



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en
Filière : Écologie et Environnement
Spécialité : Protection des écosystèmes

Présentée par : **BELARBI Khadidja**
BAHOU Walaa

Thème

Evaluation de la qualité des eaux de source dans la région de Maacem, Tissemsilt

Soutenu le,

Devant le Jury :

Mme. MOUAISSIA H.	Présidente	M.A.A	Univ-Tissemsilt
Mme BOUKIRAT D.	Encadrante	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
M. BOUNOUIRA Y.	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Nous tenons dans un premier temps à remercier le Dieu tout-puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour mener à bien ce modeste travail.

Ce mémoire n'aurait jamais pu voir le jour sans le soutien actif d'un certain nombre de personnes que nous tenons à remercier, toutes celles et ceux qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail

Nos chers parents qui nous ont encouragés et supportés durant toute cette période.

Notre encadrante, encadrante Dr. BOUKIRAT Dyhia qui nous a beaucoup inspiré confiance et nous a orienté dans le bon sens quant à l'élaboration de ce projet.

Nous adressons également nos sincères remerciements à M. BOUNOUIRA et Mme MOUAISSIA qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail.

Tous les personnels du département SNV, en particulier nos enseignants qui nous ont transmis ce riche savoir.

Nous remercions ainsi tous nos amis qui nous ont encouragé et aidé.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail

A mes chers parents à qui je dois tout,
Je les remercie pour leurs encouragements, leur aide et leurs sacrifices
Ma chère mère, la source de mon énergie
Et mon père qui a suivi mon parcours scolaire depuis mon plus jeune âge
A mes chers et merveilleux frères Muhammad Yahya et Yusef Saif al-Islam, et à mes
sœurs Ikram et Aya et à mon oncle Abdul Qadir
A mes tantes, Siham et Naima, et à toute la famille Belarbi
Et à tous mes enseignants de la première année du primaire jusqu'à aujourd'hui, en
particulier M. BELKEBLI Mohamed,
Et à mon amie et binôme Walaa
Et à mes amis, Azlil Sarra , Rabah Halima, Bosta Saadia, Bousaou Zahiya, Quedari
Fatima



Khadidja

Dédicaces

Comme la beauté des choses réside dans leur partage J'aimerais vous faire part de chacune

de ces pages Ecrites par amour, Après de longs mois de labeur et de patience Merci à tous ceux qui m'ont toujours soutenue ou aidée C'est à vous que ce travail est dédié :

A mon très cher papa« abdelkader » Qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est fruit de tes sacrifices qui tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A Ma très chère Mère «kheira» Celle qui m'a donné la vie et m'a consacré la sienne. Tu es une source intarissable d'inspiration pour moi. Tu es seras toujours pour moi la mère idéale, Tu as été pour moi un refuge lorsque tout devenait dur aucun mot dans aucune langue ne pourrait en décrire le quart. Que Dieu te bénisse et t'ouvre les portes de son paradis. Je t'aime Maman.

A mes sœurs « wafaa , wahiba , nour elyakine », et mes frères << mohamed amine et amire >> en témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bon-heur, de santé et de réussite.

Aux enfants de mes sœurs << iyad , mohamade , soujoud nounsine>>

A tous les membres de ma famille bahou pour son encouragement

A mon cher binôme : belarbi khadija qui m'a soutenu durant cette période A tous mes amis boujaba souad, saad rania , harizi ahlam, amrane aber , hadji khalida , mis somia , saida, et a mon collègue mohamed ferad , qui m'ont aidée, encouragée et qui étaient toujours à mes côtés et m'ont accompagnée de chemin, faisant de ces années les meilleures années de ma jeunesse Dieu vous accorde le succès dans vos carrières



Walaa

Liste des abréviations i

Liste des tableaux iii

Liste des figures	v
-------------------------	---

Table des matières

INTRODUCTION	1
--------------------	---

Chapitre I : Etude bibliographique

<u>I.1. L'eau, ressource indispensable</u>	4
<u>I.1.1. Cycle de l'eau</u>	4
<u>3. Les eaux souterraines</u>	5
<u>3.1 La qualité de l'eau souterraine</u>	5
<u>3.2 Paramètres de la qualité des eaux de sources</u>	6
<u>3.2.1 Les paramètres physiques et organoleptiques</u>	6
<u>3.2.1.1 Couleur</u>	6
<u>3.2.1.2 Odeur</u>	6
<u>3.2.1.3 Goût et saveur</u>	6
<u>3.2.1.4 Température</u>	7
<u>3.2.1.5 Turbidité</u>	7
<u>3.2.1.6 pH</u>	8
<u>3.2.1.7 Conductivité électrique</u>	8
<u>3.2.1.8 Oxygène dissous (O₂)</u>	8
<u>3.2.1.9 Dureté totale ou titre hydrotimétrique</u>	9
<u>3.2.1.10 Salinité</u>	9
<u>3.2.2 Les paramètres chimiques</u>	9
<u>3.2.2 .1 Alcalinité</u>	9
<u>3.2.2 .2 Magnésium</u>	10
<u>3.2.2 .3 Sodium</u>	10
<u>3.2.2 .4 Potassium</u>	10
<u>3.2.2 .5 Chlorures</u>	10
<u>3.2.3 Paramètres microbiologiques</u>	12
<u>3 .3 Les risques liés à l'altération de la qualité de l'eau</u>	14
<u>4. Gestion de l'eau</u>	18
<u>4. 3 Normes de la qualité de l'eau</u>	19
<u>Chapitre 2. matériel et méthodes</u>	17
<u>1. Zone d'étude</u>	17

<u>1.1. Les sources étudiées</u>	18
<u>2. Echantillonnage et analyse</u>	21
<u>2.1. Prélèvement des échantillons</u>	21
<u>2.2. Les analyses physicochimiques</u>	22
<u>2.3. L'analyse bactériologique</u>	29
<u>Chapitre 3. Résultats et Discussion</u>	24
<u>3.1 Les paramètres physico-chimiques</u>	24
<u>3.2. Les paramètres bactériologique :</u>	37
<u>Conclusion</u>	33
Références	34
<u>Résumé</u>	

Liste des Abréviations

Al : Aluminium.

ADE : laboratoire de l'Agence Algérienne des Eaux de Tissemsilt

Ca²⁺: Calcium.

CaCl₂ : Chlorure de calcium.

CaCO₃ : Carbonate de calcium.

CaSO₄: Sulfate de Calcium

C E : Conductivité électrique.

Cl: Chlorures.

C T : Coliformes totaux

CO₂ : Le dioxyde de carbone.

CO₃²⁻: Ion carbonate.

E-coli : Escherichia coli.

EDTA : L'acide éthylène diamine tétra-acétique.

°F : Degrés français.

Fe²⁺ : Ion ferreux.

Fe³⁺ : Ion ferrique.

F: Fluorure.

H₂S : Le sulfure d'hydrogène.

HCO₃⁻: hydrogénocarbonates.

HCl : Acide chlorhydrique.

H⁺: Ion hydrogène.

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

KCl: Chlorure de potassium.

K⁺: Potassium.

K₂CrO₄ : Le chromate de potassium.

KMnO₄: permanganate de potassium.

MENVIQ : Ministère de l'Environnement du Québec.

Mn : Manganèse.

Mg²⁺ : Ion Magnésium.

mol: mole.

MO : Matière Oxydable.

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

NaCl: Chlorure de sodium.

Na⁺: Sodium.

NO₃: Nitrates.

NA : Norme Algérienne.

NO₂⁻: Nitrite.

N : Normalité.

NaOH : hydroxyde de sodium.

NH₄OH : hydroxyde d'ammonium.

Na₂SO₄ : Sulfate de Sodium.

nm : nanomètre.

O₂ : l'ion oxyde.

OMS : L'Organisation mondiale de la santé.

pH : potentiel d'Hydrogène.

PO₄³⁻: Ion phosphate.

S/m: Siemens par mètre.

SF : Streptocoques Fécaux

SO₄²⁻: Sulfate.

TH : Titre hydrométrique.

TAC: Titre alcalimétrique complet.

TDS : Total dissolved solids (matières dissoutes totales).

TSI: triple sugar iron.

μs: Micro-siemens.

μm : Micro-mètre.

UFC : Unités Formant Colonies.

UE : Union Européen.

Liste des figures

<u>Figure 1: cycle de l'eau dans la nature</u>	5
<u>Figure 2 Oxydation de l'azote ammoniacal</u>	12
<u>Figure 3 Situation géographique de la région de 'Al-Maasim Tissemsilt.</u>	18
<u>Figure 4 Emplacement des sources étudiées (Google Eath, 2023)</u>	18
<u>Figure 5 la source de Ain Al-Khahail (photo originale)</u>	19
<u>Figure 6 la source de Ain Al-Sawaed</u>	20
<u>Figure 7 la source de d'Ain Al-Fikra</u>	20
<u>Figure 8 la source de le puit de Sfaisifah</u>	21
<u>Figure 9 Turbidimètre HACH TL2300</u>	23
<u>Figure 10 Conductivité mètre HACH HQ14d</u>	24
<u>Figure 11 Spectrophotomètre HACH DR6000</u>	26
<u>Figure 12 Photomètre de flamme JENWAY PFP7</u>	27
<u>Figure 13 Rampe de filtration</u>	30
<u>Figure 14 Récupération du filtre et mise en boite de pétri</u>	31
<u>Figure 15 Comparaison des valeurs du pH des sources d'eau étudiées</u>	25
<u>Figure 16 Valeur de conductivité dans les sources d'eau étudiées</u>	25
<u>Figure 17 Valeur de turbidité dans les sources d'eau étudiées</u>	26
<u>Figure 18 Valeur de TDS dans les sources d'eau étudiées.</u>	27
<u>Figure 19 Valeur de la salinité dans les sources d'eau étudiées</u>	28
<u>Figure 20 Valeur de nitrates dans les sources d'eau étudiée.</u>	29
<u>Figure 21 Valeur de l'azote ammoniacal dans les sources d'eau étudiées</u>	30
<u>Figure 22 Valeur de phosphate dans les sources d'eau étudiées</u>	31
<u>Figure 23 Valeur de bicarbonate dans les sources d'eau étudiées</u>	31
<u>Figure 24 Valeur de chlorures dans les sources d'eau étudiées</u>	32
<u>Figure 25 Valeur de calcium dans les sources d'eau étudiées</u>	33
<u>Figure 26 Valeur de Magnésium dans les sources d'eau étudiées.</u>	33
<u>Figure 27 Valeur de fer dans les sources d'eau étudiées.</u>	34
<u>Figure 28 Valeur de sodium dans les sources d'eau étudiées</u>	35
<u>Figure 29 Valeur de potassium dans les sources d'eau étudiées.</u>	35
<u>Figure 30 Valeur de sulfate dans les sources d'eau étudiées</u>	36
<u>Figure 31 Valeur de matière oxydable dans les sources d'eau étudiées.</u>	36

Liste des tableaux

<u>Tableau 1: Répartition des réserves en eau de la planète (Marsily, 1995)</u>	4
<u>Tableau 2: Classification des eaux d'après leur pH</u>	8
<u>Tableau 3 les principales bactéries pathogènes responsables d'infections bactériennes</u>	16
<u>Tableau 4 les principaux virus responsables d'infections virales</u>	17
<u>Tableau 5 les principaux parasites responsables d'infections parasitaires</u>	18
<u>Tableau 6 Qualité gustative de l'eau minéralisée en fonction du niveau de TDS (WHO, 2003)</u>	27
<u>Tableau 7 Valeur de nitrites dans les sources d'eau étudiées</u>	28
<u>Tableau 8 Valeurs mesurées des différents paramètres bactériologiques des sites étudiés</u>	37

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle aux usages multiples (domestiques, industriels et agricoles). Sa qualité est un facteur affectant l'état de santé et la mortalité tant chez l'homme que chez l'animal (Kazi et *al.*, 2009).

L'eau douce est une ressource essentielle à la vie. C'est pourquoi elle mérite une attention particulière car sa disponibilité est très variable et gravement menacée par les activités humaines. En effet, la croissance démographique accompagnée d'une urbanisation rapide engendre de nombreuses perturbations des milieux naturels (Zhang et *al.*, 2002). L'industrialisation, l'utilisation irrationnelle d'engrais et de pesticides et le manque de sensibilisation du public à la protection de l'environnement entraînent un déséquilibre de l'écosystème et la génération de polluants pouvant affecter la qualité physique, chimique et biologie de l'eau (Alayat et *al.*, 1991), mais aussi modifier les usages de l'eau (bassin versant, baignade, etc.) (Burton et Pitt, 2001)

Plus de 75 à 90 % de la population mondiale utilise les eaux souterraines. Dans notre pays, elles constituent une part importante du patrimoine aquatique et sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable du fait de leur relative facilité d'exploitation et parce qu'elles sont protégées des polluants présents à la surface de l'eau (Marzouk et *al.*, 2010).

En Algérie, l'accès durable à la ressource en eau a été placée parmi les priorités de l'agenda des pouvoirs publics. Malgré cela, on ne peut pas dire qu'il y ait (ou ait eu) une discussion fondamentale sur la gestion de l'eau. Dans ces conditions, depuis les années soixante-dix, l'Algérie connaît de fréquentes sécheresses et, par conséquent, une dégradation progressive de ses ressources en eau. En effet, depuis lors, le pays souffre d'une aggravation des phénomènes de désertification, de salinité des sols et de pollution des eaux de surface, qui a provoqué des répercussions alarmantes sur de nombreuses activités sociales et économiques.

Parallèlement, l'état algérien a déployé de grands efforts, au fil des décennies, en matière d'infrastructures hydrauliques, de transport d'eau potable, de traitement et d'approvisionnement des ressources en eau, afin de répondre à la demande de plus en plus croissante. Les efforts déployés n'ont pas donné les résultats escomptés. En 1996, après évaluations et appréciations des résultats des politiques adoptées, une nouvelle approche du développement durable a été initiée avec la mise en place d'une gestion intégrée des ressources en eau. En ce sens, la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) est l'un des principaux enjeux du développement durable en Algérie. Toutes les expertises réalisées

aujourd'hui en Algérie révèlent des risques de pression accrue sur les volumes d'eau disponibles (baisse des nappes phréatiques, recours aux eaux fossiles) et sur la qualité de l'eau (pollution, salinité).

D'autre part, certaines régions ne sont pas en mesure de fournir une quantité suffisante d'eau potable et d'équipements d'hygiène, et donc l'eau est menacée en termes de qualité et de quantité. En réponse au manque d'eau, la population a eu recours à l'utilisation de puits et de sources dont la qualité est inconnue et souvent préoccupante (Myrand, 2008).

Cependant, même si l'eau est claire, elle n'est pas salubre à la consommation, et il est important et nécessaire d'évaluer sa potabilité.

La région d'Al-Maasim souffre d'une pénurie d'approvisionnement en eau distribuée, en particulier dans les villages éloignés du siège de la municipalité, ce qui a poussé les habitants de la région à utiliser d'autres sources d'eau.

La plus part des habitants dépendants actuellement de l'eau des puits et des sources proches d'eux, la plupart de ces sources ne sont pas soumis à un contrôle de qualité, ce qui est préoccupant.

La présente étude a été initiée par différentes observations, notamment la pénurie d'eau, l'utilisation d'une eau non contrôlée mais aussi la constatation de la propagation du phénomène de noircissement des dents parmi les habitants du village d'Al-Khail, nous avons donc mené une petite enquête sur les origines possibles de ce phénomène de laquelle découlent plusieurs hypothèses, l'une d'elles étant l'exposition au fluorure. Une évaluation de la qualité de l'eau dans la région d'Al-Maasim semblait la suite logique mais aussi la première étape vers la compréhension de ces observations.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent travail dont l'objectif est de contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des quatre sources d'eaux les plus fréquentées par les citoyens de Maacem pour déterminer leur potabilité afin de s'assurer de l'absence de contamination potentielle et garantir l'accès à une eau de qualité dénuée de tout risque pour la santé de son consommateur, et dans la mesure du possible vérifier nos hypothèses par rapport au phénomène mentionné plus haut.

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de l'ADE de la wilaya de Tissemsilt, le manuscrit est divisé comme suit :

- Chapitre 1 : Les caractéristiques des eaux souterraines et de leur qualité physicochimique et bactériologique.

- Chapitre 2 : Une partie expérimentale, essentiellement consacrée à la présentation d'informations relatives aux sources étudiées ainsi que les différentes méthodes adoptées pour analyser la qualité des échantillons d'eau.
- Chapitre 3 : La présentation et la discussion des résultats obtenus, ont fait l'objet de la dernière partie de ce manuscrit avec une comparaison aux normes algériennes.

Enfin, nous concluons sur la qualité des eaux de ces sources.

**Etude
Bibliographique**

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1. L'eau, ressource indispensable

L'eau, élément indispensable à la vie, essentiel pour tous les organismes vivants Connus. Est un composé chimique ubiquitaire sur terre»

L'eau est une part essentiel du patrimoine mondial, mais aussi essentielle aux activités humaine (Agricultures, industrielles, domestiques...).

Tableau 1: Répartition des réserves en eau de la planète (Marsily, 1995)

	Stock (km³)	% du total	% du totale eau douce
Océans	1 350 000 000	97,41	-
Glaciers	27 500 000	1,984	76,632
Eaux Souterraines	8 200 000	0,592	22,8503
Mers Intérieures	105 000	0,00758	-
Lacs d'eau Douce	100 000	0,00722	0,2787
Rivières	1 700	0,00012	0,0047
Sols	70 000	0,00505	0,195
Air	13 000	0,00094	0,0362
Biosphère	1 100	0,00008	0,0031

I.1.1. Cycle de l'eau

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre : c'est le cycle de l'eau (Vilagines, 2003). Le moteur de ce cycle est le soleil (Chelli et Djouhri, 2013).

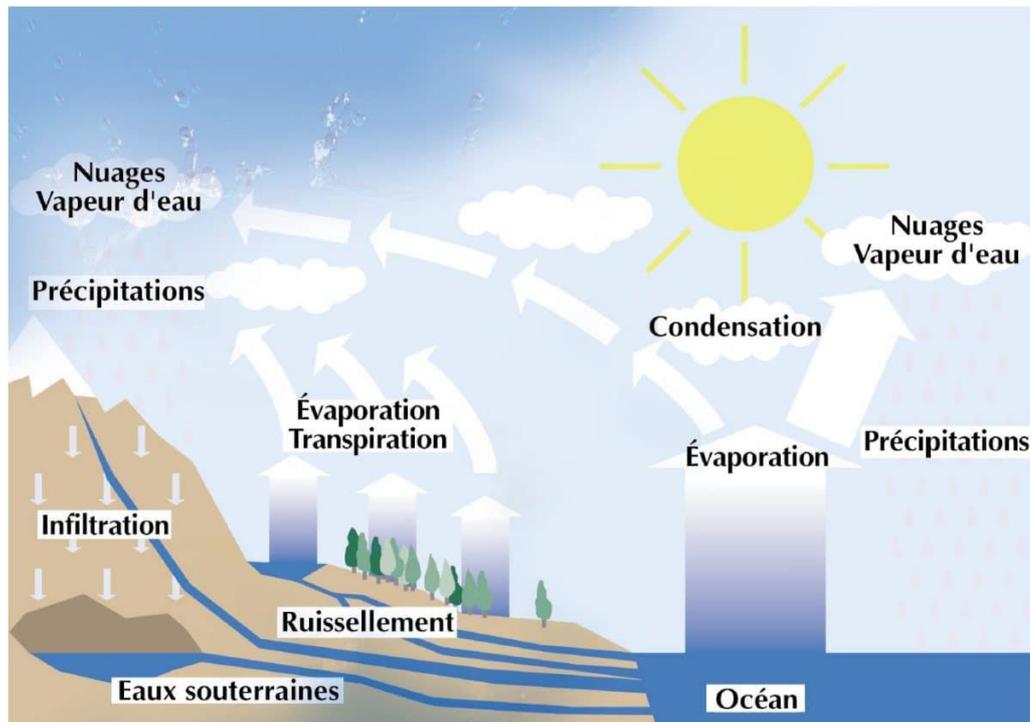


Figure 1: cycle de l'eau dans la nature

3. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont la principale source d'eau douce de l'humanité. Les eaux souterraines représentent 30% de l'eau douce de la planète. Le reste constitue les calottes polaires (69%) ainsi que les fleuves et les lacs (1%), LES eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et se caractérise par une turbidité faible ou leurs eaux bénéficient de filtration naturelle importante (Chelli et Djouhri, 2013).

Comme elle se caractérise par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution. Par conséquent la dureté est élevée, et les eaux souterraines peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents comme le calcium ou magnésium. En plus, dans les eaux souterraines, le fer et le magnésium présentent une concentration élevée (Degremon, 2005).

3.1 La qualité de l'eau souterraine

Une eau est dite potable ou eau de consommation quand elle satisfait un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine (Chelli et Djouhri, 2013).

La qualité des eaux souterraines, qui contiennent plus ou moins de sels minéraux, dépend en grande partie des propriétés géologiques des terres de surface traversées par les infiltrations d'eau de pluie, et la composition de la qualité de la ressource dépend également de l'état et de la nature des différentes terres de surface.

Les eaux souterraines sont sujettes à des contrôles physico-chimiques et bactériologiques pour s'assurer de leur qualité

- Test sensoriel : Vérifiez la stabilité du goût, de l'apparence et de l'odeur de l'eau.
- Contrôles physico-chimiques : Analyse de la composition de l'eau.
- Contrôle bactérien : Vérifier l'absence de micro-organismes ou de contaminants.

3.2 Paramètres de la qualité des eaux de sources

3.2.1 Les paramètres physiques et organoleptiques

3.2.1.1 Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques Dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier *et al.*, 2009).

3.2.1.2 Odeur

Le test de l'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation et celle-ci a donc un caractère personnel.

L'eau potable doit être sans odeur, non seulement au moment du prélèvement, mais encore après une période de 10 jours en vase clos à la température de 26°C. Les odeurs proviennent soit des produits chimiques, soit de matière organiques en décomposition, soit de protozoaires, soit d'organismes aquatiques (Rodier *et al.*, 2005).

3.2.1.3 Goût et saveur

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

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier *et al.*, 2005).

3.2.1.4 Température

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

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision.

En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. Et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (Rodier, 1984). Elle est aussi un facteur important dans la production biologique, Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci ; en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (HCEFLCD, 2006).

3.2.1.5 Turbidité

La turbidité joue un rôle important dans la filtration et correspond généralement à la quantité de matières en suspension (MES) dans l'eau composée de limon, d'argile, de particules organiques et inorganiques, ainsi que du plancton et autres microorganismes.

L'appréciation du niveau quantitatif élevé de ces matières mesure le degré de turbidité. Il est également indiqué que les matières en suspension de dimensions inférieures à ces tailles sont celles qui jouent un rôle important dans le transfert des métaux (Rodier *et al*, 1996).

Elle permet de préciser les informations visuelles de la couleur de l'eau. Certaines populations sont habituées à consommer une eau très colorée ces derniers n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des microorganismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte

3.2.1.6 pH

Le pH appelé encore potentiel Hydrogène mesure la concentration des ions H_3O^+ dans une solution aqueuse. Le pH permet ainsi de connaître l'acidité de l'eau. Il a été rapporté que Le pH (Kuhn *et al*, 2002) et la turbidité sont parmi les facteurs qui peuvent affecter la sensibilité de l'IMS (Di Giovanni *et al*, 1999), dont le facteur le plus important est la

concentration en anhydride carbonique lié à la minéralisation (Rodier 1996) et dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Dussart, 1966. Bermond, 1973). Il ressort que le pH n'a qu'un effet direct sur la survie et le transport des microorganismes pathogènes (Marsily, 1995).

Tableau 2: Classification des eaux d'après leur pH

pH	Nature de l'eau
pH<5	Acidité forte : présence d'acides minéraux ou
pH=7	PH neutre
7 <pH<8	Neutralité approchée : majorité des eaux de surface
5,5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
pH>8	Alcalinité forte, évaporation intense

3.2.1.7 Conductivité électrique

La conductivité électrique est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et leurs concentrations.

La température influe également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité (Rodier *et al*, 1996)

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau ; à partir de la détermination de la conductivité, on peut déduire la teneur en sels dissous car la conductivité représente la mobilité de ses sels (Rejsek, 2002).

3.2.1.8 Oxygène dissous (O₂)

L'oxygène dissous mesure la concentration de l'oxygène dissous dans l'eau, il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique (Rodier *et al*, 2009).

3.2.1.9 Dureté totale ou titre hydrotimétrique

On appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations alcalinoterreux présents dans une eau. En pratique, on ne considère que les cations dont les concentrations soient supérieures à 1mg.l⁻¹, c'est le cas des ions calcium et magnésium. Ces ions sont présents dans l'eau sous forme de sels de chlorure, de sulfates ou d'hydrogénocarbonates.

Dans une eau naturelle, on peut distinguer différents types de dureté :

- Dureté totale (THt) : somme des concentrations en calcium et magnésium ;
- Dureté calcique (THca⁺⁺) : concentrations globale en calcium ;
- Dureté magnésienne (THmg) : concentrations globale en magnésium (Rejsek, 2002.).

3.2.1.10 Salinité

La salinité est la masse de sel (composé ionique) dissous dans un litre d'eau. (Rodière *et al.*, 2009) est un facteur écologique majeur, la salinisation du milieu conduit à Des changements importants dans les biomes, pas forcément appauvris, et donc pas pollués. La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température de densité maximale). D'autres (viscosité, absorption lumineuse) n'ont eu aucun effet significatif. Enfin, certaines sont essentiellement déterminées par la teneur en sel de l'eau (conductivité, pression osmotique) (Aberkane, 2011)

Le chlorure de sodium (NaCl) n'est qu'un des nombreux sels qui composent l'eau. Pour Mesure de la salinité l'aide d'un multi paramètre .maintenant, la salinité est déterminée par ce qu'ils appellent "titrage" Chlore" a été abandonné au profit de la mesure de la conductivité de l'eau, plus facile mettre en œuvre (Boukrouma, 2008).

D'ACCORD Le TDS est mesuré à l'aide d'un multi paramètre ou d'un compteur TDS sur Mettre une certaine quantité d'eau à analyser dans une cuve stérile, et introduire cette eau dans un des appareils (Rodier, 1996)

3.2.2 Les paramètres chimiques

3.2.2 .1 Alcalinité

L'alcalinité de l'eau correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène (H⁺) Cela est dû au bicarbonate (HCO₃⁻), au carbonate (CO₃²⁻) et Hydroxyde (OH⁻). Elle dépend également des émissions urbaines (phosphate, ammoniac, matières organiques, ...) ou industriels (apport alcalin ou acide) (Rejsek, 2002) Il existe deux types de bases, la base simple (TA) et Alcalin total (TAC).

3.2.2 .2 Magnésium

Le magnésium provient d'une part, de l'attaque chimique par des roches magnésiennes, des basaltes et des argiles par le CO₂ et d'autre part, du lessivage des roches

volcaniques, ainsi que par la dissolution de $MgSO_4$, présents dans les terrains gypseux (Rejsek, 2002.).

3.2.2 .3 Sodium

Le sodium est un élément très soluble et très fréquent dans les eaux ; il peut provenir à partir de plusieurs origines à savoir : la décomposition des sels minéraux tels que les silicates, le lessivage des formations géologiques riches en $NaCl$ et des venues d'eaux salées dans les nappes ; des rejets d'eaux usées d'origine industrielle et domestique (Rodier *et al*, 2005).

3.2.2 .4 Potassium

Le potassium provient d'une part, des lessivages des engrais, des argiles et des roches volcaniques, et d'origine industrielle, d'un autre part (Rodier *et al*, 2005).

3.2.2 .5 Chlorures

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Sari, 2014).

3.2.2 .6 Sulfates

Les sulfates peuvent être, d'origine naturelle à partir du gypse ou pyrite, d'origine industrielle ou à partir des produits de traitement agricole (RODIER *et al*, 2005).

3.2.2.7 Nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines (Rejsek, 2002).

3.2.2 .8 Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composants azotés. Ils s'insèrent dans le cycle d'azote l'ammoniaque et les nitrates, leur présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates (Rejsek, 2002).

3.2.2 .9 Le Fer total

Très répandu, le fer se classe au 4ème rang des éléments de la croûte terrestre. Il est largement utilisé dans la métallurgie et ses utilisations secondaires dans la chimie sont très

variées. Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à quelque mg/l de fer ayant pour origine la lixiviation des terrains traversés ou les pollutions industrielles. Le fer peut se rencontrer jusqu'à 10 mg/l dans les eaux de sondage. Les eaux minérales et principalement les eaux thermo-minérales peuvent en contenir plus de 10 mg/l (Rodier, 1976).

3.2.2 .10 Le fluor

Le fluor, premier élément de la famille des halogènes dans le tableau périodique des atomes, est gazeux à température et pression normales. Étant fortement réactif, il se retrouve généralement dans la nature sous forme de fluorure (F-) lié à des matrices minérales ou dans des liaisons covalentes formant des composés organiques ou inorganiques.

Les fluorures sont également libérés dans l'environnement par des sources anthropiques de nature industrielle (Beaudoin, 2012). La teneur en fluor dépend du temps de contact de l'eau avec les minéraux fluorés de l'aquifère. Elle est plus élevée dans les nappes captives. Dans la nappe de la craie, il est fourni principalement par les minéraux phosphatés. Sa teneur ne doit pas dépasser 1,5 mg.l-1 (Bartherlin et Cheru, 1999).

3.2.2 .11 Calcium

Une forte présence en calcium dans l'eau donne des eaux dures. En plus de son origine industrielle, le calcium peut provenir d'une origine naturelle par la dissolution du gypse, sous l'attaque chimique des roches carbonatées (Rodier et al, 2005)

3.2.2.12 L'azote ammoniacal (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique NH₄⁺. Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. NH₄⁺, l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation (Figure 02).

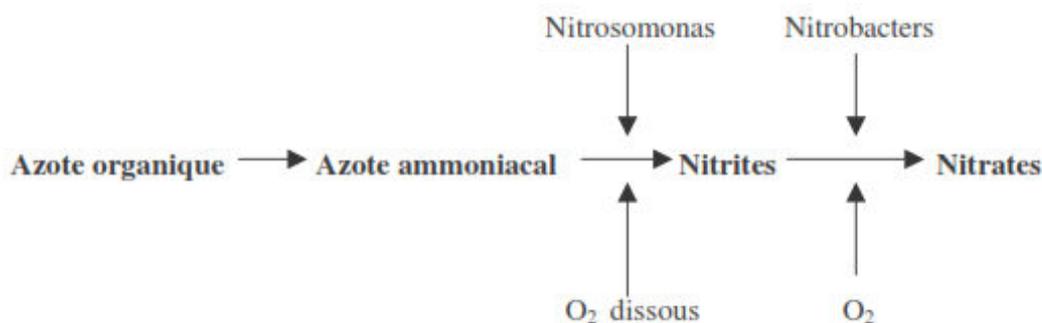


Figure 2 Oxydation de l'azote ammoniacal

L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine :

- la matière végétale des cours d'eau
- la matière organique animale ou humaine
- les rejets industriels ;
- les engrais.

Sa présence est rapprochée des autres éléments azotés identifiés dans l'eau : nitrates et des résultats des examens bactériologiques. L'oxydation biologique de l'ammoniaque peut développer des zones aérobies dans certaines parties des réseaux de distribution, provoquant la corrosion des conduites. L'ammoniaque présente l'inconvénient de nécessiter une augmentation de la consommation en chlore lors de la désinfection. En ce qui concerne la toxicité de l'azote pour la faune piscicole d'eau douce, il est reconnu que ce n'est pas NH_4^+ , mais NH_3 qui est toxique et la dose toxique dépend de la température et du pH. Elle peut être calculée à partir de la formule suivante (Rodier, 1984) :

$$|\text{NH}_3| = |\text{NH}_4^+| \times \frac{1}{1 + 10^{(\text{pH} - 0,03t)}} \quad ; \quad t = \text{température}$$

3.2.3 Paramètres microbiologiques

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Ce sont des bactéries, des virus, voir des champignons et des algues (Sari, 2014).

3.2.3.1 Germes totaux

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine. Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (Sari, 2014).

3.2.3.2 Coliformes :

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme «Coliforme» correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogène, Gram-négatifs, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose (et mannitol) avec production d'acide et gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37 °C.

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*(Sari , 2014).

Les coliformes totaux ne sont pas tous d'origine fécale. Ils ne sont donc pas indicateurs d'une pollution fécale. Leur recherche est cependant utile pour contrôler la qualité d'une eau après traitement.

3.2.3.3 Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des sousgroupe de coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *l'Escherichia coli* , dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*. La bactérie *E.coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermotolérants détectés (Anonyme, 2003). Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire. Ils sont aussi de bons indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, mais comme leur nombre est moins élevé que celui des coliformes totaux, ces derniers leur sont préférables pour cette fonction (Anonyme, 2003) .

3.2.3.4 Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries placées dans ce groupe peuvent être retrouvé également dans les fèces animales, ou se rencontre sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs de pollutions fécales et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution (Sari, 2014).

3.2.3.5 Bactéries *E. coli* :

E. coli est très abondante dans la flore intestinale humaine et animale, et c'est aussi la seule espèce qui soit strictement d'origine fécale. Elles sont considérées comme le meilleur indicateur de contamination fécale. Leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des

microorganismes pathogènes. La gastro-entérite est la maladie la plus fréquente associée à l'ingestion d'eau contaminée par des matières fécales. Bien que cette maladie soit souvent bénigne, elle peut parfois avoir des conséquences très graves sur la santé. D'autres maladies plus rares comme les hépatites ou les méningites peuvent aussi être provoquées par l'ingestion d'eau contaminée (Steve E.H., Elizabeth J.H, 2004)

3.3 Les risques liés à l'altération de la qualité de l'eau

La pollution des eaux souterraines a des conséquences néfastes, non seulement, sur la santé humaine mais sur tout son avenir. C'est un sujet très sérieux qui demande l'instauration de réglementations locales et internationales rigoureuses. La dégradation de la qualité des eaux des nappes est certes une réalité (Jean-Jacques,2004). C'est le risque permanent de limitation de la ressource en eau de qualité dans un proche avenir. L'eau souterraine véhicule des polluants. Par son mouvement, elle provoque leur propagation dans l'espace souterrain (Gilbert Castany,1998).

3.3.1 Les risques liés aux altérations de la qualité physico-chimie de l'eau

Les altérations physico-chimiques sont des modifications des caractéristiques des milieux, comme la salinité, l'acidité ou la température de l'eau. Passé un certain seuil, ces modifications deviennent toxiques pour les organismes vivant dans le milieu.

Les polluants sont des rejets issus des différentes activités humaines : domestiques et urbaines, agricoles et industrielles comme ils peuvent être naturels. Ils peuvent être classés selon leur nature en quatre grandes catégories : physiques, chimiques (minérales et organiques) et microbiologiques.

3.3.1.1 Risque de la pollution chimique

Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (aménagement, industrie, agriculture). L'utilisation excessive d'engrais pour l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau. Les algues de surface prolifèrent rapidement entraînant une diminution de la luminosité et surtout une consommation importante d'oxygène dissous dans l'eau ; c'est le phénomène d'eutrophisation. L'oxygène n'est alors plus en quantité suffisante pour les organismes supérieurs (Haddou, 2010).

La pollution chimique d'une eau est la plus complexe et peut avoir plusieurs sources ; on distingue deux types, selon la nature du polluant chimique :

a) Les éléments chimiques minéraux

De très nombreux minéraux sont rejetés dans les continentales ou marines par l'industrie et l'agriculture (engrais chimiques). Les composés minéraux et organiques du phosphore et de l'azote constituent les éléments nutritifs les plus importants et sont généralement considérés comme les facteurs principaux de l'eutrophisation (Boucherit et Hakimi, 2016 ; Chibani, 2009).

b) Les éléments chimiques organiques

Les composés organiques peuvent être naturels ou de synthèse. Ils constituent le principal polluant aquatique et il est de multiples sources : agricole, industrielle et humaine. (Boucherit et Hakimi, 2016 ; Chibani, 2009).

3.3.1.2 Risque de la pollution physique

La pollution physique est la modification de divers facteurs de la qualité physique de l'environnement (Graves et Beraned, 2006)

- La chaleur,
- Les éléments solides entraînés par l'eau,
- La radioactivité est potentiellement la plus dangereuse des polluants physiques.

3.3.1.3 Risque de la contamination microbiologique

Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines composent ce que l'on appelle la contamination microbiologique responsables de nombreuses maladies hydriques.

L'ingestion d'eau contaminée peut entraîner une gastro-entérite plus ou moins aiguë, selon le type de micro-organismes en cause et la quantité d'eau consommée. Ces gastro-entérites se caractérisent par des douleurs abdominales, nausées, vomissements, perte de poids, de la fièvre et de la diarrhée (Majdoub, 2004)

Pour de nombreuses maladies hydriques (Kherifi et Bekiri, 2017), les symptômes commencent à se manifester de deux à dix jours après la consommation d'eau contaminée. Le malade peut avoir de la diarrhée, ressentir des crampes d'estomac, des nausées, de la fièvre et se mettre à vomir (Bouziani, 2000).

3.3.1.3.1 Maladies d'origine bactérienne

Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes qui transmettent plusieurs types d'affections dites maladies à transmission hydrique ou maladies des mains sales. La plupart de ces germes pathogènes ont une origine fécale et leur transmission est dite-Du-fécale (Voir tableau 3), (Bouzioni, 2000).

Tableau 3 les principales bactéries pathogènes responsables d'infections bactériennes

Maladie / Références	Agents responsable	Manifestations	Contamination
Fièvre Typhoïde Et Paratyphoïde (Vilagines, 2013).	<i>Salmonella typhi</i>	Fièvre, Céphalées, Diarrhée Douleurs abdominales accompagnées d'un abattement extrême et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : Hémorragies, Intestinales, Collapsus cardiovasculaire, Atteintes hépatiques, respiratoires et neurologiques	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécale
Gastro-entérites / (Masscheie ,1996)	<i>Escherichia coli</i>	Vomissement diarrhée, crampes, et même fièvre nausée et maux de tête	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières Fécale.
Cholera / (Nauciel et Vildej, 2005)	<i>Vibrion cholera</i>	Diarrhée s'accompagne de vomissements et de douleurs épigastriques avec crampes Maculaires	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécale

3.3.1.3.2 Maladies d'origine virale

Les virus sont des micro-organismes infiniment plus petits et plus résistants dans l'eau, ce sont des micro-organismes qui ont un métabolisme spécifique, ils ne peuvent se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Leur présence dans l'eau est liée à une élimination humaine, par les selles, plus rarement par les usines ou les sécrétions nasopharyngées. (Bouziani, 2000). Le tableau 4 résume certains virus responsables de maladies hydriques.

Tableau 4 les principaux virus responsables d'infections virales

Maladie	Agent responsable	manifestations	contamination	Références
Gastroentérites Virales	Rotavirus Virus de	Nausées et vomissements	Voie digestive	

	Norwalk Astrovirus	avec douleurs abdominales, diarrhées et fièvres.		HASLAY et LECLERC, 1993.
Hépatite infectieuse	Virus de L'hépatite	Après une courte phase pré-ictérique, de l'ordre d'une semaine, caractérisée par de la fièvre, myalgies, nausées et vomissements, survient la phase ictérique avec urines brun- doré, sombres, selles décolorées avec coloration jaune de la conjonctive et de la peau.	Voie digestive	Schwartzbr OD, 1991.

3.3.1.3.3 Maladies d'origine parasitaire

En plus des maladies causées par des bactéries et des virus, il existe également des maladies d'origine hydrique causées par des parasites (Bekkouche et *al.*, 2013).

Tableau 5 les principaux parasites responsables d'infections parasitaires

Maladie	Agent responsables	Manifestations	Contaminations	Référence
Gastro-entérite	Cryptosporidium Parvum.	Diarrhée profuse aqueuse avec crampes abdominales modérées, nausée et anorexie.	Voie Digestive	VILAGINES, 2003.

Giardiase	Giardia Lamblia	Crampes abdominales, nausées et diarrhée aqueuse	Ingestion des Kystes	HASLAY et LECLERC, 1993.
-----------	-----------------	--	----------------------	--------------------------

4. Gestion de l'eau

4. 1. La surveillance

Elle se définit comme « l'évaluation et la surveillance continues et vigilantes de santé publique de la sécurité et de l'acceptabilité des approvisionnements publics en eau potable » ; la surveillance de la qualité des eaux souterraines se résume à l'analyse, au contrôle et à la surveillance de certains paramètres à des points clés du réseau d'approvisionnement en eau potable. Le but principal de la surveillance est de vérifier que l'eau distribuée est conforme aux normes d'eau potable. C'est une façon de protéger la santé publique (N'diaye, 2002).

Cette surveillance comprend :

- Un contrôle régulier de la qualité pour vérifier si le traitement et la distribution sont conformes aux objectifs et à la réglementation.
- La surveillance à intervalles spécifiés de tout le réseau de distribution à partir de la source jusqu'aux consommateurs pour assurer la sécurité microbienne. (N'diaye, 2002).

4. 2 Enquêtes sanitaires

C'est une inspection et une évaluation sur place par une personne qualifiée, de toutes les conditions d'installation et pratiques touchant le réseau d'approvisionnement en eau qui pourraient être à l'origine de danger pour la santé du consommateur. Tous les systèmes de distributions doivent être régulièrement inspectés par les spécialistes. Les échantillons doivent y être prélevés notamment aux fins des examens microbiologiques et chimiques. Par ailleurs une enquête sanitaire s'impose pour permettre une interprétation valable des résultats de laboratoire. (OMS Genève, 2004).

4. 3 Normes de la qualité de l'eau

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Globalement, les qualités de l'eau de

boisson doit obéir à des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales (OMS, 1994).

Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (Maiga, 2005).

En Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson qui sont publiées dans Journal Officiel de la république algérienne et qui représentent les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites (voir Annexe) (JORA, 2011).

L'OMS a élaboré des recommandations pour chaque paramètre qui peuvent être ajustées dans chaque pays en fonction des conditions sanitaires et économiques pour répondre aux normes réglementaires nationales (OMS, 1994).

Les réglementations mise en place par le ministère du commerce Algérie pour assurer la protection des eaux permet de concrétiser les quatre mesures suivantes (Québec, 2019)

- Maintenir la qualité existante et conserver les ressources.
- Décontamination de l'état initial.
- Représentation de l'état initial.
- Surveillance des eaux souterraines

**Matériel
et
Méthodes**

Chapitre 2 matériel et méthodes**1. Introduction**

Maacem est une commune appartenant à la daïra de Ammari, wilaya de Tissemsilt, c'est un groupe de villages dont tous les habitants dépendent de l'eau de source pour boire, en raison du manque d'approvisionnement en eau courante dans certains villages et du mécontentement des autres de la qualité de l'eau du robinet à leur disposition, le mauvais goût de celle-ci étant la principale cause,

Les habitants de la commune utilisent l'eau de source comme alternative en raison de sa bonne qualité mais aussi par ce qu'elle est accessible et gratuite.

La région d'Al-Maasim est une région riche en eaux souterraines, car elle compte 83 points d'eau recensés répartis comme suit : 45 puits, 16 sources, 4 réservoirs d'eau (Assemblée populaire municipale, municipalité d'Al-MASim 2023). La plupart de ces points ne sont pas contrôlés par les autorités concernées.

Dans cette étude, nous avons porté une attention particulière à la source de Ain al-Khahail, après avoir observé que les habitants de la région qui utilisent quotidiennement cette eau et ce depuis des années présentaient un noircissement des dents, même chez les enfants.

1. Zone d'étude

La commune d'Al-Maasim est située à l'ouest de la wilaya de Tissemsilt, à 28 km du siège de la wilaya. Elle est bordée par la commune de Larjam et Sidi Al-Antari au nord, au sud par la commune de Sayed Al-Hassani (wilaya de Tiaret), de l'est par la commune de Ammari, et à l'ouest par la commune de Maghila (wilaya de Tiaret), elle occupe une superficie de 5344 hectares avec une population de 6 000 personnes, selon les statistiques de 2022.(Assemblée populaire municipale, municipalité d'Al-Masim 2023)

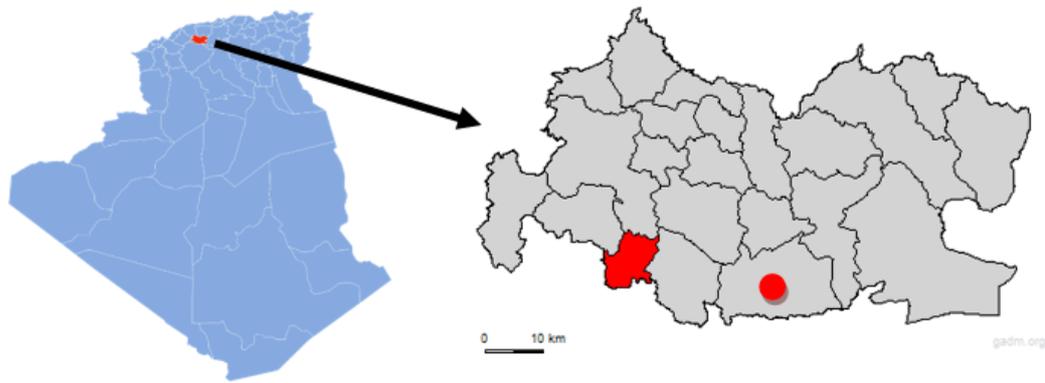


Figure 3 Situation géographique de la région de 'Al-Maasim Tissemsilt.
(Google, 2023)

1.1. Les sources étudiées

Quatre sources sont utilisées quotidiennement par les habitants de la région

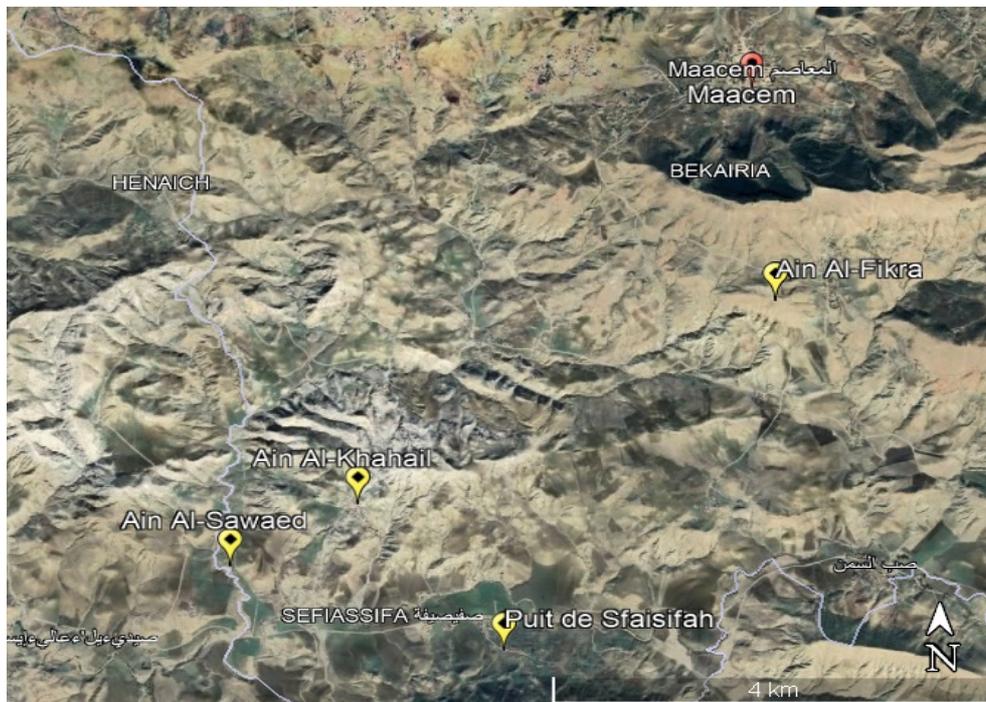


Figure 4 Emplacement des sources étudiées (Google Eath, 2023)

2.2.1 La source est Ain Al-Khahail

La source Ain Al-Kahhail est située à l'ouest du siège de la municipalité d'Al-Maasim à une distance de 5,8 km. Au rond-point d'Al-Khahail, cette source a été préparée par les villageois, et elle n'est pas soumise à la supervision et elle n'est pas traitée.

Les coordonnées de la source GPS sont : Latitude : 35.617902; Longitude : 1.513901



Figure 5 la source de Ain Al-Khahail (photo originale)

2.2.2 La source est Ain Al-Sawaed

La source d'Ain Al-Sawaed est située à l'ouest du siège de la municipalité, d'Al-Maasim à une distance de 7,1 km près de Wadi Raho. À Dewar Al-Sawaed, cette source a été préparée par la municipalité d'Al-Maasim, mais elle n'est pas soumise à la censure.

Les coordonnées de la source GPS sont : Latitude : 35,611907 ; Longitude : 1.501196



Figure 6 la source de Ain Al-Sawaed

2.2.3 La source d'Ain Al-Fikra

La source d'Ain Al-Fikra est située au sud du siège de la municipalité d'Al-Maasim, à une distance de 6,9 km. A Douar al-Khaddam, cette source a été préparée par la municipalité, mais elle n'est pas soumise à la censure, elle n'est pas traitée.

Les coordonnées de la source GPS sont : Latitude 35.598377 ; Longitude 1.555527



Figure 7 la source de d'Ain Al-Fikra

2.2.4 Le puit de Sfaisifah

Le puit est situé au sud du siège de la municipalité d'Al-Maasim, à une distance de 6,6 km. Au rond-point de Sfaisifah, cette source a été préparée par la municipalité d'Al-Maasim mais elle n'est pas soumise à la censure et n'est pas traitée.

Les coordonnées de la source GPS sont : Latitude : 35.603813 ; Longitude 1.528476



Figure 8 la source de le puit de Sfaisifah

2. Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail consiste à étudier les différents paramètres physicochimiques et microbiologiques des 4 sources les plus utilisées par les citoyens dans la région de Maasem. Ce travail a été réalisé dans le laboratoire de L'ADE de Tissemsilt entre le 19 et le 29 mars 2023

2.1. Prélèvement des échantillons

Le choix des points (sources) de prélèvement permet d'obtenir une image d'ensemble de la qualité de l'eau de la région. Appliquer de bonnes pratiques d'échantillonnage, car ce dernier est l'une des étapes les plus importantes de l'évaluation de la qualité de l'eau. L'échantillonnage doit être fait avec soin pour éviter toute modification ou contamination de l'eau à analyser.

Dans les limites de notre étude, nous avons prélevé un total de 12 échantillons provenant des quatre sources mentionnées ci-dessus, 4 échantillons pour analyse physicochimique et 8 autres échantillons pour analyse bactériologique.

Pour les analyses physico-chimiques les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en plastique, identifiés (nom de la source et date de prélèvement) et placés dans une glacière, L'analyse se fait dans les 24 heures.

Pour les analyses bactériologiques nous avons utilisé des flacons en verre stériles de 100 ml. Deux échantillons ont été prélevés pour chacune des quatre sources en suivant les étapes décrites par Rodier et al., (2009). Là aussi les indications nécessaires à l'identification du prélèvement ont été notées (nom de la source, la date et l'heure du prélèvement et la température de l'eau...)

Les échantillons sont transportés au laboratoire dans une glacière le plus rapidement possible (de préférence dans les 8h), afin d'éviter l'altération des eaux transportées.

2.2. Les analyses physicochimiques

Les techniques d'analyses décrites plus bas sont celles utilisés par l'ADE de Tissemsilt.

3.2 .1 Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité de l'eau peut utiliser l'effet Tyndall ou la méthode d'opacité. L'effet Tyndall est plus spécifiquement utilisé pour mesurer les faibles Turbidité (eau potable), la méthode d'opacité convient aux eaux à forte turbidité (eau matières premières, eaux usées) (Rodier et al., 2009). Pour mesurer la turbidité on utilise un Turbidimètre, l'instrument fait briller un faisceau de lumière à travers l'échantillon d'eau, puis Mesure la quantité de lumière traversant l'eau par rapport à la quantité de lumière traversant l'eau Réfléchi par les particules dans l'eau. Les valeurs de turbidité sont obtenues directement par NTU (unités de turbidité néphélométrique) (Ladjel, 2009).

La turbidimétrie est réalisée en laboratoire par des méthodes spectroscopiques.

(Kerifi et Achi, 2016)

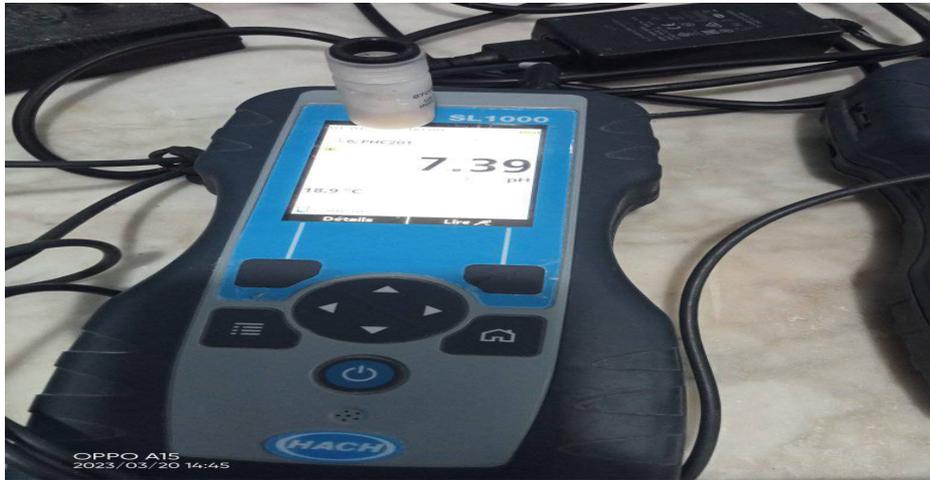


Figure 9 Turbidimètre HACH TL2300

3.2 .2 Mesure de Le pH :

Le pH est également un facteur important qui doit être mesuré sur place. Ce facteur est influencé par la dissolution du dioxyde de carbone. (Rodier et al., 2009). Un pH-mètre doit être utilisé sur site ou via Colorimétrie (DeVillersi et Squilbin, 2005).

Mode opératoire

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser .
- Tremper l'électrode dans le becher .
- Laisser stabiliser un moment .
- Puis noter le pH .

3.2 .4 Mesure de la Conductivité électriques (CE)

La conductivité électrique (mesurée en micro-Siemens par centimètre) de l'eau donne une indication sur la minéralisation globale de cette eau. Plus l'eau est minéralisée plus il y a d'ions et par conséquent plus le passage du courant sera important et la conductivité élevée La conductivité d'une eau devant servir à la consommation humaine ne doit pas dépasser 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25 °C selon la norme algérienne.

Il est souhaitable de la mesurer sur site car ce facteur tous comme le pH peut être éventuellement modifié par la dissolution du gaz carbonique. La CE est mesurée à l'aide d'un conductimètre et le résultat est exprimé en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

3.2 .5 Mesure de la salinité

La salinité est la masse de sel dissous par litre d'eau, exprimée en grammes par litre. Le sel qui prédomine est le chlorure de sodium, auquel s'ajoutent une soixantaine d'autres sels. Le mode opératoire reste le même que celui de la Conductivité électrique (CE) et le résultat est obtenu directement en mg/l.



Figure 10 Conductivité mètre HACH HQ14d

3.2 .6 Calcium et magnésium

Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à pH entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence du Murexide, l'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions calcium libres puis avec les ions calcium combinés avec l'indicateur coloré qui vire alors de la couleur rouge au violet.

Pour le Ca⁺

Murexide (indicateur coloré) on observe l'apparition de la couleur rose. On titre avec la solution d'EDTA 1/50 N (voire plus bas) jusqu'au virage violet, on note le volume (V1) de l'EDTA

Pour le Mg⁺²

Prendre 50 ml d'eau à laquelle on ajoute 2 ml de NH₄OH à pH = 10,1 et quelque goutte du noir eriochrome. Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage bleu, on note (V2) le volume d'EDTA utilisé (ADE, 2023).

Les concentrations sont calculées à partir des formules suivantes :

- $\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = V1 * F * 8,016.$
- $\text{Mg}^{2+}(\text{mg/l}) = (V2-V1) * F * 4,86$

3.2 .7 Chlorure

Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement .Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

Mode opératoire

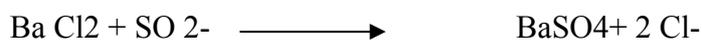
Prendre 5ml d'eau à analyser, ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre) , Titrer avec l' AgNO_3 à 0.01N jusqu'à coloration brun rougeâtre. Les concentrations sont calculées à partir des formules suivantes :

- $[\text{Cl}^-] = V_{\text{AgNO}_3} * 71 * F \text{ (mg/l)}$

3.2 .8 Sulfate

Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de BaCl_2 .



Mode opératoire

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée, Ajouter 5 ml de la solution stabilisante, Ajouter 2 ml de chlorure de baryum, Agiter énergiquement pendant 1 mn , Passer au spectrophotomètre = 420 nm.



Figure 11 Spectrophotomètre HACH DR6000

3.2.9 Nitrates

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Mode opératoire :

Prendre 10ml de l'échantillon à analyser. Ajouter 2 à 3 gouttes de Na OH à 30%. Ajouter 1ml de salicylate de sodium. Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C. (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir. Reprendre le résidu avec 2ml. H₂SO₄ laisser reposer 10mn. Ajouter 15ml d'eau distillée. Ajouter 15ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415nm.

3.2.10 Sodium potassium

Mode opératoire

Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette du spectrophotomètre à flamme de marque (JENWAY). Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à ce que la couleur devienne bleue violacée. Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".

Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes. Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na⁺ ou du K⁺ à 10 mg/l.

Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE"

Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de "Na+" ou de "K+" à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).

Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de "Na+" ou de "K+" à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).

Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.

A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran soit stable (3 essais pour chaque échantillon).

A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l



Figure 12 Photomètre de flamme JENWAY PFP7

3.2.11 Nitrites :

Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser, Ajouter 1 ml du réactif mixte , Attendre 10mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂

Effectuer la lecture à 543 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

3.2 .12 Phosphates :

Principe :

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser, Ajouter 1 ml acide ascorbique, Ajouter 2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue. Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

3.2 .13 Ammonium

Principe

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Mode opératoire

Prendre 40 ml d'eau à analyser, Ajouter 4 ml du réactif I , Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h. 30 . L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄⁺ , Effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

3.2.14. Dosage du fer (Fe²⁺)

Verser 50 ml d'eau à analyser dans une fiole de 100 ml au quel on ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et 2 ml de tampon acétate puis 2 ml de la solution 1,10 de phénantroline. Conserver le mélange à l'obscurité pendant 15 min. Ensuite passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 510 nm.

Cette solution est stable pendant une semaine si elle est conservée dans un flacon teinté et au réfrigérateur.

L'analyse bactériologique**3.2 .15 Coliformes totaux et fécaux****Méthode**

- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
- Laisser refroidir Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie).

La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration

- Agiter soigneusement le flacon a analysé.
- Verser stérilement 100ml d'eau
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose Endo) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air.
- Incuber à 37°C les boîtes pétries pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux, le couvercle vers le bas.
- La lecture se fait après 24h d'incubation. Toutes les colonnes suspectes lactose positif sont comptées puis repiquer sur le milieu TSI pour confirmer.
- L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz caractère principale des coliformes.

Expression des résultats

Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml



Figure 13 Rampe de filtration

3.2.15 Streptocoques fécaux

Matériel

- Rampe filtrante
- Pompe à vide
- Flacon aspirateur
- Boite pétri
- Membrane filtrante (pore 0.45um)
- Pince
- Bec benzène gélose Slanetz + TTC (chlorure de triphénil2.3.5-tetrazolium)

Méthode

- Placer le filtre sur la membrane
- Déverser dans l'entonnoir graduer (placer sur la rompe) 100ml d'eau à analyser
- Mettre en marche la pompe à vide pour vider l'eau
- Retirer le filtre et les disposer dans la boite pétrie

Après filtration, les membranes sont déposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48h.

Les colonies roses à marrons avec un diamètre de 0.5mm à 2mm seraient celles des streptocoques fécaux. Toutes ces colonies sont comptées puis consignées sur un registre

Expression des résultats

Les résultats sont donnés en nombre de germe par 100ml.

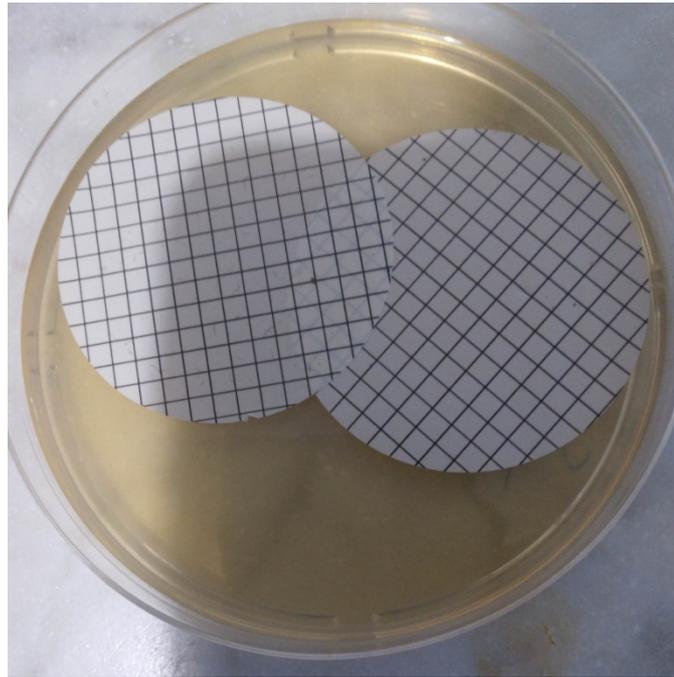


Figure 14 Récupération du filtre et mise en boîte de pétri

Résultats et Discussion

3. Résultats et Discussion

Les eaux souterraines ont toujours été considérées comme des eaux propres à la consommation. Dans le but d'évaluer la qualité des eaux souterraines de la région de Maacem, quatre sources d'eau souterraine ont été contrôlées.

Les résultats des différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques obtenus sont présentés sous forme de graphe et de tableau, et sont comparés avec les normes Algériennes de la qualité des eaux destinées à la consommation et les eaux souterraines (JORA, 2011 ; 2014 ; 2017).

3.1. Les paramètres physico-chimiques

3.1.1. Le pH

Les valeurs du pH mesurées dans la région de Maacem varient d'une valeur minimale de 7.39 dans le puit de Sfaïfah et une valeur maximale de 7,6 dans la source de Ain Al-Kahhail. Les sources de Ain Al-Sawaed et de Ain Al-Fikra ont un pH de 7,4. (Figure N 15) Ces valeurs se situent dans la fourchette fixée par l'OMS pour l'eau potable, soit ($6,5 < \text{pH} < 9$) ainsi que celle de la réglementation algérienne qui considère comme acceptables des valeurs de pH comprises entre 6,5 et 8,5 (JORA, 2011 ; OMS, 1994).

L'acidité d'une eau résulte de la présence de dioxyde de carbone dissous (CO_2 libre) et/ou d'acides forts libres. La mesure du pH de l'eau permet de savoir si celle-ci contient ou non des acides forts libres ou si elle ne contient que du dioxyde de carbone dissous, qui est toujours présent dans les eaux naturelles. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, les valeurs du pH dans les eaux naturelles, considérées de bonne qualité et propre à la consommation, se situent entre 6 et 8,5 (Rodier et al., 2009 ; Chapman, 1996).

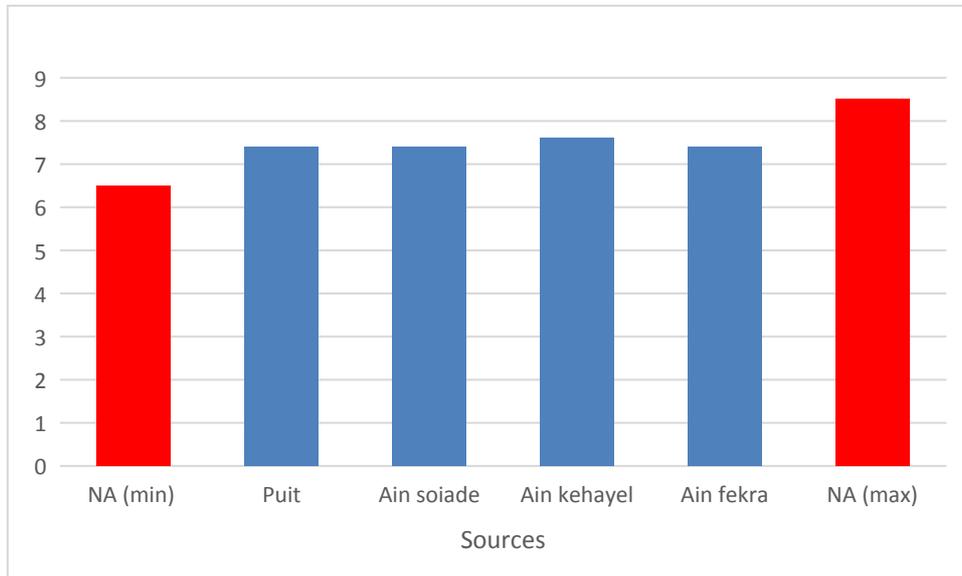


Figure 15 Comparaison des valeurs du pH des sources d'eau étudiées avec la norme algérienne (NA : Norme Algérienne)

3.1.2. La Conductivité électrique

La conductivité électrique dans la source d'Ain Al-Sawaed est de 2240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et celle de Ain Al-Kahhail, d'Ain Al-Fikra et dans le puit de Sfaïfah est de 1865 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1054 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et de 1526 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivement (Figure N 16).

Ces valeurs sont inférieures à la norme Algérienne de l'eau potable qui est de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (JORA, 2011). Elles indiquent aussi que ces eaux sont fortement minéralisées, car leurs valeurs dépassent 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Rodier, 2009).

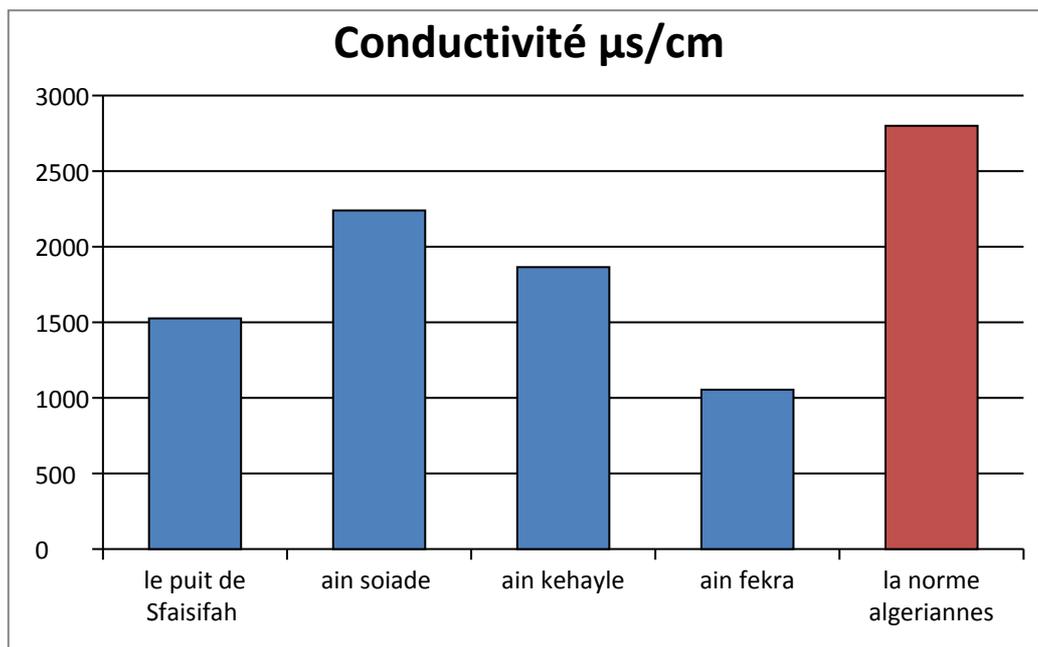


Figure 16 Valeur de conductivité dans les sources d'eau étudiées

3.1.3. La turbidité

Les valeurs de la turbidité dans les sources étudiées varient entre 0.15 NUT et 1.71 NUT. Elles restent inférieures à la valeur limite recommandée par les normes de qualité (5 NTU)

La turbidité d'une eau peut être causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu...) ou d'autres matières microscopiques (**Rodier et al., 2005 ; Hade, 2007**).

La turbidité dans le puit de Sfaisifah est élevée par rapport aux autres sources, cela peut être dû aux moyens utilisés par la population (cordes, seaux), qui se salissent généralement après la première utilisation, mais aussi au fait que le puit reste ouvert, il peut donc être facilement contaminé.

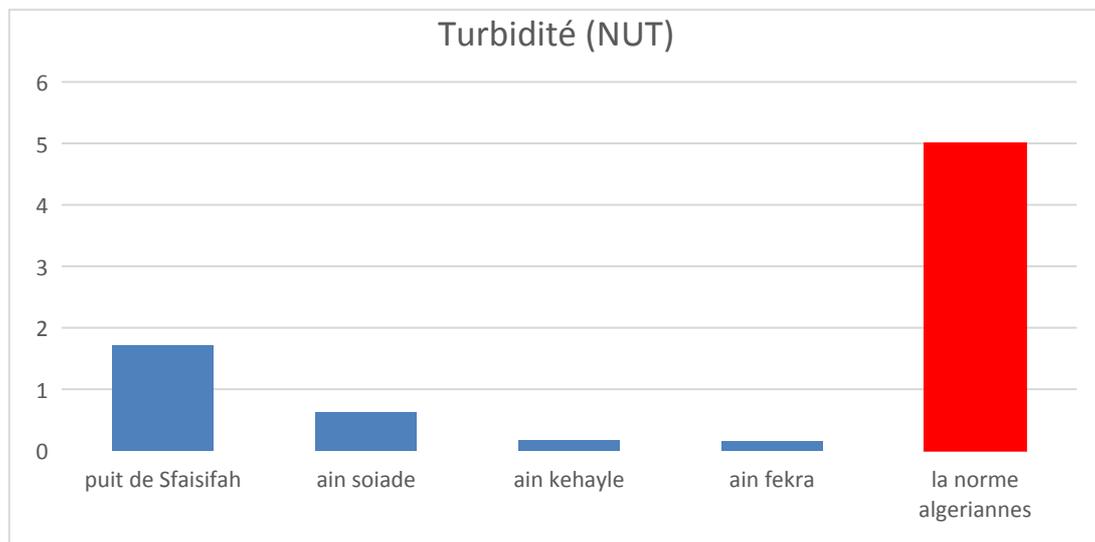


Figure 17 Valeur de turbidité dans les sources d'eau étudiées

3.1.4. TDS (Solides totaux dissous) et salinité

Dans le JORA, 2014, Il n'y a pas de valeurs indicatives pour les TDS, Les valeurs des solides dissous pour les quatre sources varient entre 520 mg/l et 1136 mg/l (Figure N18),

Le total des solides dissous (TDS) est le terme utilisé pour décrire les sels inorganiques et les petites quantités de matière organique présentes en solution dans l'eau. Les

principaux constituants sont généralement des cations calcium, magnésium, sodium et potassium et des anions carbonate, hydrogénocarbonate, chlorure, sulfate et nitrate. La présence de solides dissous dans l'eau peut affecter son goût. La qualité gustative de l'eau minéralisée peut être classée en fonction des valeurs de solides dissous (WHO, 2003) (Tableau N 6).

La source de Ain Al-Fikra avec une valeur de 520 mg/l, est considérée comme ayant un bon goût, le puits de Sfaïfah avec 762 mg/l quant à lui est considéré d'un goût passable, Ain Al-Kahali et de Ain Al-Sawaed qui ont les valeurs les plus élevées, 938 mg/l et 1136 mg/l, respectivement sont considérés de faible qualité.

Les valeurs trouvées de la salinité pour tous les échantillons sont inférieures à 0.6 mg/l. La salinité de la source de Ain Al-Sawaed est la plus élevée comparée aux autres sources étudiées ce qui confirme les valeurs de la conductivité électrique trouvées précédemment et celle des TDS.

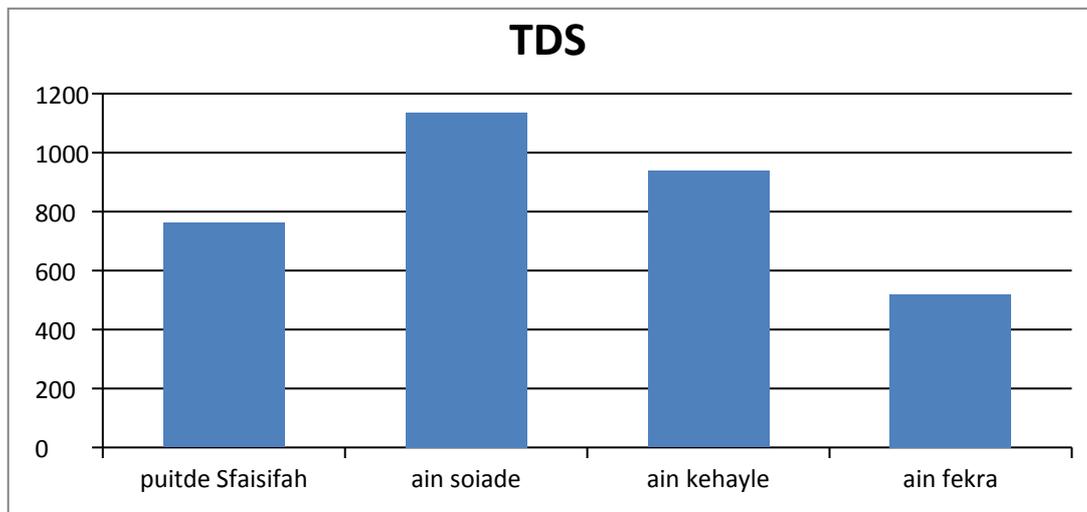


Figure 18 Valeur de TDS dans les sources d'eau étudiées.

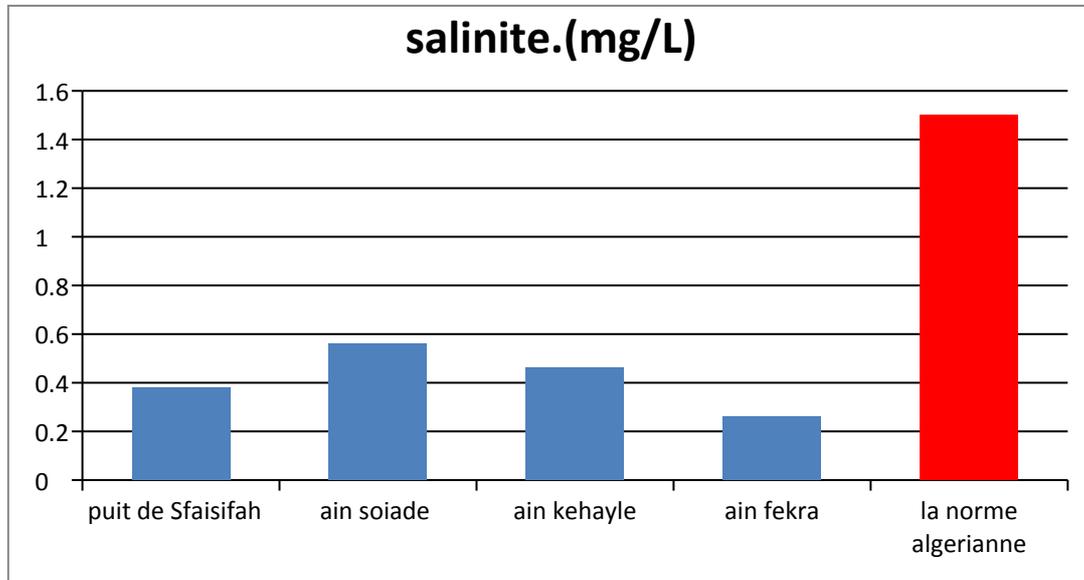


Figure 19 Valeur de la salinité dans les sources d'eau étudiées

Tableau 6 Qualité gustative de l'eau minéralisée en fonction du niveau de TDS (WHO, 2003)

Niveau de TDS (mg/l)	Evaluation
Moins de 300	excellent
300-600	bien
600-900	passable
900-1200	faible
Plus de 1200	inacceptable

3.1.5. Les nitrites (NO_2^-)

Les résultats des analyses montrent que les sources de Ain soiade, ain kehayle et ain fekra ne contenaient pas de nitrites (0.00 mg/l), contrairement au puits de Sfaisifah où la concentration était de 0.007 mg/l, largement inférieure à la norme algérienne qui est de 0,2 mg/l. (JORA ,2014).

Selon Rodier et *al.*, (2009) en l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux. Les nitrites étant des indicateurs de la pollution, ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante. Des valeurs élevées indiquent souvent une détérioration de la qualité microbiologique de l'eau. (Bouziani, 2000 ; Savary, 2010).

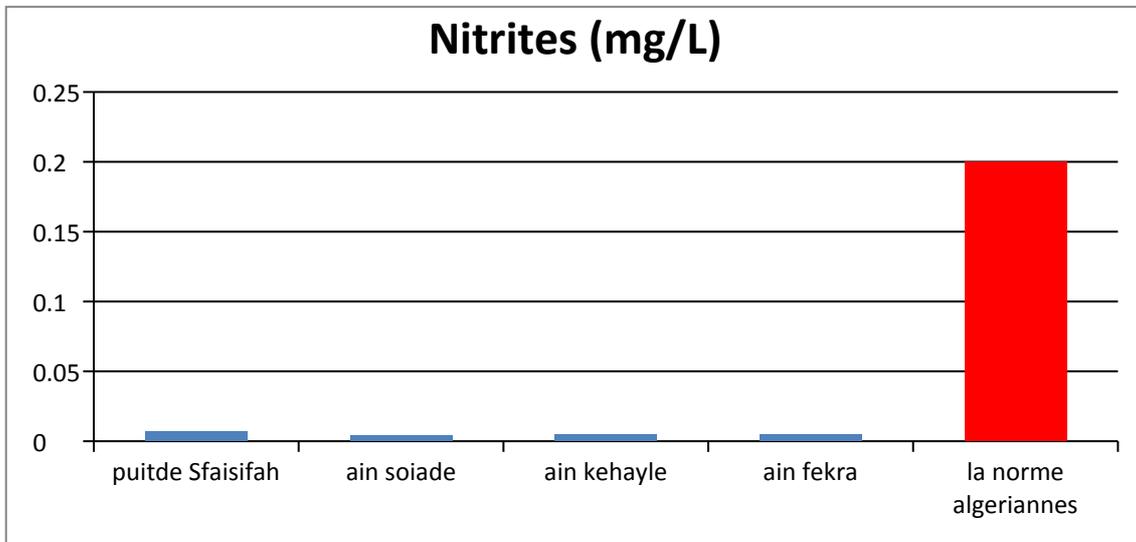


Figure 20 Valeur de nitrites dans les sources d'eau étudiées

3.1.6. Nitrates

Les niveaux de nitrates dans l'eau des sources sont considérés comme idéaux par rapport à la norme internationale et algérienne qui est de 50 mg/l, elles varient de 0,68 mg /l qui est la valeur la plus faible mesurée dans le puit de Sfaisifah et de 23,83 mg/l la valeur la plus élevée mesurée à Ain Al Fikrah.

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux ; il peut varier de 1 à 15 mg/L (Rodier et *al.*, 2009).

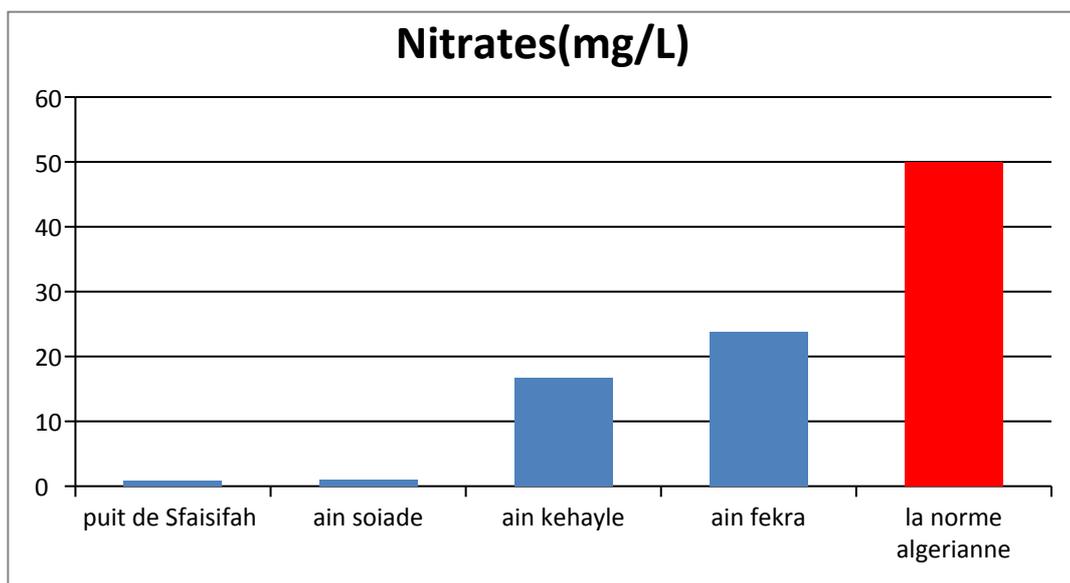


Figure 21 Valeur de nitrates dans les sources d'eau étudiée.

3.1.7. Ammonium (NH₄⁺)

Les concentrations d'ammonium dans les sources d'eau sont représentées dans la Figure N°22, les concentrations de NH₄⁺ ne dépassent pas 0.01mg/l, ces valeurs sont inférieures à la norme Algérienne qui est de 0,5 mg/l (JORA, 2014).

L'ammonium (NH₄⁺) constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole (Benaabidate ,2000).

Ce cation est souvent rencontré dans les eaux et il résulte de la dégradation incomplète des matières organiques (Rodier et al., 2009)

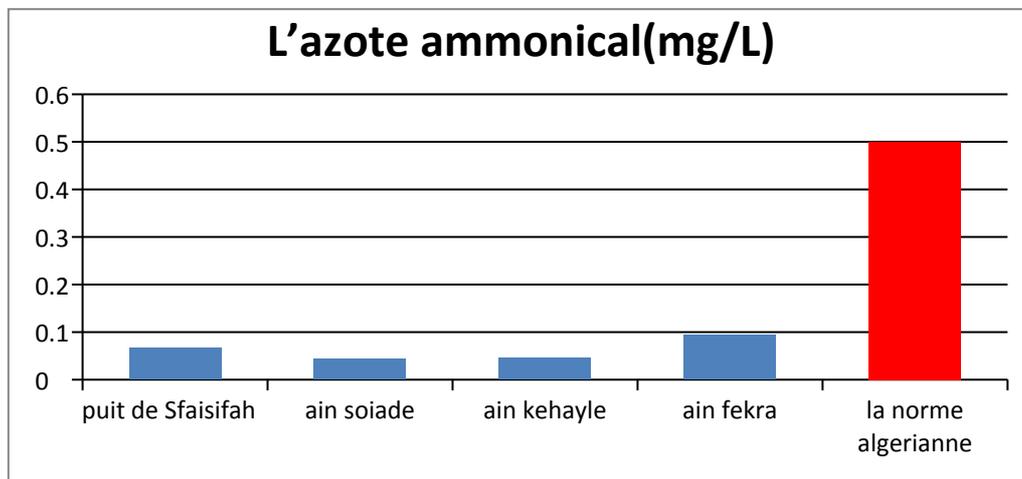


Figure 22 Valeur de l'azote ammoniacal dans les sources d'eau étudiées

3.1.8. Phosphate (PO₄⁻)

Les valeurs de phosphate des quatre sources sont illustrées dans la figure N°03 elles varient entre 0.004 mg/l et 0.007 mg/l et sont donc largement inférieures à la norme nationale de 0.5 mg/l.

La présence naturelle des phosphates dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. (Rodier et al., 2009).

Le phosphate dans l'eau peut provenir du lessivage des engrais phosphatés et de la dégradation de la matière organique. (Rodier et al., 2009). Des teneurs supérieures à 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Dans les zones phosphatières, la plupart des eaux contiennent des quantités quelquefois importantes de phosphates, souvent associés à des fluorures.

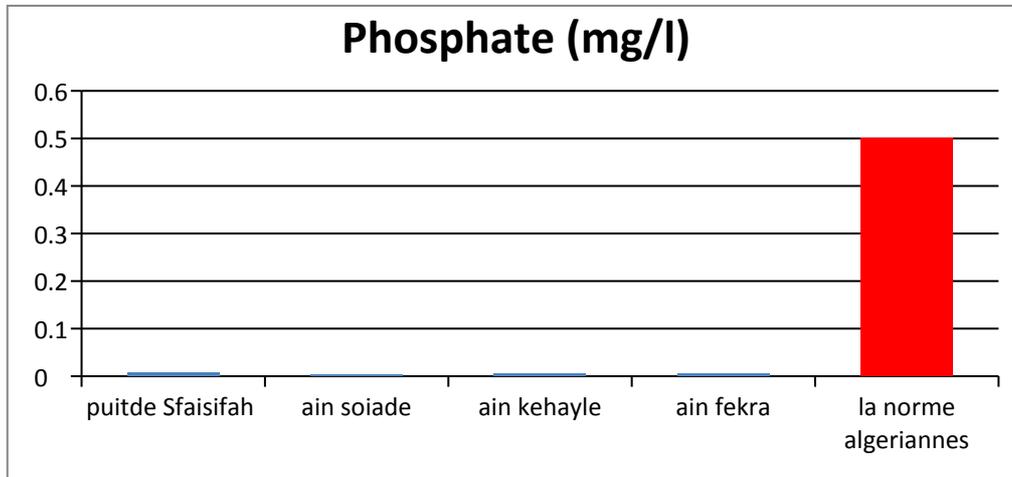


Figure 23 Valeur de phosphate dans les sources d'eau étudiées

3.1.9. Bicarbonates (HCO_3^-)

Les valeurs de bicarbonate (HCO_3^-) enregistrées sont inférieures à la norme (500 mg/l) (figure N°24) avec une valeur maximale de 427 mg/l rencontrée dans le puit de Sfaisifah et une valeur minimale de 5,49 mg/l dans la source de Ain kehayle.

Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/l et elle est fortement liée à la saison et la pluviométrie. (Rodier et *al.*, 2009)

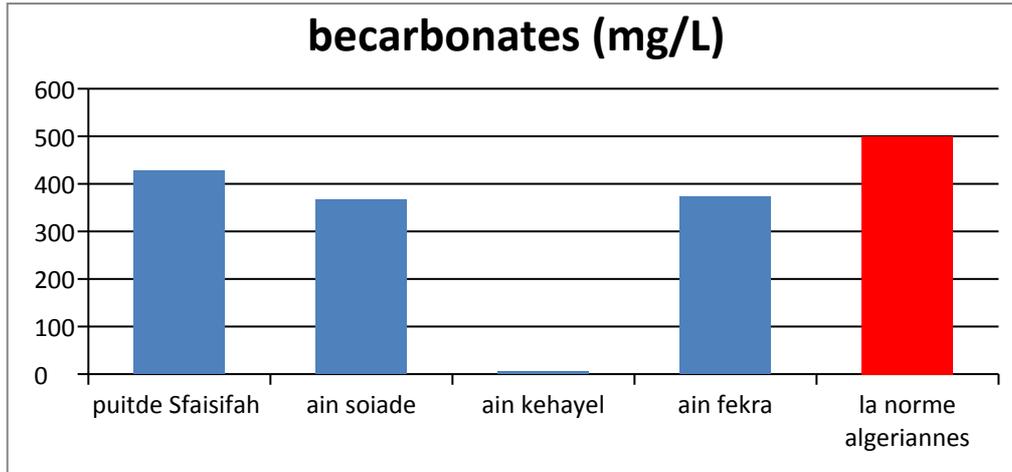


Figure 24 Valeur de bicarbonate dans les sources d'eau étudiées

3.1.10. Chlorure (Cl^-)

Les résultats montrent que les teneurs en chlorure dans les sources étudiées (figure N°25) varient entre 127,8 mg/l à ain fekra et 184.6 mg/l à Ain soiade, ces valeurs sont largement inférieures à la valeur maximale autorisée dans l'eau potable qui est de l'ordre de 500 mg/l. (JORA 2014).

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Rodier et *al.* (2009).

L'inconvénient majeur des chlorures, est la saveur désagréable, qu'elles communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l. (Andrews et al., 2009). En plus des eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Humbert et Pommier, 1988 in Tarik, 2005).

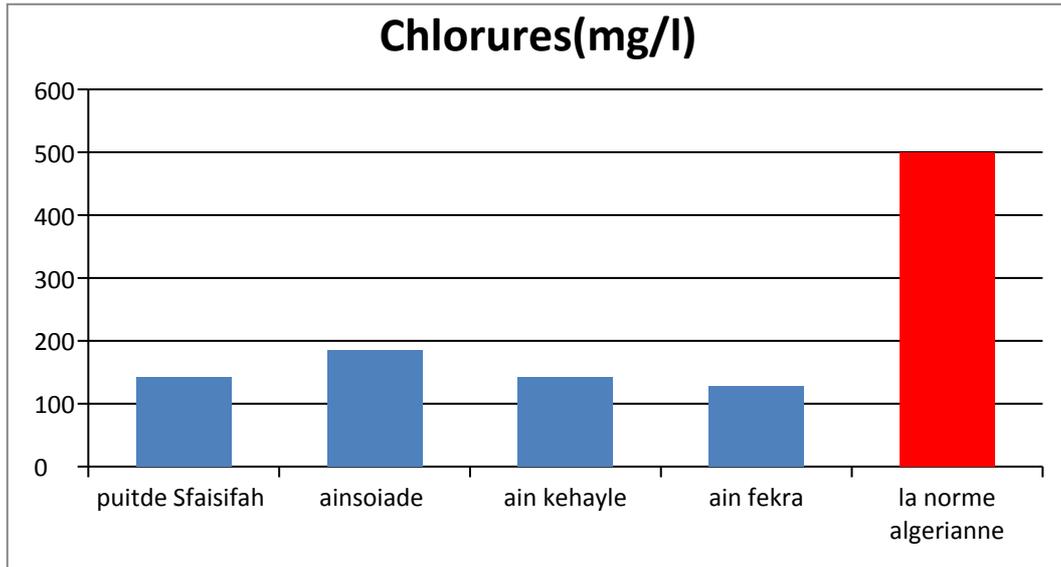


Figure 25 Valeur de chlorures dans les sources d'eau étudiées

3.1.11. Calcium (Ca²⁺)

Les concentrations en calcium des sources étudiées (figureN°26) ne dépassent pas 176,35 mg/l, elles sont donc inférieure aux normes algériennes des eaux destinées à l'alimentation qui est 200 mg/l. (JORA 2014).

Le calcium est généralement un élément majeur de l'eau potable, et sa teneur est très variable selon la nature des terrains traversés (Rodier *et al*, 2009). Son abondance géologique et sa solubilité élevée font que leur teneur en eau peut être très élevée (Tir *et al*, 2017). Le calcium est retrouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau (Queneau et Hubert, 2009)

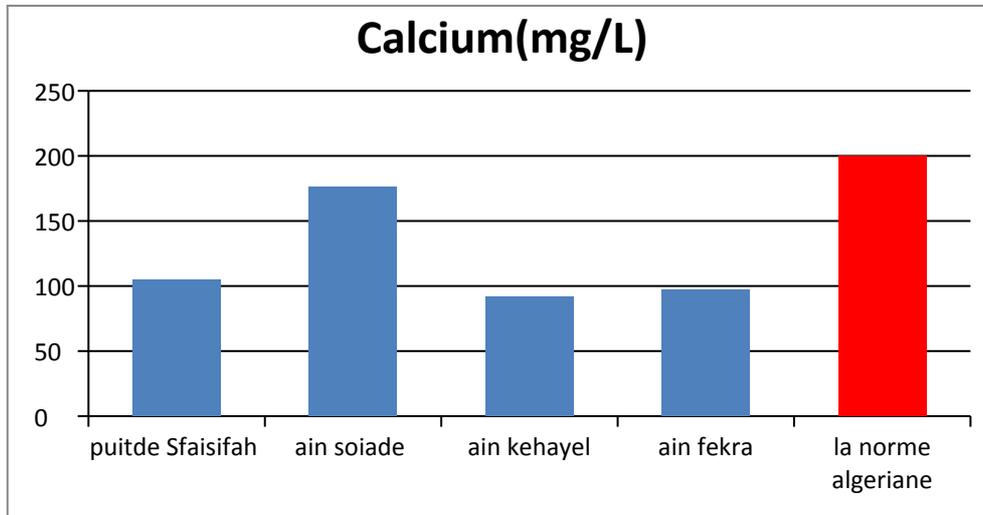


Figure 26 Valeur de calcium dans les sources d'eau étudiées

3.1.12. Magnésium (Mg^{2+})

Les teneurs en magnésium des quatre sources varient de 44,22 mg/l à 80,67 mg/l .ces valeurs répondent à la norme algérienne qui est de 150 mg /l .

Le magnésium tous comme le calcium est un facteur de la dureté de l'eau et sa teneur dépend des terrains traversés, il donne un goût désagréable à l'eau. (Rodier et al., 2009).

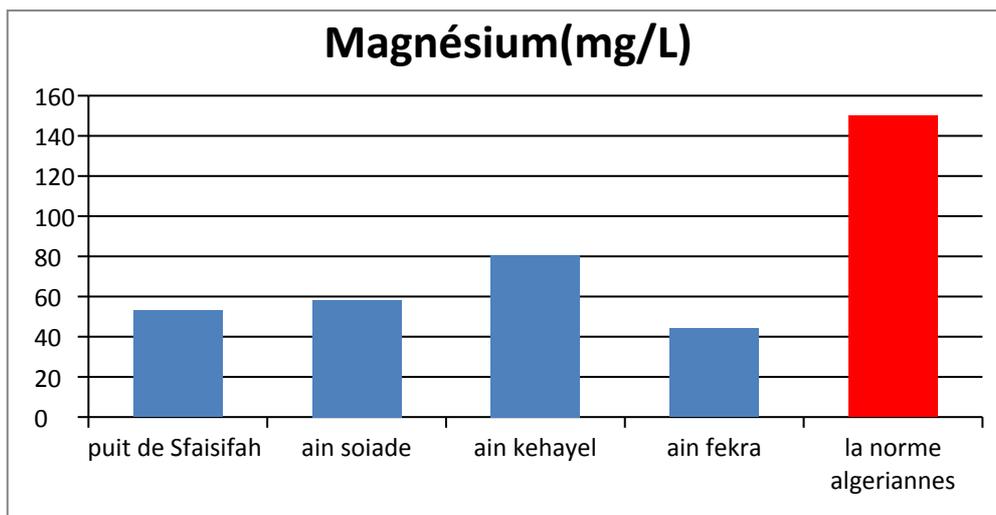


Figure 27 Valeur de Magnésium dans les sources d'eau étudiées.

3.1.13. Le fer (Fe^{2+})

Les résultats trouvés dans les sources étudiées révèlent des valeurs nettement inférieures à la valeur maximale du fer dissous dans les eaux souterraines indiquée dans le JORA qui est de 0,3 mg/l. (JORA 2011). Cette dernière représente aussi la valeur guide recommandée par L'OMS (Rodier et al., 2009).

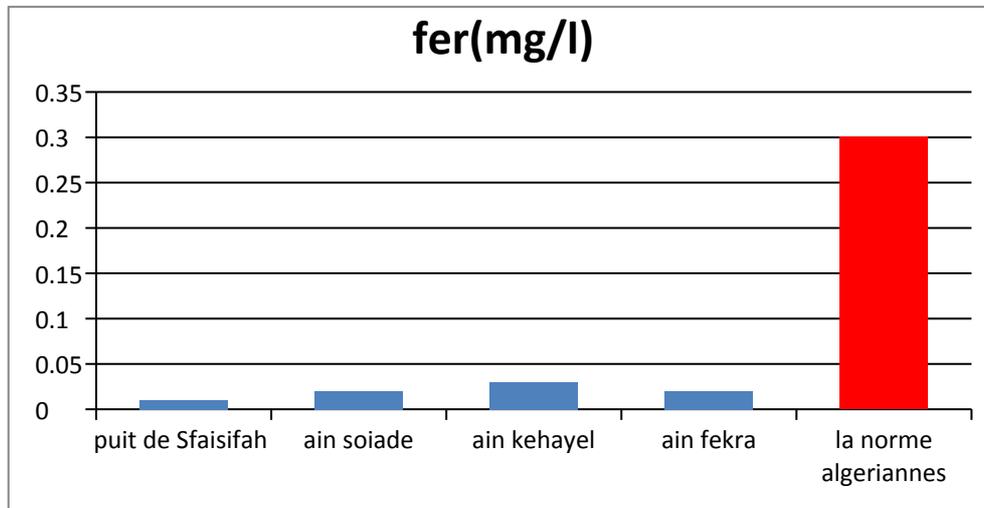


Figure 28 Valeur de fer dans les sources d'eau étudiées.

3.1.14. Le sodium (Na^+) et le potassium (K^+)

Les graphes ci-dessous montre que les valeurs de sodium (figure n°28) et de potassium (figure n°29) mesurées dans les quatre sources, Les valeurs de potassium enregistrées dans les quatre sources (entre 3.2 mg/l et 5.3 mg/l) sont largement inférieurs à la norme des eaux de consommation qui est de 12 mg/l (JORA, 2014). En ce qui concerne le sodium, on observe que les concentrations sont inférieures à la norme Algérienne (200 mg/l), sauf pour la source de Ain soiade ou on a enregistré une valeur de 220 mg/l légèrement supérieure à la norme.

Le sodium est un élément constant de l'eau, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L ou plus (Rodier et *al.*, 2009).

Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. (Mercier, 2000). Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 5 à 10 mg/l (Rodier et *al.*, 2009).

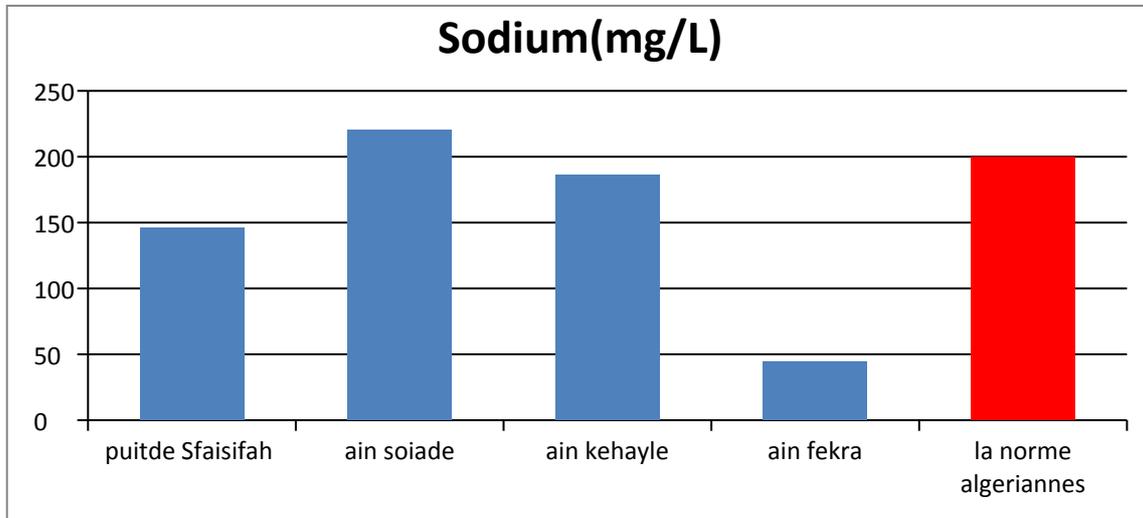


Figure 29 Valeur de sodium dans les sources d'eau étudiées

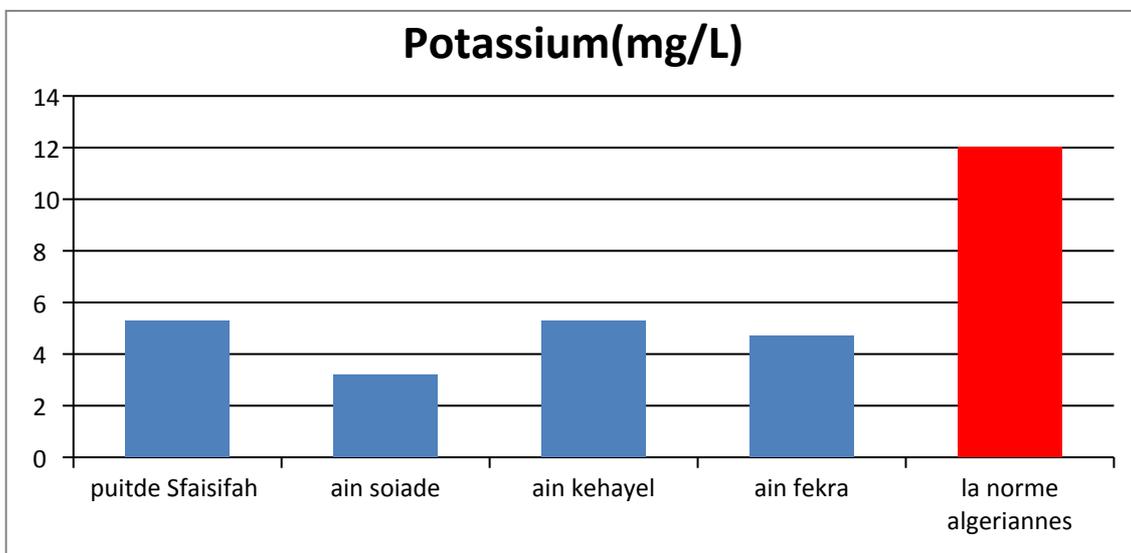


Figure 30 Valeur de potassium dans les sources d'eau étudiées.

3.1.15. Sulfate (SO₄⁻) :

Le sulfate est la forme la plus courante de soufre dissous l'eau naturelle à essentiellement deux sources : la géochimie et l'atmosphère (Deliste et Schmidt, 1977). Les teneurs en sulfate montrent des variations remarquables avec une valeur minimale de 152,88mg/l enregistrée à Ain fekra et une valeur maximale de 297,98 mg/l au niveau de la source de Ain kehayel. Ces résultats sont conformes à la norme algérienne qui est de 400 mg/l (JORA, 2011).

Les sulfates dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse ou apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. Les valeurs élevées de

sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux chez certaines personnes, (Bouziani, 2000).

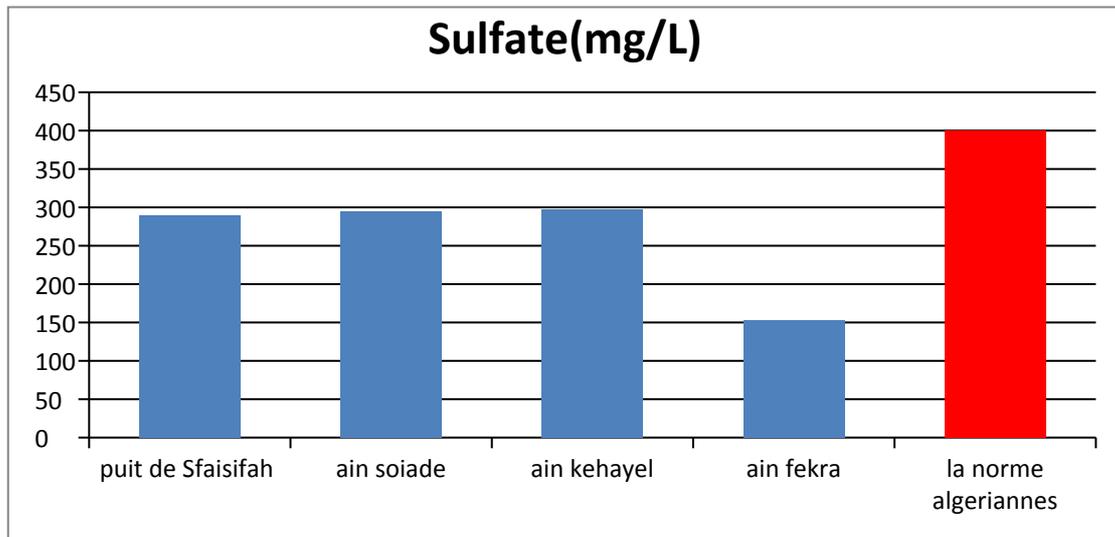


Figure 31 Valeur de sulfate dans les sources d'eau étudiées

3.1.16. Matière oxydable (MO) :

Les teneurs en matière oxydable dans les quatre sources sont inférieures à la norme algérienne (5 mg/l d'oxygène). Les valeurs trouvées sont dans l'ordre croissant 1 mg/l Ain fekra, 1.3 mg/l au niveau du puits de Sfaisifah et 1.4 mg/l dans la source de Ain soiade et Ain kehayle (figure N°32).

La mesure de l'indice de l'oxydabilité au permanganate correspond à une mesure conventionnelle pour évaluer la contamination d'un échantillon d'eau faiblement chargé en matière organique, les eaux souterraines ont généralement une faible oxydabilité de quelques mg/l d'O₂. (Rodier et al., 2009)

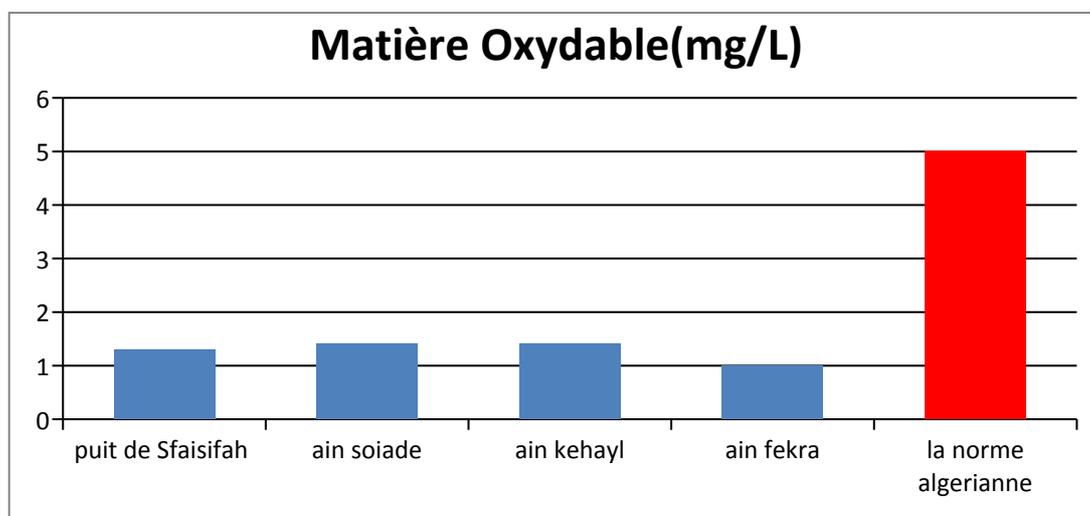


Figure 32 Valeur de matière oxydable dans les sources d'eau étudiées.

3.2. Les paramètres bactériologique :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Notre étude est effectuée sur les germes suivant : les Coliformes totaux, les Streptocoques fécaux (Ayad, 2016)

Les résultats des analyses bactériologiques des quatre sources étudiées sont représentés dans le tableau (N°08), leur interprétation est faite par comparaison avec les normes algériennes citées dans le JORA (2014 et 2017).

Tableau 8 Valeurs mesurées des différents paramètres bactériologiques des sites étudiés

Les sources	Puits de Sfaisifah	Ain soiade	Ain kehayle	Ain fekra	Norme Eaux minérales naturelles et eaux de source (JORA, 2017)	Valeurs limites eau de consommation humaine (JORA, 2014)
Coliformes totaux à 37°C (ufc/100 ml)	04	01	07	00	Absence dans 250 ml	00
coliformes fécaux (<i>E.coli</i>) (ufc/100ml)	00	00	00	00	Absence dans 250 ml	00
Streptocoques fécaux à 37°C (ufc/100ml)	00	01	00	00	Absence dans 250 ml	00

3.2.1 Coliformes totaux (C T) :

D'après le tableau, trois des quatre sources contrôlées, à savoir Ain soïade, le puit de Sfaïfah et Ain kehayle, renferment des coliformes totaux dans leurs eaux dont les valeurs varient entre 01 ufc/100ml et 07 ufc/100ml. Ces résultats sont inacceptable comparé aux normes algérienne en vigueur (annexe N°3).

Suivant les réglementations algérienne et européenne, une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux et fécaux dans 100 ml. (Rodier et al., 2009 ; JORA 2014).

Cette contamination peut être causée par les rejets domestiques, par l'existence des puits à proximité des fosses septiques et d'une infiltration d'eau de surface dans les puits (Ayad and kahoul, 2016).

Ce groupe hétérogène de coliforme appartient à la famille des entérobactéries et comprend plusieurs genres bactériens qui représentent la flore intestinale normale. Cependant, la plupart des espèces se retrouvent aussi naturellement dans le sol, végétation et aussi dans l'eau. De ce fait, cette analyse n'est pas considérée comme un indicateur de contamination fécale ou de risque sanitaire. La présence de coliformes totaux dans les eaux souterraines peut avoir plusieurs significations dont la croissance bactérienne et une déficience ou une absence de traitement (Williams *et al.* 2004).

3.2.2. Coliformes fécaux (*E. coli*)

La présence des coliformes thermotolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (Rodier et al., 2009; El Haïssoufi et al., 2011). La présence d'*E. coli*, apporte la preuve certaine d'une pollution fécale récente L'OMS (2004).

Les sources étudiées ne présentent aucune présence de l'espèce *E. coli* ce qui atteste de l'absence d'une pollution d'origine fécale.

3.2.3. Streptocoques Fécaux

Seule la source de Ain soïade présente une contamination. La concentration de ces germes dans cette source est de 1 ufc/100ml. Cette eau est donc non potable dans la mesure où les normes locales exigent l'absence totale de cette flore dans les eaux destinées à la consommation et les eaux souterraines (JORA, 2014 ; 2017).

Les streptocoques fécaux sont des aérobies anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes. Ils sont éliminés dans les excréments des animaux dans les pâturages à la surface du sol, puis transportés à travers le sol dans les eaux des rivières, les lacs et les eaux souterraines (Hamed et al .2012).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La présente étude nous a permis d'évaluer la qualité des eaux de sources dans la région de Maacem.

Les différents résultats des analyses physicochimiques réalisées sur les eaux des quatre sources étudiées montrent leur conformité aux normes du Journal Officiel Algérien ainsi qu'aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé, à l'exception des teneurs en sodium qui dépassent légèrement les normes fixées par la législation Algérienne dans la source de Ain Al-Sawaed, cette valeur semble sans effet toxique puisque d'une façon générale c'est le goût de l'eau qui change et devient désagréable à une concentration supérieure à 200 mg/l. L'objectif de qualité de cette valeur est donc d'ordre organoleptique.

Sur le plan bactériologique, La contamination des eaux de sources contrôlées est bien présente. La contamination par les coliformes totaux a été rapportée pour trois sources des quatre étudiées, à savoir, le puit de Sfaïfah, Ain soïade et Ain kehayle. Cela dit ces résultats n'attestent pas d'une origine fécale de la contamination, ce que confirme l'analyse d'*E. coli* qui est un indicateur incontestable d'une contamination fécale des eaux.

La contamination par les streptocoques fécaux est confirmée pour la source de Ain soïade, c'est des germes indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes ce qui peut expliquer l'absence de *E. coli* les échantillons contrôlés. La potabilité de cette source est jugée inacceptable.

Bien que la contamination par des germes d'origine fécale n'ait pas été confirmée pour les autres sources, il reste toutefois judicieux et impératif de contrôler périodiquement l'évolution de la qualité des eaux de source de la région.

Quant au phénomène de noircissement des dents des habitants du village d'Al-Khahail, nous avons supposé qu'il est dû à une concentration élevée de fluorure dans l'eau, mais en raison du manque de moyens et d'équipements, nous n'avons pas pu le confirmer. Le fluor peut présenter de nombreux risques sur la santé humaine, il peut provoquer une fluorose dentaire ou osseuse.

La surveillance de la qualité de l'eau consommée par la population est d'une importance cruciale, à titre de prévention, c'est la première étape qui doit être réalisée avant même de donner le feu vert pour l'utilisation de ces sources.

Références bibliographiques

- Abrekane. M, Hambli. S, et Tebbikh. O., (2011). Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux d'un écosystème lacustre cas de Garaet hadj Tahar (Skikda). Université 8 Mai 1945 Guelma, 43- 62 -79- 84 p.
- ADE . Guide des analyses physico chimique et bactériologique de l'ADE. (2009)
- Ahonon A.S. (2011). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de la vie.
- Alayat H.et, Diop C., Dewaelé D., Cazier F., Diouf A., Ouddane B ; Thèse de Doctorat, Université de Nancy II, France (1991) 382p.
- Ayed, W. (2016) : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harrouche Thèse de doctorat en Sciences. Université 20 Août, Skikda, p156.
- Bartherlin J., Cheru L. (1999). Origine des éléments indésirables ou toxiques dans les eaux souterraines, Rap. B.R.G. M.R 40448, 25p.
- Beaudoin B. (2012). Problématique éco-toxicologique actualisée des fluorures dans les eaux municipales, Centre universitaire de formation en environnement, Québec, Canada, 98p.
- BEkkoucheW,al (2013) :évaluation de la qualité physique- chimique et bacteriologique des eaux destinée a l'irrigation : cas de la commune de taghzout- el oued. Mem. Ing . biochimie applique. univ .D'EL-OUED .p7-8
- Boucherit. A, et Hakimi. H., (2016). Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debegh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 67 p,
- Boukrouma. N., (2008). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau d'un écosystème aquatique artificiel: cas de la retenue collinaire d'Ain Fakroune (W. d'Oum El- Bouaghi). Mémoire de Magister. Université 8 mai 1945, Guelma. 64p.
- Bouziani, M. (2000) : L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun,
- BREMOND.R, VUICHARD. R ; Paramètres de la qualité des eaux, Documentation Burton G.A. Jr., Pitt. R., Strom water effects handbook, toolbox for watershed managers, scientists and engineers, Lewis, (2001).
- CARDOT Claude. Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Paris, 1999, P :

- CASTANY .G ; Principes et méthodes de l'hydrogéologie ,1979 . DUNOD.
- Chelli. L, et Djouhri. N., (2013). Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie.
- Chelli. L, et Djouhri. N., (2013). Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie.
- Chibani. S., (2009). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debeugh-Guelma. Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 67 p
- DEGREMONT. Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, 1989, P : 5, 24,25
- Degremont., (2005). «Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1.des aliments, Université Abou-BekrBelkaid Tlemcen. des aliments, Université Abou-BekrBelkaid Tlemcen. Dunod, Paris
- Deliste C.E et Schmidt J.W, (1977): The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada, Conseil Nationalde Recherches, Ottawa. Canada
- DUSSART .B ; Limnologie : Etude des eaux continentales. Gauthier-Villars ; ed ; Paris, 1966. Française, Paris, 1973.
- Gilbert C. (1998). Principes et méthodes de l'hydrogéologie - 2ème édition, Dunod. Paris.
- graves and beraned,2006) : Pollution marine : Les définitions.
- Haddou M. (2010). Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédés Fenton, photo-Fenton et photocatalyse
- Hade A. (2007). Nos lacs : Les connaître pour mieux les protéger, Edition Fides, Bibliothèque national du Québec, Canada, 27p.
- Hamed, M et Guettache, A et Bouamer, L. (2012) : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Université des Sciences et Technologies Béchar, Béchar, Algérie, p18.
- HASLAY etLECLERC,1993 : . Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition LavoisierTec et Doc, Paris.

- HCEFLCD : Haut Commissariat Aux Eaux et Forêt et la Lutte Contre la Désertification. Etude sur la pisciculture au barrage Almassira ; CR dar CHAFAAI ; Cercle d'ELBROUGE ; Province de Settat ; 201p, 2006.
- JORA, (2011) : Décret exécutif n° 11-125, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir -Mourad Raïs, Alger, Algérie, p25.
- Journal officiel de la République française (JORF). (2007). Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées ainsi que de l'eau minérale naturelle distribuée en buvette publique.
- Kazi, T. G., Arain, M. B., Jamali, M. K., Jalbani, N., Afridi, H. I., Sarfraz, R. A., Baig, J. A. & Shah, A. Q. (2009). Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 301-309.
- KUHN.R.C, Rock. C.M, Oshima. K.H; Effects of pH and magnetic material on L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9ème édition :
- MARSILY. J.L; Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution; vol. 2, pp 1-15; WDSLEY, 1995.
- Merzoug, D et al. (2010) : Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien), *Hydroécol Applied*, p77-97.
- Myrand, D. (2008) : Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, p04.
- N'diaye, 2002) :étude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan , thèse de doctorat . université de Bamako faculté de médecine , de pharmacie et d'Odonto-stomatologie (mali),p180
- OMS Geneve ,2004) : Guidelines for drinking-water quality, 3rd édition. Vol 1.Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse.
- OMS, 1994) : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol 1. Recommandations. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.
- Payment, P., & Locas, A. (2011). Pathogens in water: value and limits of correlation with microbial indicators. *Ground Water*, 49(1), 4-11.
- Rejesk. F., (2002). Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, Biologie technique CRDP d'aquitaine. 358 p.

- REJSEK.F, 2002. Analyse de l'eau : Aspects réglementaire et technique .Ed
- RODI L.,2005. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.
- RODIER .J, BAZIN .C, BROUTIN. J.P, CHAMBON. P, CHAMPSAUR. H, RODI .L ; L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer ; 8e édition. Paris: DUNOD ;1384 p, 1996.
- RODIER .J, l'analyse de l'eau ; eaux naturelles ; eaux résiduaires ; eaux de mer ; édition dunod, 8eme édition ; pages (945 à1075), 1976.
- Rodier J. (1978). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ; chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie, Dunod Tech, Paris, p. 1135; pp 913-919.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J.-P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODIER JEAN-BERNARD LEGUBE-NICOLE MERLETET COLL.,2009
- Rodier, J et al. (2009) : L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, p1579.
- Rodier, J. (2005) : L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8ème édition. Dunod. Paris, p .1383 ,1479.
- RODIER. J ;L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. EditionDunod Paris, 1984.
- Rodier. J, Legube. B, et Merlet. N., (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p
- Rodier. J., (1996). Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8ème édition, Paris, Dunod, 1130 p.
- SARI H , 2014 : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar (Tlemcen), Mémoire de Master en sciences
- SARI H , 2014 : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar (Tlemcen), Mémoire de Master en sciences

- Steve E. H., Elizabeth J. H. (2004). *Safe Drinking Water. Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations*. 514 pp
- Rajouene Majdoub, caroline coté, M Duchemin., 2004. *Vecteur environnement* 37 ,61-66, 2004 ; risque de contamination microbiologique des eaux souterraines et mesures préventives à adopter,
- VILAGINES, 2003. *Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrogéologie*. 2^{ème} édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris.
- Williams, M.M., Santo Domingo, J.W., Meckes, M.C., Kelty, C.A., and Rochon, H.S., *J. Appl. Microbiol.*, 2004, vol. 96, pp. 954–964.
- Zhang J., 2002. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France (2002).

Résumé

L'eau est un élément essentiel à la vie. La pollution de l'eau est toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants.

Plusieurs maladies sont liées à la pollution et la contamination de l'eau, c'est ce qui nous a poussés à faire ce travail, qui est l'étude des paramètres physique, chimique et bactériologique pour évaluer la qualité des quatre sources d'eau les plus utilisées pour la consommation dans la région

Les résultats des analyses ont montré que la qualité physico-chimique de toutes les sources étudiées est bonne et conforme aux normes algériennes, et pour les analyses bactériologiques, nous avons enregistré une contamination par les coliformes totaux pour 3 des 4 sources étudiées, et nous avons confirmé une contamination d'origine fécale pour la source de Ain soïade.

Cette contamination bactérienne constitue sans aucun doute une menace pour la santé des consommateurs.

Mots-clés : eau, qualité physico-chimique, d'Al-Maasim

Abstract

Water is an essential element for life. Water pollution is any chemical, physical or biological change in water quality that has a harmful effect on living things.

Several diseases are linked to pollution and water contamination, this is what prompted us to do this work, which is the study of physical, chemical and bacteriological parameters to assess the quality of the four water sources, the most used for consumption in the region

The results of the analyzes showed that the physico-chemical quality of all the sources studied is good and in accordance with Algerian standards, and for the bacteriological analyses, we recorded contamination by total coliforms for 3 of the 4 sources studied, and we confirmed contamination of faecal origin for the source of Ain soïade.

This bacterial contamination is undoubtedly a threat to the health of consumers.

Keywords: water, physicochemical quality, d'Al-Maasim

الملخص

الماء عنصر أساسي للحياة. تلوث المياه هو أي تغيير كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي في جودة المياه له تأثير ضار على الكائنات الحية.

ترتبط عدة أمراض بالتلوث وتلوث المياه، وهذا ما دفعنا للقيام بهذا العمل، وهو دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لتقييم جودة مصادر المياه الأربعة الأكثر استخدامًا للاستهلاك في المنطقة

أظهرت نتائج التحليلات أن الجودة الفيزيائية والكيميائية لجميع المصادر المدروسة جيدة ووفقًا للمعايير الجزائرية، وبالنسبة للتحليلات البكتريولوجية، فقد سجلنا تلوثًا بواسطة القولونيات الكلية لثلاثة من المصادر الأربعة المدروسة، وتأكدنا من وجود تلوث. من أصل برازي لمصدر العين السويدي.

هذا التلوث البكتيري يشكل بلا شك تهديدًا لصحة المستهلكين. أما بالنسبة لظاهرة اسوداد الأسنان، فقد اعتقدنا أنها بسبب ارتفاع نسبة الفلورايد في المياه المستهلكة، ولكن بسبب نقص القدرات على مستوى المختبر، لم نتمكن من إجراء تحليل لعنصر الفلوريسنت.

كلمات مفتاحية: المياه، مصادر المياه، الجودة، الكيمياء الفيزيائية، عين الكحيل