK, 2002**).

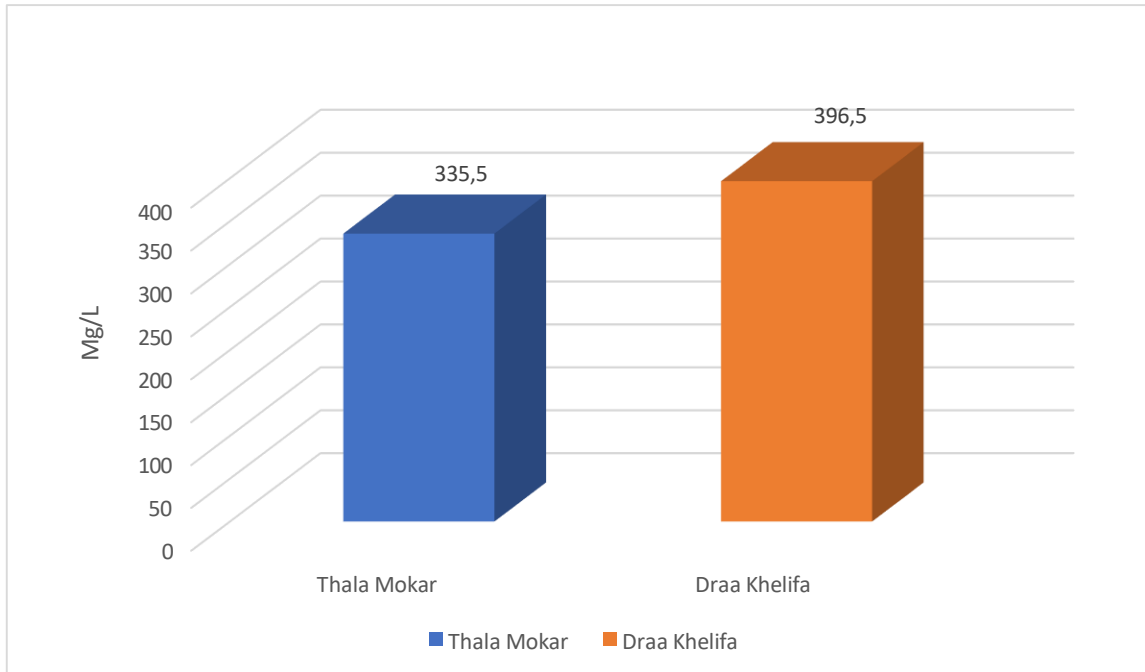


Figure 16 : Teneurs en carbonates des eaux des deux sources étudiées.

6. Dureté totale

La valeur enregistrée pour la source de Thala mokar est de 340 mg/l, quant à la source de Draa khelifa, sa dureté totale est estimée à 336 mg/l (fig20). Ces résultats qualifient les eaux des deux sources de très dures selon la classification des eaux en fonction de leur dureté totale (**RODIER et al., 2009**).

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous constatons que les deux sources répondent aux Critères indiqués selon la réglementation algérienne [100 à 500 mg/ CaCO₃]. Elles sont donc conformes aux normes de qualité de l'eau potable.

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (**RODIER, 2009**).

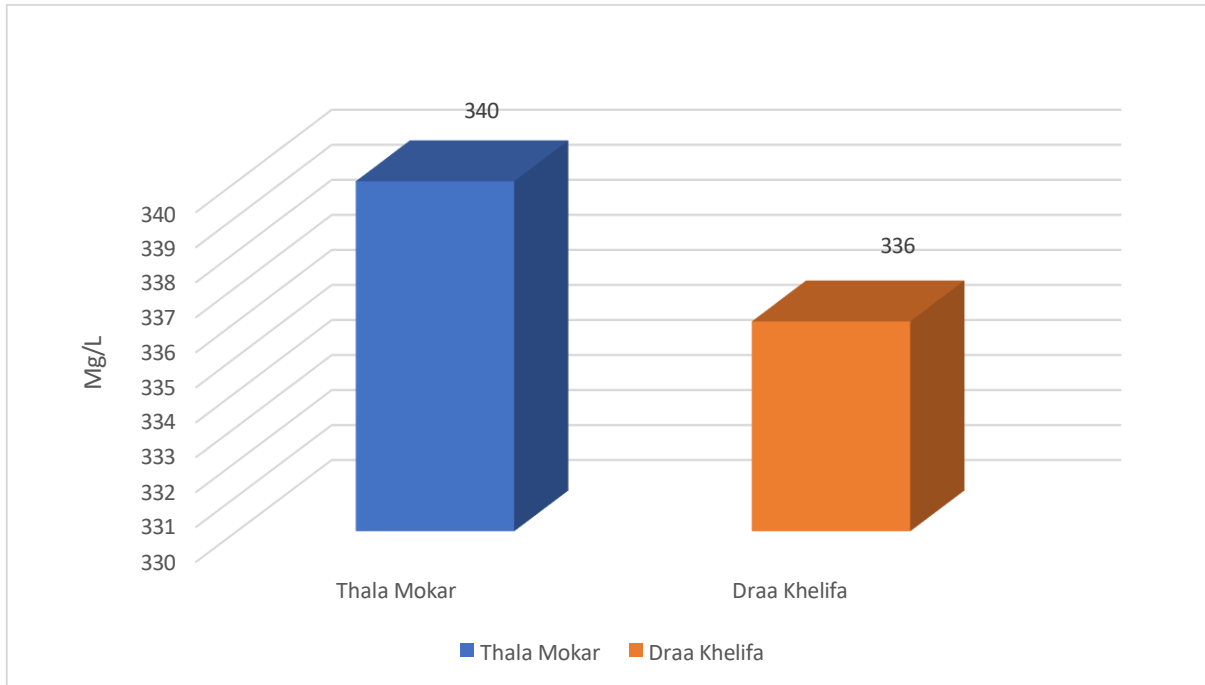


Figure 17 : Valeurs de dureté totale des eaux des deux sources étudiées.

7. Alcalinité (TAC)

La valeur enregistrée pour la source de Thala Mokar est de 275 mg/L, tandis que celle de la source de Draa Khelifa est estimée à 325 mg/L (fig21).

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les deux sources présentent des valeurs d'alcalinité qui restent compatibles avec les normes ISO de qualité de l'eau potable, en l'absence de seuils réglementaires stricts pour ce paramètre dans la réglementation algérienne.

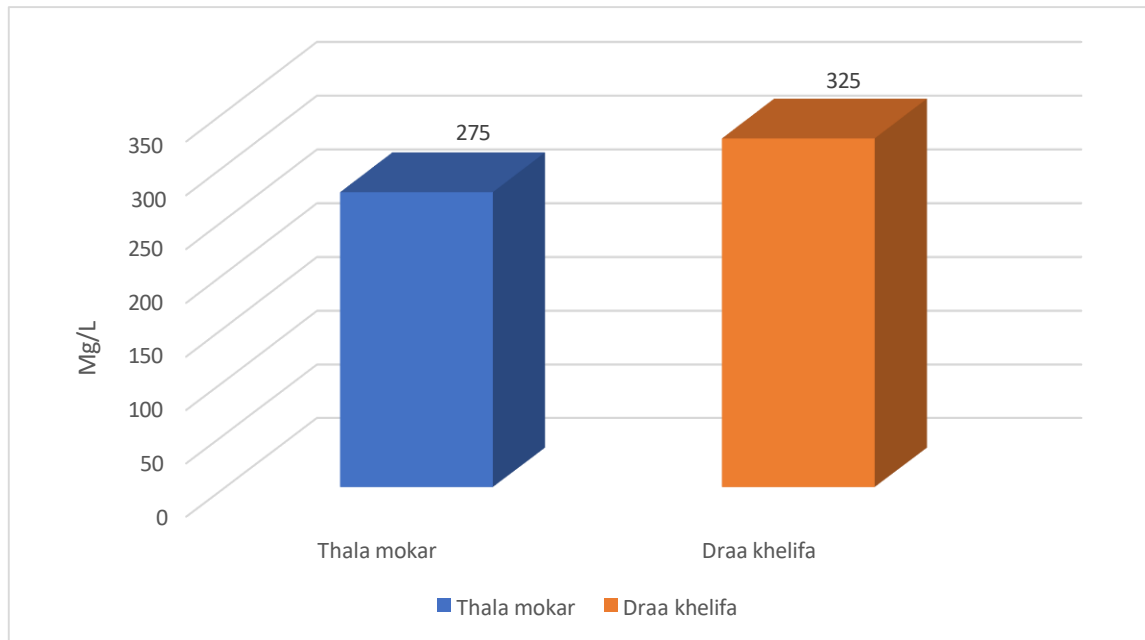


Figure 18 : valeurs de l'alcalinité des deux sources d'eau

Les résultats obtenus montrent une différence significative entre les deux sources étudiées. La source de Thala Mokar présente une alcalinité de 275 mg/L, tandis que celle de Draâ Khelifa affiche une valeur plus élevée, atteignant 325 mg/L, ce qui correspond à une teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates plus élevée (*RODIER, 2005*).

IV. Paramètres indésirables

Fer (Fe^{2+})

Les valeurs enregistrées montrent des teneurs en fer comprise entre 0,02 et 0,04 mg/l (fig22), ce sont donc des teneurs très faibles ce qui prescrit largement les eaux de ces deux sources dans les normes de potabilité algériennes estimées à 0.3 mg/l de fer comme valeur limite.

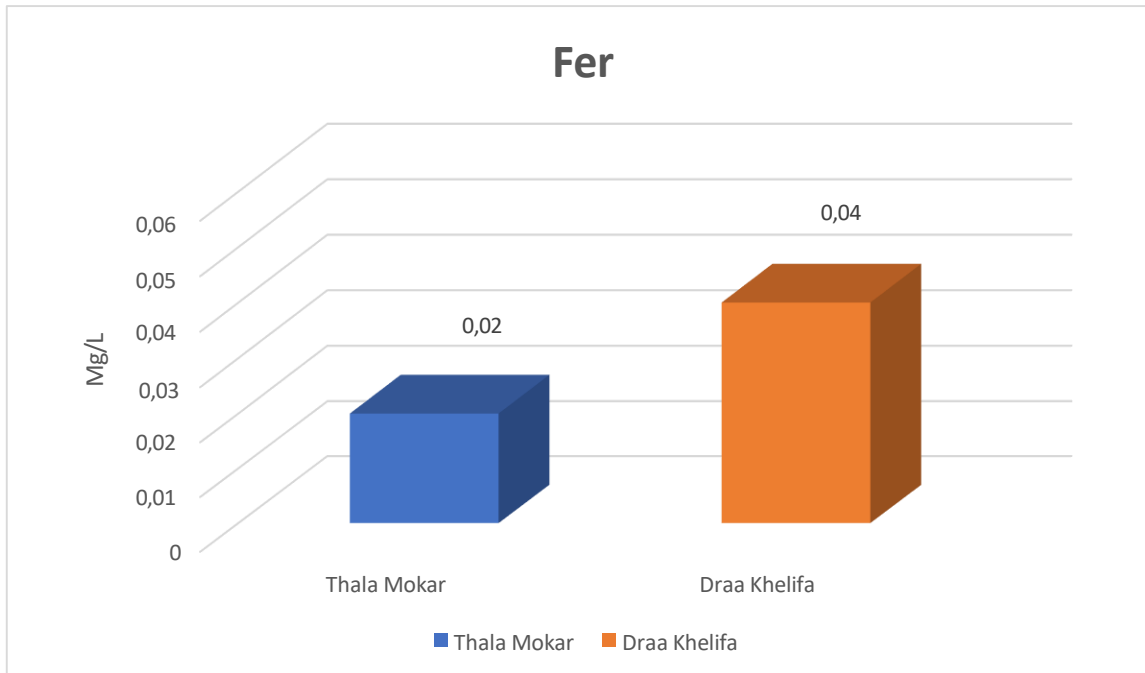


Figure 19 : Teneurs en Fer des eaux des deux sources étudiées.

Le fer est un élément naturellement présent dans la croûte terrestre et sa concentration dans l'eau dépend des conditions physiques et hydrologiques. Un excès de fer ne présente pas de toxicité particulière pour l'organisme, mais il peut provoquer des problèmes de coloration de l'eau (RODIER, 2005).

V. Paramètres de pollutions

V.1 Ammonium (NH_4^+)

La réglementation algérienne fixe 0.5 mg/L comme teneur limite. La teneur trouvée au niveau des deux sources est de (0.1 mg/l), ce qui indique une présence infime d'une pollution ammoniacale. La réglementation algérienne fixe 0.5 mg/L comme teneur limite.

L'ammonium provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. Il peut provenir aussi de l'apport d'effluents urbains et des rejets agricoles (**RODIER, 2005**).

V.2 Nitrites (NO_2^-)

Les conclusions d'analyses révèlent que les sources de Thala mokar et Draa khelifa ne montrent aucune présence de nitrites. Ce qui confirme l'absence d'une pollution. En effet, les nitrites servent d'indicateurs de pollution. Elles représentent l'étape intermédiaire entre les ions ammonium (NH_4^+) et les nitrates (NO_3^-), et elles sont le résultat soit d'une oxydation partielle de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates.

Des concentrations en nitrates supérieures à 50 mg/l sont à l'origine de méthémoglobinémie (cyanose) des nourissants, voire de cancer (**DEGREMENT, 2005**).

V.3 Phosphates

Les échantillons examinés montrent des concentrations en phosphates de 0,06 mg/l pour la source Thala mokar et de 0,1 mg/l pour la source Draa Khelifa (fig.23).

La valeur de 0,5 mg/l est établie comme seuil maximal par les normes de l'O.M.S. Cela nous informe de l'absence totale de pollution organique dans nos sources.

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des algues. Ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans le réservoir, les grosses canalisations et les eaux des lacs. La présence excessive de phosphates dans les milieux aquatiques favorise le phénomène d'eutrophisation (**GAUJOUS, 2005**).

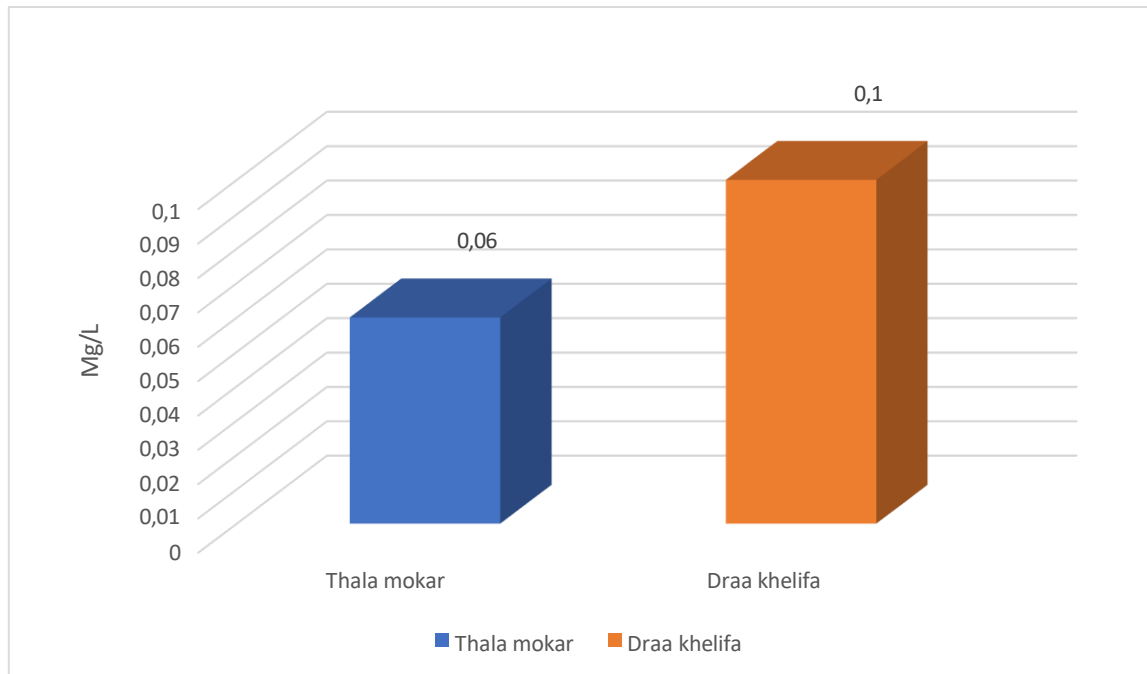


Figure 20 : Teneurs en phosphates des eaux des deux sources étudiées.

V.4 Matière organique

Les études menées sur les eaux des sources analysées indiquent que qu'elles ne contiennent aucune substance organique, ce qui nous permet d'affirmer qu'il s'agit d'une eau pure et potable.

Il s'agit d'un test qui permet d'évaluer la quantité de matière organique et les substances réductrices oxydables présentes dans l'eau. On considère qu'une eau est hautement pure si sa concentration en matière organique est inférieure à 1 mg/l (RODIER, 2005).

VI. Classification des eaux de sources étudiées

Selon Stabler, pour classifier deux eaux, il est nécessaire de les comparer en fonction des concentrations de leurs cations et anions respectifs.

La figure 24 montre les valeurs des cations et des anions au niveau des eaux des sources étudiées. De cette comparaison, il ressort que la teneur en Calcium (Ca^{2+}) est la plus élevée parmi les cations considérés pour les deux sources. Pour les anions, c'est la teneur en bicarbonates qui est la plus élevée pour les deux sources étudiées. Cette comparaison montre que les eaux des deux

sources (Thala mokar et Draa khelifa) se classent dans la catégorie des eaux bicarbonatées calciques.

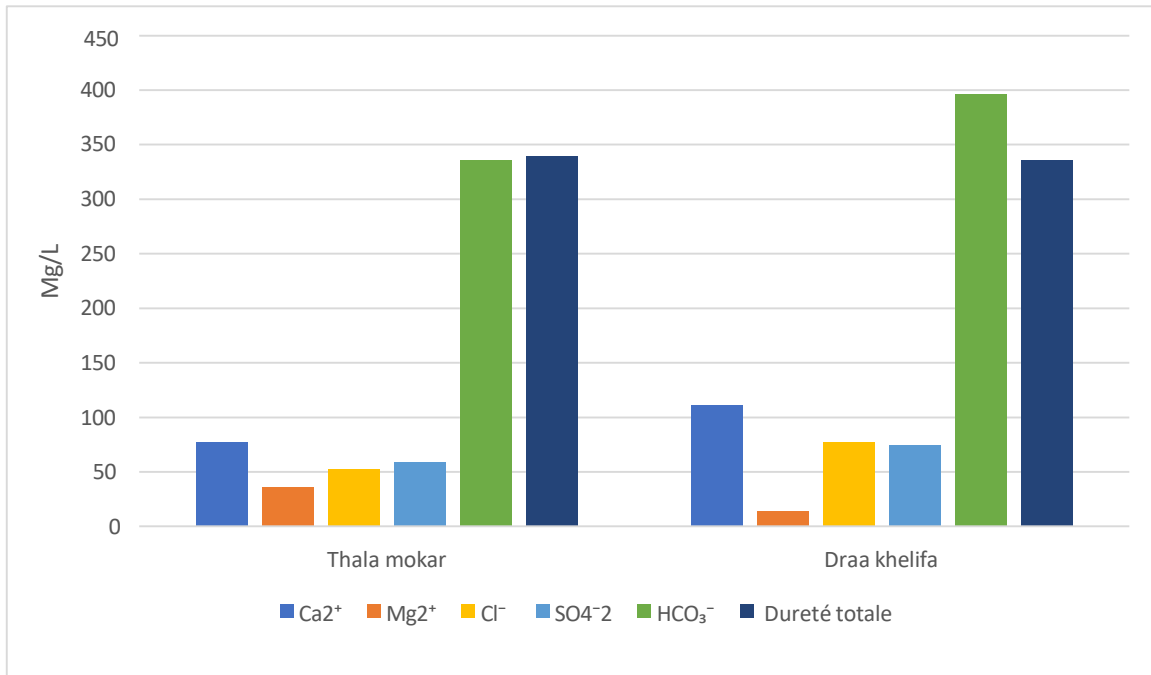


Figure 21 : Classification des eaux des deux sources étudiées selon Stabler.

a. Les résultats des analyses organoleptiques montrent que les eaux des deux sources sont:

- Sans odeur, ce qui suggère probablement l'absence de produits chimiques, de matières organiques en décomposition et de protozoaires.
- Claires, cela suggère sans doute l'absence des ions métalliques, tels que le fer ferreux (Fe²⁺) et le fer ferrique (Fe³⁺), qui sont les principaux contributeurs à la variation de la couleur de l'eau, ainsi que d'éventuels colloïdes divers.
- Les conclusions tirées des études physico-chimiques menées sur les eaux provenant de deux sources distinctes nous ont suggéré que la configuration géomorphologique et principalement géologique de ces sources pourrait influencer la concentration en composants de l'eau. L'eau des deux sources, qui traverse des terrains à prédominance calcaire, est classée comme bicarbonatée en raison de cette caractéristique géologique.

- Les résultats des analyses de la pollution montrent que les eaux des deux sources ne présentent ni une pollution ammoniacale ni une pollution nitrique.

VII. Résultats des analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de SEAAL (barrage Taksebt) et comportent une recherche des micro-organismes, Coliformes totaux, fécaux et Streptocoques fécaux. Le tableau 2 présente les résultats collectés.

Tableau 2 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux des deux sources étudiées.

Germes	Source Thala mokar	Source Draa khelifa	Normes Algériennes
Coliformes Totaux (C/100ml)	>300	10	00
<i>E-coli</i> (C/100ml)	03	05	00
Entérocoques (C/100ml)	07	00	00

1. Coliformes totaux

La recherche de coliformes totaux a révélé plus de 300 colonies pour 100 ml d'eau provenant de la source Thala Mokar. Cela nous amène à suspecter une contamination fécale sévère à la source en question. Les données obtenues indiquent une charge plus faible à la source de Draa Khelifa (10 colonies /100ml), mais reste inappropriée pour la consommation sans un traitement adapté.

2. *Escherichia coli*

Les résultats indiquent la présence de colonies d'*E. coli* dans l'eau des deux sources estimées à 03 colonies /100ml pour Thala mokar et 05 colonies /100ml pour Draa khelifa. Cela suscite des soupçons de contamination fécale dans l'eau de ces deux sources.

3. Entérocoques

Les données obtenues montrent une valeur de 07 colonies /100 ml pour la source Thala mokar. Cette mesure est supérieure à la norme algérienne, attestant d'une contamination fécale bactérienne. Nous avons observé une absence complète d'entérocoques dans la source Draa Khelifa (0 colonie /100 ml).

- Les résultats des analyses bactériologiques menées sur les deux sources (Thala mokar et Draa khelifa) mettent en évidence la présence simultanée de tous les germes recherchés. Ils mettent en évidence une flore globale très riche qui ne cesse de croître, traduisant une forte charge microbienne.
- La présence d'un nombre significatif de micro-organismes et de bactéries nuisibles (*E. coli* et Entérocoques) surtout dans l'eau de Thala Mokar, est un signe de contamination fécale potentiellement due à la pollution urbaine ou même domestique à proximité des sources.
- Il s'avère que l'eau de ces deux sources n'est pas potable et pose un risque pour la santé publique, elle doit être donc considérée impropre à la consommation.

Les Coliformes totaux, dont *E.coli* qui constitue environ 10 %, représentent une fraction de micro-organismes intestinaux présents chez l'homme et les animaux. On les considère comme des organismes témoins de pollution.

Le niveau élevé de bactéries et germes pathogènes détecté dans l'eau de source de Thala Mokar nous laisse présager les hypothèses suivantes :

- Assainissement anarchique.
- Manque d'entretien.
- Présence potentielle de rongeurs.

Cette eau présente une qualité bactériologique insatisfaisante, étant fortement contaminée par des matières fécales. De ce fait, l'eau provenant de cette source n'est pas potable et constitue un risque pour la santé des résidents.

Quant à la source de Draâ Khelifa, même avec des taux plus faibles de bactéries enregistrées elle reste hors norme et nécessite au minimum un traitement désinfectant avant toute distribution.

L'environnement autour des sources explique, en partie, ces résultats. Tala Mokar, située à proximité des habitations, est plus exposée aux rejets domestiques et au ruissellement contaminé. Draa Khelifa, bien qu'immergée dans une zone agricole, semble être mieux protégée des contaminations humaines directes, mais reste vulnérable aux apports diffus.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Notre étude a porté sur l'évaluation de la qualité organoleptique, physico-chimique et bactériologique des eaux de deux sources : Tala Mokar et Draa Khelifa.

Les différents résultats nous ont permis de conclure que :

- Sur le plan physico-chimique, l'eau de la source Draa Khelifa présente une minéralisation plus élevée, traduite par une conductivité électrique plus importante (1004 $\mu\text{S}/\text{cm}$ contre 772 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Tala Mokar). Cela se confirme également par une dureté calcique plus forte (111,42 mg/L contre 76,95 mg/L), bien que la dureté totale des deux sources reste relativement similaire (340 mg/L pour Thala Mokar, 336 mg/L pour Draa khelifa).

- Le pH est neutre pour les deux sources (7,63 pour Thala Mokar et 7,15 pour Draa Khelifa), et la température mesurée est stable (20,3°C et 20,1°C).

- En ce qui concerne les nutriments, l'ammonium est présent à faible concentration (0,1 mg/L dans les deux sources), tandis que les nitrites sont absents. La teneur en phosphates est légèrement plus élevée à Draa Khelifa (0,1 mg/L) contre (0,06 mg/L) a Thala Mokar.

- L'eau des deux sources est claire, inodore et sans goût, ce qui indique une qualité organoleptique satisfaisante.

- Sur le plan bactériologique, l'analyse a révélé des différences notables :

- ❖ La source Tala Mokar est fortement contaminée : plus de 300 coliformes totaux/100 ml, 3 colonies d'*E. coli*/100 ml et 7 entérocoques/100 ml ont été détectés, ce qui indique une contamination fécale importante et rend cette eau impropre à la consommation sans traitement préalable.

- ❖ En revanche, l'eau de la source Draa Khelifa présente une charge bactérienne nettement plus faible : 10 coliformes totaux/100 ml, 5 colonies d'*E. coli*/100 ml et absence d'entérocoques, mais elle reste non conforme aux normes algériennes et nécessite également un traitement avant consommation.

Afin de préserver la qualité des eaux de ces sources, nous recommandons :

- La mise en place d'un programme de surveillance régulier de la qualité de l'eau ;
 - La sensibilisation des populations locales aux risques liés à la consommation d'eaux non contrôlées ;
 - La création d'unités locales de contrôle pour superviser l'état sanitaire des eaux de source;
 - L'amélioration des réseaux d'assainissement dans les zones résidentielles proches des sources ;
-
- L'installation de canalisations adaptées (en PVC) au niveau du réseau de captage et d'acheminement de l'eau pour éviter toute contamination accidentelle.

Les résultats de notre étude montrent que, bien que les deux sources présentent une qualité physico-chimique globalement acceptable, la qualité bactériologique demeure préoccupante, en particulier pour Thala Mokar.

Afin d'obtenir une évaluation plus représentative et complète de la qualité de l'eau, il serait pertinent de réaliser des prélèvements réguliers tout au long de l'année, en tenant compte des variations saisonnières. De plus, l'analyse de paramètres supplémentaires, tels que les métaux lourds ou les pesticides, permettrait d'approfondir notre compréhension de la pollution potentielle de ces eaux.

Algérie presse services, 2024. aps.com.

BORDET J., 2007. L'eau dans son environnement rural. Edition Johanet Paris. 318p.

BOUTRAHI M. Et MERABET Y., 2017. Automatisation d'un poste d'injection d'hypochlorite de calcium, thème de Mémoire de Fin d'Etudes de master professionnel. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, 70p.

BOUWER H., 2000. Groundwater Hydrology. McGraw-Hill Education, 2nd edition, 480 pages.

BOUZIANI M., 2000. L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun, (Oran) 247p.

CHERY L., collectif 2006. Qualité naturelle des eaux souterraines, Guide technique. BRGM – MEED – Agences de l'eau. N° ISBN 978-2-71559-0973-1, 240 p.

COLLIN J.J., 2004. Les eaux souterraines. Edition Belin : 56 -59.

DEGREMONT G., (2005). Mémento technique de l'eau. Tome I. 10eme édition. Lavoisier, Tec et Doc, Paris. 859 p.

DEGREMONT G., 1989. Mémento technique de l'eau Tome I et II : Edition, Cinquanteaire, Paris. 137p.

DEGREMONT G., 1989. Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome I. 2503p.

FARCH S., 2017. Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxyapatite dentaire. Influence de différents paramètres. Thèse de Doctorat. Université Djillali LIABES de Sidi Bel Abbès. 210p.

FRIOUA S., 2014. Localisation et caractéristiques des zones sources de pollution des ressources en eau de la ville de Biskra à l'aide de S.I.G. Mémoire de Master en Sciences de l'Eau et de l'Environnement. Université Mohamed Khider Biskra, Algérie, 79p.

GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques, Aide-mémoire. 2eme Ed. Tech et Doc. Lavoisier, Paris. 49 P.

GENIN D., SIMON J.C., et LEFÈVRE M., 2003. Hydrologie et qualité des eaux continentales. Éditions Tec & Doc, Paris, 256 p.

GENOUTDET J., 2001. L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.

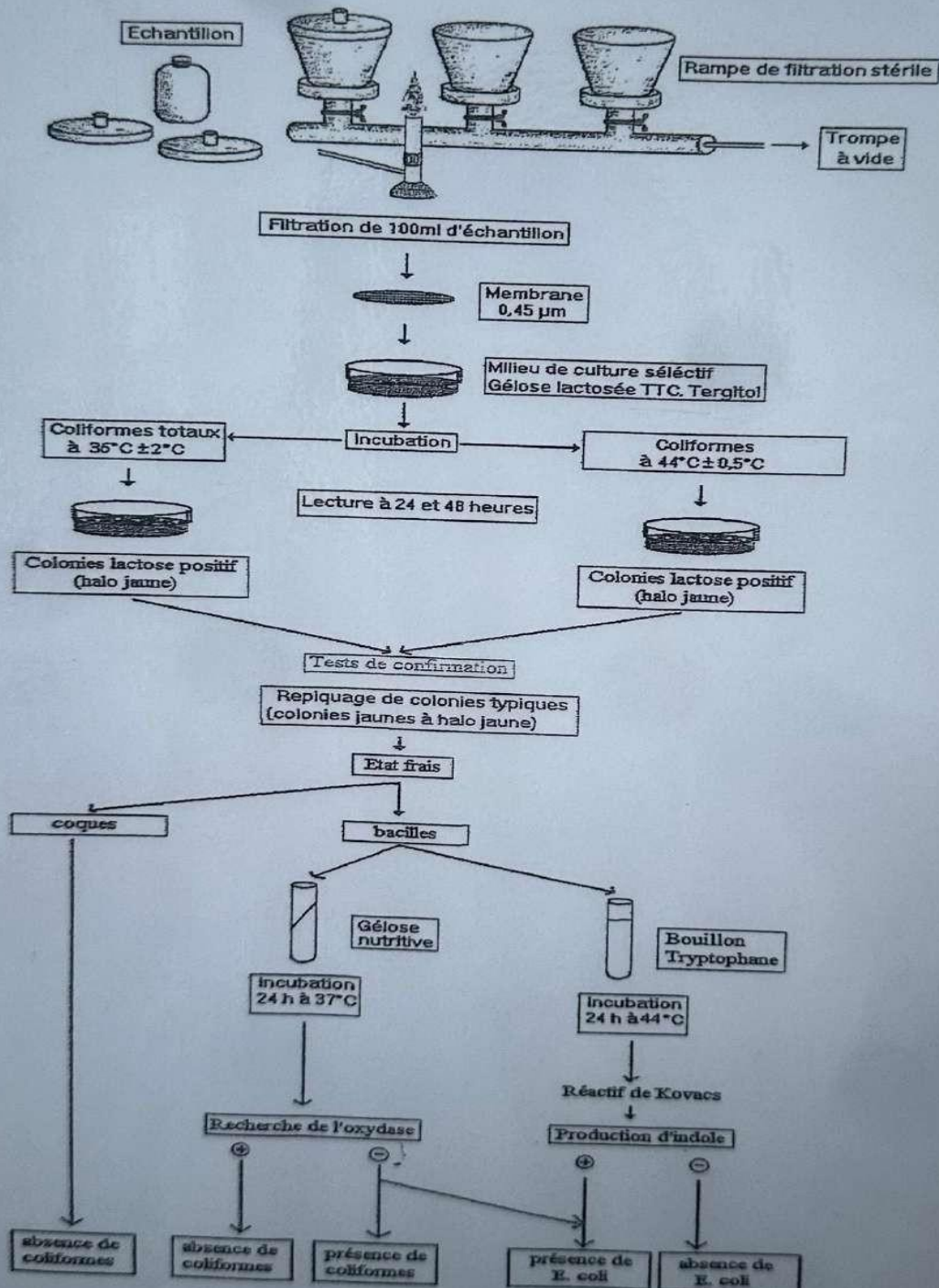
GRASCLAUD G., 1999. L'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. Edition INTRA. Paris. 204p.

GURIAUD J., 1998. Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod, Paris, 45p.

- HAMADOUCHE M., AOUABED A., TOUMI A., & ABDI N., 2018.** Assessment of surface water quality using physico-chemical and bacteriological parameters: A case study of Reghaia River (Algeria). *Journal of Water and Land Development*, 36(1); 123–130.
- HOUMEL T., 2017.** Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire de Master en Biologie. Spécialité : Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 74p.
- LARBES C., 2005.** Etude sur modèle mathématique du système aquifère de la région de Biskra. (ANRH). Colloque International sur les Ressources en Eau Souterraines dans le Sahara CIRESS, 12-13 Déc.2005, Ouargla, Algérie.
- METAHRI S., 2012.** Elimination simultanée de pollution azotée et phosphatée des eaux traitées, par des procédés mixtes. Cas de la steppe est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse doctorat Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, 172p.
- OMS, 2017.** Guidelines for drinking water quality, 4^e édition, 631p.
- ONU environnement, 2016.** A Snapshot of the World's Water Quality, 162p.
- OUKID Y., 2022.** Études d'impact sur l'environnement de la carrière de calcaires MOUHEB de KEDDARA, thème de mémoire de fin d'étude de master. Université MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU, 75p.
- REJSEK F., 2002.** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition canopé – CRDP de bordeaux. France. 360p.
- RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers. 8^{ème} édition : Dunod, Paris. France. 1381p.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R., 2009.** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris. 1526p.
- TASSADIT C., 2023.** elwatandz.com.
- UNICEF & OMS, 2021.** Progress on drinking water, Sanitation and Hygiene. 162p.

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES *ESCHERICHIA COLI* ET DES BACTERIES COLIFORMES

Selon la norme: NF EN ISO 9308-1 Partie 1 - essai standard



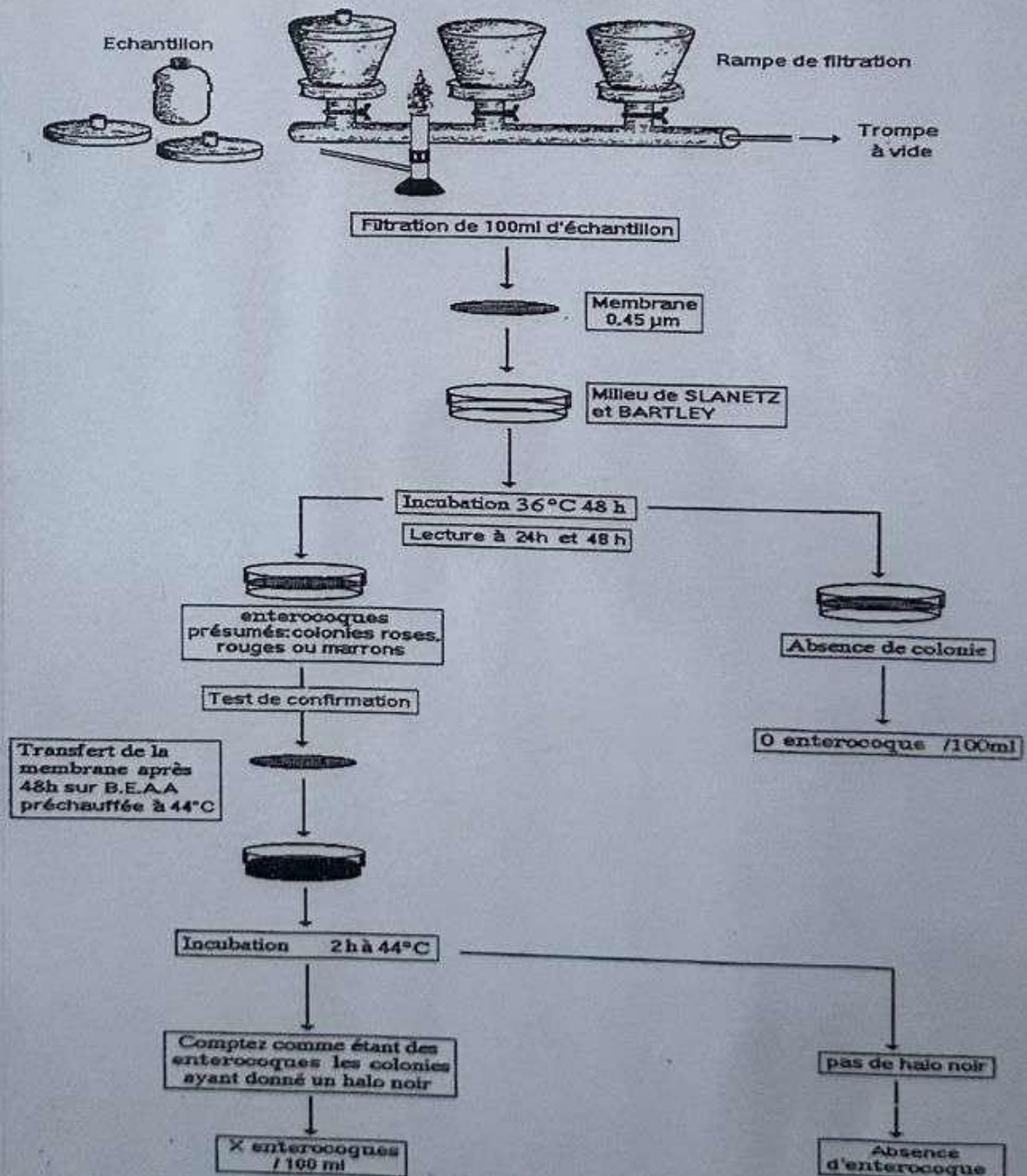
Annexe 2 : recherche et dénombrement des enterocoques intestinaux.



RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES ENTEROCOQUES INTESTINAUX

Laboratoire & contrôle

Selon la norme NF EN ISO 7899-2 d'août 2000



Source : « Schémas des méthodes microbiologiques utilisées pour le contrôle sanitaire des eaux. » Catherine DEBEAUPUIS – Suez Environnement

Annexe 3 : Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	- Eaux conventionnelles : 1 - Eaux déssalées ou déminéralisées : 1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Acrylamide	mg/l	0,5
	Antimoine	mg/l	20
	Argent	mg/l	100
	Arsenic	mg/l	10
	Cadmium	mg/l	3
	Chrome total	mg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanures	mg/l	70
	Mercuré	mg/l	6
	Nickel	mg/l	70
	Plomb	mg/l	10
	Sélénium	mg/l	10
	Zinc	mg/l	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) totaux Fluoranthène, benzo (3,4) fluoranthène, benzo (11,12) fluoranthène, benzo (3,4) pyrène, benzo (1,12) pérylène, indéno (1,2,3-cd) pyrène, benzo (3,4) pyrène	mg/l	0,01
	Benzène	mg/l	10
	Toluène	mg/l	700
Ethylbenzène	mg/l	300	

Annexe 4 : Normes indicatives des paramètres de qualité de l'eau potable.

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres Organoleptiques	couleur	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO ₃	65 pour les eaux déssalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	³ 6,5 et [£] 9
	Conductivité à 20 °C	mS/cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO ₃	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	mg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	

Résumé

Dans la wilaya de Tizi Ouzou, les deux sources étudiées, Thala Mokar et Draa Khelifa, ont fait l'objet d'une évaluation visant à déterminer leur conformité aux normes de potabilité en vigueur, tant sur le plan physico-chimique que bactériologique, et à identifier les éventuels risques pour la santé publique.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que les paramètres mesurés, tels que le pH, la température, la conductivité électrique, la turbidité, ainsi que les concentrations en ammonium et en fer, sont globalement conformes aux normes de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et aux recommandations algériennes relatives à l'eau destinée à la consommation humaine. Ces résultats traduisent une bonne qualité physico-chimique de l'eau, suggérant une faible pollution d'origine chimique ou minérale.

En revanche, les analyses bactériologiques ont mis en évidence une contamination significative, en particulier par la présence de coliformes totaux. Ces germes, indicateurs d'une pollution d'origine fécale, sont probablement liés à des rejets domestiques ou à la proximité de zones d'élevage. Cette contamination constitue un risque sanitaire réel pour les consommateurs et rend l'eau impropre à la consommation directe sans traitement préalable malgré sa qualité chimique satisfaisante.

Mots clés : Eau, source, pollution, Tizi-Ouzou, Paramètres physico-chimiques, paramètres bactériologiques.

Abstract

In the wilaya of Tizi Ouzou, the two studied springs, Thala Mokar and Draa Khelifa, were evaluated to assess their compliance with current drinking water standards, both in terms of physico-chemical and bacteriological quality, and to identify potential public health risks.

The results of the physico-chemical analyses show that the measured parameters — such as pH, temperature, electrical conductivity, turbidity, as well as concentrations of ammonium and iron are generally in accordance with the standards established by the World Health Organization (WHO) and Algerian guidelines for drinking water quality. These findings indicate good physico-chemical water quality, suggesting low levels of chemical or mineral pollution.

However, the bacteriological analyses revealed significant contamination, particularly with the presence of total coliforms. These microorganisms, which are indicators of fecal pollution, are likely due to domestic wastewater discharges or the proximity of livestock areas. This contamination represents a real health risk for consumers and renders the water unfit for direct consumption without prior treatment (such as disinfection or boiling), despite its satisfactory chemical quality.

Keywords : Water, source, pollution, Tizi Ouzou, Physico-chemical parameters, Bacteriological parameters,