République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Yahia Farés de MEDEA

Faculté de la Technologie

Département de Génie des procèdes et de l'environnement

Projet de Fin d'Etudes

Pour obtention du diplôme de MASTER

Option : génie des procèdes de l'environnement

Thème :

Analyse physico-chimique et biologique des ressources naturelles d'eau de la région de Médéa et leurs impacts sur la sante

Réalisé par :

BOUKHATEM Rayane

OTSMANE Nassima

Dirigé par :

promotrice :

Dr FERHAT.S

Promotion 2021-2022

Remerciements

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier notre promotrice Dr ***FERHAT.S*** *et notre Co-promotrice Mme* ***MIHOUBI*** *pour leur aide et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.*

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département de génie des procèdes .

*Nous remercions également le personnel de laboratoires de l'***ADE *Médéa*** *en particulier* ***Mme DJEZAR*** .

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie mon diplôme à la personne la plus importante de ma vie, sans qui je ne suis rien. Merci, papa, de m'avoir toujours encouragé et soutenu. J'aurais aimé que tu sois avec moi ce jour-là et heureux avec moi, Et mon bonheur est complet mais Dieu a voulu que tu sois autrement, Dieu merci. J'espère que tu es satisfait de moi papa

A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère

Que le bon Allah vous garde en bonne santé Je dédie aussi ce modeste travail

A mon mari pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères samah et Ismaïl et Zouhir et amine, pour leur appui et leur encouragement

Sans n'oublier ma belle famille qui tu m'as aidé de ce mémoire

et bien sur a ma chère binôme rayane pour son soutien moral sa patience et sa compréhension tous au longe de ce projet

Nassima

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments

Les plus pénibles de ce long chemin, ma mère qui a été à mes Côtés et ma soutenu durant toute ma vie, et mon père qui A sacrifié toute sa vie

A ma chère sœur HOUDA et sa fille Sydra

A mes chère frère Ramy et Abdelillah

A mon mari Yahia

A mon fils Mohamed Amir

A mon grand père et ma grand-mère

A ma tante khaltouta

A ma cousine Meriem et ses filles Tesnim, Tesbih et Janah et toute ma famille.

Ainsi que pour tous mes amis,

Et a tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce Projet soit possible

Rayane

Résumé

A cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude pour déterminé la qualité physico-chimique et bactériologique des quatre sources d'eau de la wilaya de Médéa et l'effet de ces paramètre sur la sante. Nous avons effectué des analyses physico-chimiques (pH, température, conductivité électrique, turbidité, TH, Chlorure, ammonium et nitrate). D'autres analyses d'ordre bactériologique ont été déterminées telles que la concentration en germes pathogènes comme *les coliformes fécaux, E. coli*. Et d'autres germes pathogènes. Les résultats obtenus, ont montré que tous les paramètres physico-chimiques, sont changés mais ne dépassent pas les valeurs exigées par les normes, sauf le nitrate. L'analyse bactériologique a montré que les paramètres estimés tels que les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *les streptocoques fécaux*, les germes totaux à 37C°, sont négatives. Les résultats des Analyses physico-chimique et bactériologique ont montré que l'eau des sources c'est une eau de bonne qualité. Ceci comparé avec les normes d'OMS et les normes Algériennes de potabilité des eaux pour assurer la santé et le bien être du consommateur pour un bon effet du la sante.

Mots clés : les sources d'eau**,** sante, Analyse physico-chimique, Bactériologique.

Liste des abréviations

°F : Degrés français.

ADE : Algérienne Des Eaux.

Ca^{2+} : ions du Calcium.

Cl^-: ions du Chlorure.

E.D : eau distillé.

EDTA : Ethyle-Diamine-Titra-Acétique.

HCO_3^-: ions du Bicarbonates.

K^+ : ions du Potassium.

MES : Matières en suspension.

Mg^{2+} : ions du Magnésium.

MO : Matière organique.

Na^+ : ions du Sodium.

NTU : Unité Néphélémétrie de la turbidité.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PH : Potentiel Hydrogène

SO_4^- : ions du Sulfates

TA : Titre Alcalimètre

TAC : Titre alcalimètre Complete

Tca^{2+} : Titre de calcium

TH : Titre Hydrométrie

THM : Trihalométhanes

µS/Cm : micro siemens par centimètre

Liste des figures

Figure 01 **:** Schéma distinctif d'une nappe libre ou captive 08

Figure 02 : Schéma Escherichia-coli sous microscope électronique à G 1000 (Denis F et al, 2000) 17

Figure 03 : Schéma streptocoques fécaux (www.wikipidia.com) 18

Figure 04 : Mesure d'un pH à l'aide d'un multi paramètres 33

Figure 05: évaluation de PH du nos échantillon 33

Figure 06:mesure de la conductivité d'un multi-paramètre 34

Figure 07: évaluation de conductivité du nos échantillon 37

Figure 08: mesure de la turbidité par turbidimètre. 36

Figures 09 : évaluation de turbidité du nos échantillon 36

Figure 10: le virage de couleur après le titrage avec l'EDTA 38

Figure 11 : évaluation du TH TAC R.S de nos échantillons 40

Figure12 : évaluation de Mg^{2+} et Ca^{2+} du nos échantillon étudier 42

Figure13 : évaluation de Mn^{+2} et Fe^{2+} du nos échantillons étudier 44

Figure 14 : évaluation de Al^{3+} et K+ du nos échantillons étudier 47

Figure 15 : évaluation de PO_4^{3-} et NO_2^- du nos échantillons étudier 48

Figure 16: virage de couleur de jaune à rouge briqué. 50

Figure 17 : le résultat de HCO_3^- et Cl^- et SO_4^{2-} du nos échantillons étudier 51

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification de l'eau selon la dureté totale 11

Tableau 02 : Sources de contamination chimique 14

Tableau 03 : Les normes d'OMS pour les eaux potables (OMS, 1997).

Tableau 04: Les résultats des analyses de pH 32

Tableau 05 : Echelle du pH 34

Tableau 06 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (d'après Manuel de l'eau de Nalco1983). 35

Tableau 07 : Les résultats des analyses de conductivité de l'eau de sources. 35

Tableau 08 : Les résultats d'analyses de turbidité 36

Tableau 09 : Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale). 37

Tableau 10 : Les résultats des analyses de TH, RS, TAC en (mg/l) 40

Tableau 11 : Les résultats des analyses de $Ca2^{+}$ et $Mg2^{+}$ et Na^{+} (mg/l) 42

Tableau 12 : Les résultats des analyses de K^{+} et Al^{3+} en (mg/l) 44

Tableau 13 : Les résultats des analyses de NH_4^{+} et Mn^{2+}et Fe^{2+} en (mg/l) 46

Tableau14 : Les résultats des analyses de PO_4^{3-} et NO_2^{-} en (mg/l) 48

Tableau 15:les résultat d'analyse de HCO_3^{-} et Cl^{-} et SO_4^{2-} (en mg/l) de l'eau de les 3 sources . 51

Tableau 16: Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de source de la wilaya de Médéa. 52

Sommaire

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste d'abréviation

Introduction 1

Chapitre I : les eaux 3

I-1Généralité 3

I-1-L'eau de source 3

I-2- Les eaux de boissons 4

I-3- L'eau d'irrigation 5

II-Les ressources en eau 5

II-1-Les eaux pluviales : 5

II-2-Les eaux de surface : 5

II-2-1-Origine et définition : 5

II-2-2-Types d'eau de surface : 6

II-3-Les eaux souterraines :

II-3-1-Origine et définition : 7

II-3-2-Types d'eau de souterraine : 7

III-Les paramètres De Qualité et De potabilité d'eau : 8

III-1-Paramètres organoleptiques de l'eau : 9

III-2-Paramètres physico-chimiques des eaux : 9

III-2-1-La température : 9

III-2-2-Conductivité : 9
III-2-3-La turbidité : 10
III-2-4-Le potentiel hydrogène (pH) 10
III-2-5-Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) : 10
III-2-6-Titre Alcalimétrique (TA et TAC) : 11
III-2-7-Les résidus secs : 11
IIII-1-Sels Minéraux Dissous :
IIII 1.1 Ions calcium : Ca^{2+} 12
- 1-2 Ions Magnésium : Mg^{2+}
- 1-3 Ions de Sodium : Na^{2+}
- 1-4 Ions de Potassium : K^{+} 13
- 1-5 Ions Ammonium : NH_4^{+} :
- 1-6 Ion Fer : F^{e2+} :

IIII-2-Anions
2-1 Ions Carbonates et Bicarbonates :
2-2 Ions Chlorures : CL^{-}
2.3 Ions Sulfates SO_4^{2-} :
- 2-4 Ions Phosphates PO_4^{3-} : 14
- 2-5 Ions nitrate NO_3^{-} et nitrites : NO_2^{-} :
- Sources de contamination chimique :

IIII-3-Les paramètres bactériologiques : 15
IIII-3-1-Métabolisme des bactéries :
IIII-3-2-Quelques germes indicateurs de pollution fécale : 16
IIII-3-2-a- Les coliformes :
IIII-3-2 -b- Les coliformes fécaux :
IIII-3-2 - c- Les streptocoques : 17

IIII-3-2 -d-Les streptocoques fécaux :

V-Effets potentiels sur la santé : 18

V-1-Couleur :

V-2-Goût et odeur : 19

V-3-Température :

V-4-Turbidité : 20

V-5-Compositions de l'eau et l'effet sur la sante :

V-5-1-Phosphore :

V-5-2-Le fer : 21

V-5-3-Le magnésium : 22

V-5-4-Le chlore : 24

V-5-5-L'aluminium : 25

V-5-6-L'effet du nitrates et nitrites sur la sante : 25

V-5-7-L'ammonium : 26

V-5-8-L'effet du calcium sur la sante : 27

V-5-9-Effets du potassium sur la santé : 27

V-5-10-Effet du sulfate sur la sante : 28

V-5-11-L'effet du manganèse sur la sante :

V-6-Effet d'une exposition à des contaminants présents dans l'eau sur la santé humaine : 28

V-6-1-Les normes des eaux de consommation : 29

. Les paramètres physico-chimiques :

. Les paramètres organoleptiques : 30

. Les paramètres microbiologiques :

. Les paramètres liés aux substances indésirables :

. Les paramètres liés aux substances toxiques :

Chapitre II : partie expérimental :

II-Présentation les sources : 32

II-1- Méthode d'analyse :

II-2.1. Détermination des paramètres organoleptiques de l'eau :

- Test de la couleur :
- Test de l'odeur et de la saveur :

II-2- Détermination des paramètres physico-chimique de l'eau :

- La Température :
- Mesure du pH : 33
- Détermination de la conductivité électrique 34
- La turbidité : 35

Paramètre volumétrique :

- Titre hydrométrique (TH) = dureté totale 38
- Détermination de titre alcalimétrique complet : 39

- Mode opératoire :
- Mesures et calcul du résultat
- Dosage de résidus sec
- Dosage du calcium méthode titrimetrique a L'EDTA : 40

- Dosage de magnésium Mg^{2+} : 41
- Dosage de l'ammonium : 43
- Dosage de fer par spectrométrie :
- Dosage manganèse :
- Dosage de L aluminium par spectrométrie 45
- Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium :
- Dosage de nitrate : 47
- Dosage de phosphore :
- Dosage de sulfate : 49
- Dosage du chlorure :
- Dosage du Bicarbonates (HCO_3) : 50

II-1-3- Les analyses bactériologiques : 52

Résultats des analyses :

Conclusion

Référence bibliographique

Chapitre I :

Partie théorique

Introduction :

La terre est généralement appelée la «planète Bleue» car l'eau représente trois quarts de sa surface **(1)**. L'eau représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre. Environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restants constituent les eaux continentales représentées par les ravières, les lacs et les étangs **(2)**.

En Algérie comme dans la plupart des pays en voie d'aussi bien de surface que souterraine est de plus en plus préoccupante. Le risque de contamination des eaux de surface représente un problème environnemental majeur. Plusieurs types de pollution peuvent affecter un cours d'eau tel que la pollution physique se traduisant en une altération de la transparence de l'eau (présence de matières en suspension), la pollution chimique due à la présence de substances chimique indésirable (détergent) ou toxiques (métaux) et la pollution biologique qui résulte de la présence des bactéries et des virus pouvant affecter la santé humaine **(3)** ;Le contrôle de la qualité de l'eau est cependant devenu impératif, il joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humaine et même de toucher à la santé de toute une population **(4)**.

Depuis toujours l'eau est indissociable de l'activité humaine. Considérée comme un instrument d'aménagement du territoire, elle est devenue un bien économique qu'il faut valoriser et distribuer au mieux en qualité et en continuité. L'humanité se trouve devant une croissance alarmante de la pollution des eaux par des matières organiques diverses, des pesticides, des détergents, des métaux lourds, et autres substances toxiques. La dégradation des ressources en eau, sous

l’effet des rejets brutes polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l’environnement mais aussi entrainer des risques de pénurie, d’où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur.

L’objectif de notre étude est la détermination des différentes méthodes d’analyses physico-chimiques et microbiologiques des sources naturelles d’eau et l’effet sur la sante

Le travail est organisé en deux parties :
Premier partie est partie théorique une revue générale sur l’eau et l’effet du chaque paramètres sur la sante
Deuxième partie est partie expérimentales, les résultats et discussion.

I- Les eaux :

I-1-Généralité :

L'eau, présente à plus de 65% chez l'humain, est essentielle à la vie. Après l'oxygène, l'eau est l'élément le plus important pour l'organisme. Il faut en consommer régulièrement pour demeurer en bonne santé.

L'eau est remplie de sels minéraux (sodium, potassium, calcium, magnésium, etc.) et d'oligo-éléments. Il faut boire pour compenser les pertes quotidiennes comme l'urine, les selles, la sueur, l'évaporation pulmonaire.

L'eau représente 85% de notre cerveau, 83% de notre sang, 70% de nos muscles, 22% de nos os, 2% de l'émail de dents.

- **L'eau a plusieurs rôles :**

-maintient la température corporelle autour de 37°C;

-assure la suffisance du volume du sang et du liquide lymphatique dans le corps;

-sert de lubrifiant pour le fonctionnement des articulations et des yeux;

-nettoie le corps et élimine les déchets et les toxines;

-hydrate la peau;

-permet au cerveau de bien fonctionner;

-facilite la digestion et le transit intestinal;

-boire un grand verre d'eau procure une sensation d'estomac plein, par conséquent peut être efficace pour calmer l'envie de grignoter.

Être bien hydraté est primordial pour la santé. Lorsqu'on vieillit, il faut particulièrement veiller à ne pas se déshydrater. En effet, la sensation de soif diminue, la consommation de certains médicaments comme les diurétiques et laxatifs augmente les pertes d'eau. Les signes d'une légère déshydratation sont :

fatigue, maux de tête, difficulté à se concentrer, peau sèche, constipation, crampes musculaires.

La consommation quotidienne pour une personne adulte est de 1,5 à 2 litres d'eau par jour. Cependant, chaque personne possède des besoins en eau selon la taille, le climat où elle vit, les activités quotidiennes **(5)**

I-2-Les eaux de boissons :

L'eau est indispensable à la vie et tous les hommes doivent disposer d'un approvisionnement satisfaisant en eau (suffisant, sûr et accessible). Un meilleur accès à une eau de boisson saine peut se traduire par des bénéfices tangibles pour la santé. Tous les efforts doivent être consentis pour obtenir une eau de boisson aussi saine que possible.

Les maladies liées à la contamination de l'eau de boisson représentent une charge considérable pour l'humanité. Les interventions visant à améliorer la qualité de l'eau de boisson apportent des bénéfices notables en matière de santé.

Selon la définition qui en est donnée par les Directives, une eau de boisson saine ne présente aucun risque notable pour la santé d'une personne qui la consommerait sur toute la durée de sa vie, compte tenu des variations de sensibilité éventuelles aux différents stades de la vie. Les plus exposés au risque de maladies véhiculées par l'eau sont les nourrissons et les jeunes enfants, les personnes affaiblies et les personnes âgées, en particulier quand elles vivent dans des conditions insalubres. Les personnes qui sont généralement les plus exposées au risque de maladies à transmission hydrique devront peut-être prendre des mesures supplémentaires pour éviter de s'exposer aux agents pathogènes transmis par l'eau, par exemple en faisant bouillir leur eau de boisson. Une eau de boisson saine est nécessaire pour tous les usages domestiques habituels, notamment pour la boire, pour la préparation des repas et l'hygiène personnelle. Ces directives s'appliquent à l'eau en bouteille et à la glace destinées à la consommation humaine. Toutefois, certains usages particuliers, comme la dialyse

rénale et le nettoyage des lentilles de contact, ou encore certaines applications dans le cadre de la production d'aliments ou de médicaments, peuvent exiger une eau de plus grande qualité.

Ces Directives peuvent ne pas s'appliquer à la protection de la vie aquatique ou à certains secteurs industriels **(6).**

I-3-L'eau d'irrigation,

qu'elle que soit son origine superficielle ou souterraine, n'est jamais pure ; elle contient des sels dissous qui peuvent affecter les sols et les cultures suivant leur concentration, il est important alors d'adopter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différent suivant la nature des sels en cause .

La composition chimique d'une eau d'irrigation doit donc être examinée en fonction de son impact sur la terre et les plantes.

II-Les ressources en eau :

II-1-Les eaux pluviales :

Les eaux pluviales peuvent être fortement polluées en particulier en début de pluie du fait du lessivage des fumées dans l'atmosphère des lavages des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière, du lessivage des zones agricoles traitées (écoulement de purin, épandage d'engrais et de désherbants) et des zones de terrassements (écoulement de boues).Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières en suspension ou dissoute, des toxiques

II-2-Les eaux de surface :

II-2-1-Origine et définition :

Les eaux de surface proviennent surtout des pluies, et sont constitué d'un mélange d'eau de ruissèlement et d'eau souterraines, l'eau de pluie qui ne pénètre pas le sol reste à sa surface, elle peut donc s'écouler et former les cours d'eau ou rester stockée

lorsqu'un obstacle s'oppose à l'écoulement se qui forme les lacs, les mares, et les étangs.

II-2-2-Types d'eau de surface :

a. *Eaux courantes* :

Les eaux courantes sont les eaux qui subissent constamment un écoulement, de l'amont vers l'aval. Le cours d'eau dévale des pentes jusqu'à terminer sa course dans la mer et l'océan.

La proportion d'eau de ruissellement dépend de nombreux facteurs, dont les plus importants sont la durée et l'intensité des pluies, le climat et la végétation, les conditions géologiques topographiques et géologiques de la région considérée.

Elle varie longuement, d'envions 20% dans les régions arides et sableuse ou les pluies sont rares et à plus de 50% dans les régions rocheuses ou la pluviométrie est forte.

b. *Eaux stagnantes :*

Les eaux stagnantes apparaissent quand il y a une entrave à l'écoulement avec un obstacle naturel ou artificiel. Plusieurs types d'eaux stagnantes se distinguent :

- ✓ **Les lacs :**

Ce sont des volumes d'eau libre superficielle remplissant une dépression naturelle ou artificielle, sans connexion directe avec les océans et dans lequel le déplacement de l'eau n'est pas unidimensionnel, l'accumulation d'eau douce ou salées dans la cuvette lacustre résulte de la contre pente qui retient l'eau, cette rétention est due soit a un creux de l'écorce terrestre, soit à un barrage naturel ou artificiel

- ✓ **Les plans d'eau artificiels :**

Réalisés par l'homme, leur profondeur est beaucoup plus faible que pour un lac et peut s'élever au maximum à plusieurs dizaines de mètres. Ces plans d'eau artificiels comprennent deux milieux :

- Les étangs sont des étendues plus petites que les lacs, souvent créés dans le but de faire de l'élevage de poisson (pisciculture).
- Les retenues d'eau consistent à collecter de l'eau en montagne ou dans les vallées.

Ces retenues ont plusieurs vocations. Elles peuvent servir à la production d'électricité (barrage hydroélectrique), à l'augmentation du débit des cours d'eau lorsqu'il devient faible (soutien d'étiage), à la rétention des crues ou des eaux pluviales, à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau potable ou encore aux loisirs.

- ✓ **Les marais :**

Correspondent à un affleurement d'une nappe d'eau peu profonde sur un terrain fortement végétaliste. Une forte quantité de sédiments, c'est-à-dire de dépôts laissés par l'eau, s'est accumulée au fond.

II-3-Les eaux souterraines :

II-3-1-Origine et définition :

L'eau souterraine est une eau qui s'accumule sous terre. Elle provient principalement de l'infiltration des eaux superficielles ; accessoirement de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique dans les cavités karstiques ou dans les pores du sol. Des hypothèses font intervenir aussi la condensation des gaz émis par le magma, l'infiltration des eaux marines, la diagénèse ou transformation des roches meubles en roche compactes par expulsion de l'eau. Les eaux résiduelles se sont accumulées dans d'anciens bassins au cours d'ères géologique révolues .Elles formeraient les eaux profondes.

Les eaux résiduaires peuvent exister dans les espaces entre les particules libres de la terre et les roches, ou dans les fissures et les crevasses des roches.

Les différents types de roches et de terre peuvent contenir différents montants d'eau. La zone de saturation est la partie de la terre et des roches qui est saturée avec de l'eau. Le haut de cette zone saturée est appelé la nappe phréatique.

II-3-2-Types d'eau de souterraine :

- ✓ **La nappe d'eau :**

Les nappes d'eaux souterraines peuvent être de deux types selon qu'elles circulent sous une couche perméable ou non.

a. Les nappes d'eau libres :

Elles sont situées sous un sol perméable sont dites libres. Au-dessus de la nappe en effet, les pores du terrain perméable ne sont que partiellement remplis d'eau, le sol n'est pas saturé, et les eaux de pluie peuvent toujours l'imprégner davantage. Aussi, le niveau de la nappe peut-il monter ou baisser à son aise. De telles nappes peuvent donc contenir des volumes d'eau variables.

b. Les nappes d'eau captives :

Elles sont situées entre deux couches imperméables leur niveau ne peut monter, l'eau ne pouvant s'insinuer dans un sol imperméable. Ces nappes n'ont qu'un lien ténu avec la surface par où elles sont alimentées et qui correspond à la zone où la couche perméable affleure. De telles nappes se renouvellent donc plus lentement que les nappes libres. Elles sont en général profondes, quelques centaines de mètres et plus, et si leur pente est forte, l'eau y est sous pression. La pression est même parfois suffisante pour que le creusement d'un puits permette à l'eau de jaillir en surface : une telle nappe est alors dite artésienne.

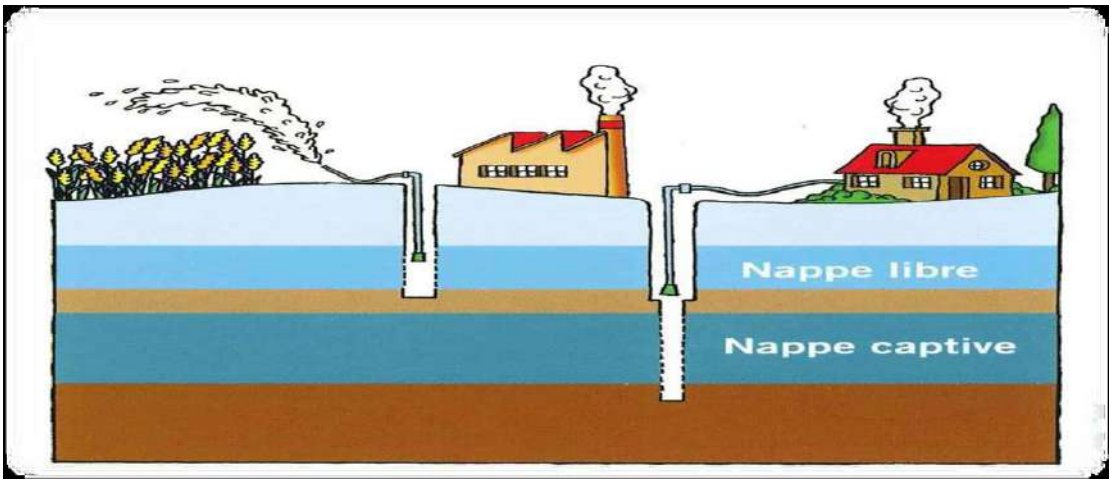


Figure 1 : Schéma distinctif d'une nappe libre ou captive

III-Les paramètres De Qualité et De potabilité d'eau :

Plusieurs types de paramètres sont utilisés pour décrire la qualité des eaux brutes ou Traitées : paramètres physiques, chimiques et bactériologiques.

III-1-Paramètres organoleptiques de l'eau :

Les paramètres organoleptique correspondant à l'appréciation de la qualité de l'eau par le sens ; essentiellement la vue, le gout et l'odorat. Ces paramètres sont importants pour le plaisir des consommateurs mais peuvent également, dans certains cas, être en relation avec la qualité hygiénique du produit, le traitement de l'eau par le chlore est à l'origine de la plupart des problèmes organoleptiques.

- ✓ **Couleur (référence de la qualité d'eau potable) :**

  La couleur des eaux naturelles est généralement due à la présence en excès de certain minéraux tel que le fer et également à certaines matières organiques. Leur élimination par traitement est indispensable pour rende l'eau agréable à boire. Il est important de noter qu'une couleur limpide de l'eau ne signifie pas forcément son caractère potable

- ✓ **Odeur (référence de la qualité d'eau potable) :**

  Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire

- ✓ **Goût, saveur (référence de la qualité d'eau potable) :**

  Les eaux potables doivent avoir une saveur agréable. Les principaux corps pouvant donné à l'eau une saveur désagréable sont le fer et le manganèse, le chlore actif et le phénol

III-2-Paramètres physico-chimiques des eaux :

III-2-1-La température :

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologique. Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraine une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique.

III-2-2-Conductivité :

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant éclectique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles

dans un champ électrique. Elle dépend à la nature de ces ions dissous et de leur concentration. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augment avec augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité.

La conductivité s'exprime en siemens par mètre et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm par mètre, l'appareil utilisé s'appelle un conductimètre ou conductimètre **(7)**

. III-2-3-La turbidité :

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute. C'est le premier paramètre perçu par le consommateur.

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau**.** Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes **(8).** La turbidité se mesure en unité néphélométrie. (NTU)**.**

III-2-4-Le potentiel hydrogène (pH) :

Le pH sert à quantifier la concentration en ions de H^+ de l'eau qui lui confère son caractère acide ou basique, dans l'eau, ce facteur est d'une importance exceptionnelle, en particulière dans les procédés de traitement.

III-2-5-Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) :

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser **.**

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F).

Le TH peut subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) : TCa + TMg =TH

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau suivant :

Tableau 01 : Classification de l'eau selon la dureté totale

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	**Eau très douce**
6 à 15	**Eau douce**
15 à 30	**Eau moyennement dure**
30 à plus	**Eau très dure**

Tableau 01 : Classification de l'eau selon la dureté total

III-2-6-Titre Alcalimétrique (TA et TAC) :

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxyles « OH- » et une valence de carbonates.

Le titre alcalimétrique complète ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres carbonates et hydrogénocarbonates **(9).**

III-2-7-Les résidus secs :

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement avant la mesure, le résidu correspond alors à la matière dissoute.

Dureté totale de l'eau (ou titre hydrotimétrique) : la dureté totale d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins (Na^+, K^+) et H^+. Elle est souvent due aux ions Ca^{++} et Mg^{++}. La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. La dureté se mesure en mg de CaCO3 par litre.

III-2-8- Taux des sels dissous (TDS) :

La quantité des sels minéraux dissous influence la conductivité, la mesure qui permet de déterminer la quantité totale des sels minéraux dissous dans l'eau qui est appelée le TDS**.(10)**

06/06/2020)**].** La minéralisation est fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Une eau, dont la minéralisation est inférieure à 600 mg/l, est généralement considérée comme bonne. La mesure de la TDS se fait à l'aide d'un multi-paramètre ou un TDS- mètre en mettant une quantité de l'eau à analyser dans une cuve stérile et introduire cette eau dans l'une des appareils

IIII-Composition des eaux :

IIII-1-Sels Minéraux Dissous :

- **Ions calcium : Ca^{2+}**

  L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium **(8).** Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations **(11).**

- **Ions Magnésium : Mg^{2+}**

  Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau**.**

- **Ions de Sodium : Na^{2+}**

  C'est un métal alcalin. Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées **(8).**

- **Ions de Potassium : K^+**

  Le potassium un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature **.**

- **Ions Ammonium : NH_4^+ :**

  Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes ; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3)

  (11). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température **(12).**

- **Ion Fer : Fe^{2+} :**

  Le fer se classe en 4eme rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau.

IIII-2-Anions :

- **Ions Carbonates et Bicarbonates :**

  L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO_2 à partir des minéraux contenant des carbonates **(8).**

- **Ions Chlorures : CL^-**

  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 **(8).**

- **Ions Sulfates SO_4^{2-} :**

  Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l **.**

- **Ions Phosphates PO_4^{3-} :**

  Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérer comme indice de contamination fécale entrainant une prolifération des germes, goût et coloration **(8).**

- **Ions nitrates : NO_3^- et nitrites : NO_2^-**

  Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement .Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) **(11).** Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable **.**Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L .

Tableau 02 : Sources de contamination chimique

Origine du produit chimique	**Exemples**	**Produits chimiques courants**
Naturellement présent	Roches et sols	Arsenic, chrome, fluorure, fer, manganèse, sodium, sulfate, uranium
Activités agricoles	Lisier, engrais, élevage intensif, Pesticides	Ammoniac, nitrates, nitrites
Sources industrielles et peuplements humains	Exploitation minière, industries de	Nitrate, ammoniac, cadmium,

	fabrication et de transformation, déchets solides, ruissellements urbains, fuites de carburant	cyanure, cuivre, plomb, nickel, mercure
Traitement de l'eau	Produits chimiques pour le traitement de l'eau, matériaux de tuyauteries	Aluminium, chlore, iode, argent
Pesticides utilisés dans l'eau pour la santé publique	Larvicides utilisés pour contrôles les insectes vecteurs de maladies	Composés organophosphorés

(Adapté de l'OMS, 2011)[Organisation mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse. Disponible à.**(13)**

IIII-3-Les paramètres bactériologiques :

IIII-3-1-Métabolisme des bactéries :

Le métabolisme est l'ensemble des réactions biochimiques mises en jeu par un organisme pour permettre sa croissance. Les réactions métaboliques peuvent être classées en deux catégories:

•Celles qui produisent de l'énergie: catabolisme.

•Celles qui consomment de l'énergie: anabolisme ou biosynthèse

IIII-3-2-Quelques germes indicateurs de pollution fécale :

a- Les coliformes :

Les coliformes sont des micro-organismes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae que nous retrouvons partout dans notre environnement, dans notre corps, de même que dans celui de tous les êtres vivants. L'ensemble de ces coliformes se nomme coliformes totaux (Rodier, 2009).

Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogones, Gram négatif, oxydase négatifs facultativement anaérobies, capables de fermenter le lactose avec production de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 360 C et 370 C.

Elles existent dans la matière fécale mais se développent également dans les milieux naturels **(14)**.

b- Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptone contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'Eschericia Coli .

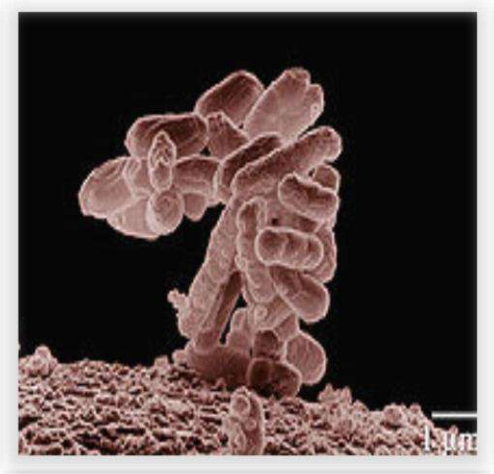


Figure02 : Escherichia-coli sous microscope électronique à G X 1000 (Denis F et al, 2000)

Métabolisme et habitat des coliformes fécaux :

Hôte normal de l'intestin et des animaux, c'est l'espèce aérobie la plus représentée dans le tube digestif. La présence de colibacilles ou espèces voisines dans l'eau est un témoin de contamination fécale Escherichia coli exprime les caractères généraux des entérobactéries.

c- Les streptocoques :

Les streptocoques appartiennent à la famille des streptococcaceae. Ce sont des cocci à Gram positif arrondis ou ovoïdes ou rarement allongées en bâtonnets (Hacene, 2016). Les streptocoques nécessitent pour leur multiplication de nombreux facteurs de croissance qui sont présents dans la gélose au sang frais.

d-Les streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont un sous-groupe des streptocoques, en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale et leur principal

intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (OMS, 2004).

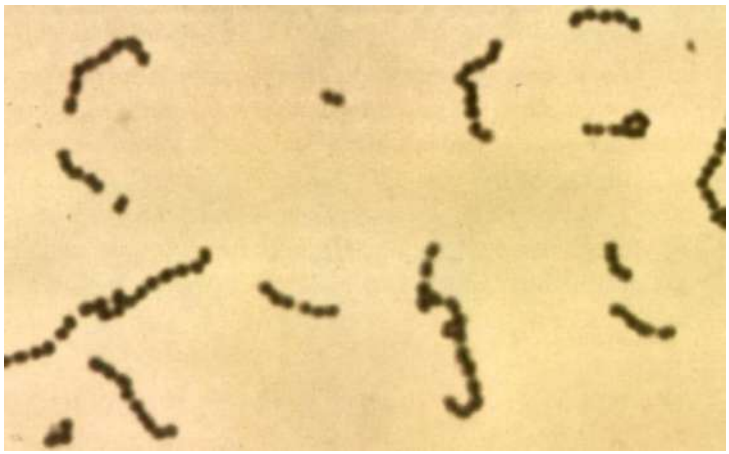


Figure 03: streptocoques fécaux (www.wikipidia.com)

V-Effets potentiels sur la santé :

Les paramètres physiques n'ont pas d'effet direct sur la santé Cependant, les caractéristiques physiques de l'eau de boisson peuvent indiquer un risque plus élevé de contamination microbiologique et chimique, pouvant présenter un danger pour la santé humaine. Par exemple, des niveaux de turbidité élevés sont souvent associés à des niveaux importants d'agents pathogènes comme les virus, les protozoaires et les bactéries **(15).**

De même, il est naturel pour les individus d'avoir des doutes sur la qualité d'une eau de boisson qui semble sale ou a un goût ou une odeur déplaisante, même si ces caractéristiques n'ont pas d'effet direct sur la santé. Une eau salubre qui a un mauvais goût, une mauvaise odeur ou un aspect désagréable peut conduire les gens à la rejeter au profit d'autres sources qui peuvent être

V-1-Couleur :

En général, la couleur d'un échantillon d'eau est évaluée par simple observation visuelle. Elle peut aussi être mesurée par comparaison visuelle avec une série de solutions standards. Des niveaux de couleur supérieurs à 15 Unités de Couleur Vraie

(UCV) peuvent être détectés dans un verre d'eau par la plupart des gens, bien qu'ils ne présentent pas de risque pour la santé. Moins sûres **(15)**.

La couleur de l'eau de surface est surtout provoquée par la matière organique naturelle. En général, l'eau de surface dure est moins colorée que l'eau douce. La couleur de l'eau souterraine est généralement due à la présence de métaux, comme le fer, le manganèse et le cuivre. Dans certaines régions, notamment celles où l'on trouve du calcaire, la couleur de l'eau souterraine des puits profonds comme peu profonds peut être causée par de la matière organique naturelle.

La présence d'une couleur dans l'eau peut avoir un effet sur la mesure de la turbidité. De même, une couleur modérée dans certains types d'eau peut avoir un effet indésirable sur l'élimination de la turbidité par les méthodes de traitement par coagulation et sédimentation **(16).**

L'eau colorée par de la matière organique peut aussi diminuer l'efficacité de la désinfection au chlore et rendre difficile la production de chlore libre résiduel (CLR).

V-2-Goût et odeur :

Bien que le goût et l'odeur eux-mêmes ne présentent pas de risque direct pour la santé, ils peuvent indiquer une contamination chimique ou biologique, notamment lorsqu'un changement se produit rapidement. Un mauvais goût ou une mauvaise odeur peut signifier que davantage d'analyses sont nécessaires.

Le goût et l'odeur sont peut-être les caractéristiques les plus importantes de l'eau de boisson du point de vue de l'utilisateur. Il est presque impossible de convaincre les gens que l'eau est potable si elle sent mauvais ou a mauvais goût. Une eau salubre qui a un mauvais goût, une mauvaise odeur ou un aspect désagréable peut conduire les gens à la rejeter au profit d'autres sources qui peuvent être moins sûres .

V-3-Température :

La température n'a aucune signification en termes de contamination. Cependant, nous préférons habituellement l'eau fraîche à l'eau tiède. Une température élevée de l'eau (20 –30˚C) peut aussi favoriser la croissance des microorganismes et entraîner des problèmes de goût, d'odeur, de couleur et de corrosion. La température la plus

appréciée de l'eau de boisson se situe entre 4°C et 10°C (39-50°F) Les températures supérieures à 25°C (77°F) sont généralement inacceptables.

V-4-Turbidité :

La turbidité est provoquée par des solides en suspension, comme le sable, le limon et l'argile, qui flottent dans l'eau. La lumière se réfléchit sur ces particules, ce qui donne à l'eau un aspect trouble ou sale.

La turbidité elle-même ne rend pas malade ; cependant des niveaux élevés de turbidité sont souvent associés à de hauts niveaux de microorganismes (ex : bactéries, virus, protozoaires), car ils se fixent sur les particules dans l'eau. Nous devons donc faire attention à l'eau turbide car elle contient en général davantage d'agents pathogènes, et la boire augmente les chances de tomber malade.

V-5-Compositions de l'eau et l'effet sur la sante :

V-5-1-Phosphore :

Le phosphore est un élément qui joue un rôle important dans l'organisme. Dans l'organisme, la quasi-totalité du phosphore est combinée à l'oxygène et forme le phosphate. Le phosphate est l'un des électrolytes de l'organisme, des minéraux qui portent une charge électrique lorsqu'ils sont dissous dans les liquides corporels tels que le sang, mais la majorité du phosphate de l'organisme est sous forme non chargée.

- ✓ **L'effet de phosphore :**

L'os contient environ 85 % du phosphate de l'organisme. Le reste est principalement situé à l'intérieur des cellules, où il intervient dans la production d'énergie.

On peut trouver le phosphore dans l'environnement en général sous forme de phosphate. Les phosphates sont des substances importantes pour le corps humain car ils sont un composant de l'ADN et ils participent à la distribution de l'énergie. On trouve aussi fréquemment des phosphates dans les plantes.

L'homme a modifié radicalement les réserves naturelles de phosphate par l'addition

d'engrais riche en phosphate dans le sol et en utilisant des détergents contenant des phosphates. On ajoute aussi des phosphates à certains aliments tels que le fromage, les saucisses et le jambon.

Trop de phosphates peuvent provoquer des problèmes de santé, tels que de l'ostéoporose ou des problèmes aux reins. On peut aussi avoir des carences en phosphates qui sont dues à une utilisation intensive de médicaments, provoquant des problèmes de santé.

Le phosphore solide à l'état pur peut se présenter sous trois formes allotropiques: phosphore blanc, phosphore rouge et phosphore noir. Le phosphore blanc est la forme la plus dangereuse du phosphore que l'on connaît. Il est extrêmement toxique et, dans beaucoup de cas, l'exposition est fatale.

Dans la plupart des cas les personnes qui meurent d'une exposition au phosphore blanc ont accidentellement avalé de la mort-aux-rats. Avant de mourir, on souffre généralement de nausées, de crampes d'estomac, et de somnolence.

Le phosphore blanc peut provoquer des brûlures de la peau. En brûlant, le phosphore blanc peut endommager le foie, le cœur ou les reins**(17)**

V-5-2Le fer :

Est un des métaux les plus abondants de l'écorce terrestre. On le rencontre donc le fer naturellement dans les eaux sous forme soluble comme le fer ferreux (fer bivalent existant sous forme dissoute $Fe2+$ ou $Fe(OH)^{+}$) ou sous forme complexé comme le fer ferrique (fer trivalent : $Fe3+$ rencontré à l'état précipité $Fe(OH)_3$). L'origine du fer dans les eaux peut aussi s'expliquer de manière industrielle ; l'exploitation minière, la sidérurgie, la corrosion des métaux, etc.

Le fer ne présente pas de danger pour la santé humaine, ni pour l'environnement mais il apporte cependant des désagréments d'ordre esthétique et organoleptique. En effet, le fer donne une coloration de rouille à l'eau qui peut tâcher le linge, les sanitaires ou

bien encore les produits issus de l'industrie agro-alimentaire. Le fer donne aussi un goût métallique à l'eau rendant désagréable sa consommation. Il peut aussi être à l'origine de corrosion des canalisations dû au développement de micro-organismes.

Dans les eaux bien aérées, le potentiel redox du milieu est tel qu'il permet une oxydation du fer ferreux en fer ferrique qui précipite ensuite sous forme d'hydroxyde de fer, $Fe(OH)_3$, ce qui permet une élimination naturelle du fer dissous.

- ✓ **Effets du fer sur la santé :**

On peut trouver du fer dans la viande, les produits complets (pain...), les pommes de terre et les légumes. Le corps humain absorbe le fer des produits animaux plus vite que le fer provenant des plantes. Le fer est une part importante de l'hémoglobine: c'est l'agent colorant rouge du sang qui transporte l'oxygène dans notre corps.

Il peut causer des conjonctivites, des problèmes de rétines s'il est en contact et reste dans les tissus. L'inhalation chronique de concentrations excessives de vapeurs d'oxyde de fer peut avoir comme conséquence le développement d'une pneumoconiose bénigne, appelé la sidérose, qui est observable lorsqu'il y a changement de rayon X. Les fonctions des poumons ne sont pas affaiblies avec la sidérose. L'inhalation de concentrations excessives d'oxyde de fer peut augmenter le risque de développement de cancer du poumon, particulièrement pour les ouvriers exposés. LD50 (oral, rat) = 30 mg/kg. (LD50: Dose mortelle 50, dose unique d'une substance qui cause la mort de 50% d'une population animale exposée à la substance par n'importe quel itinéraire autre que l'inhalation. Habituellement exprimé en milligrammes ou en grammes de matériel par kilogramme de poids animal (mg/kg ou g/kg).).**(18)**

V-5-3-Le magnésium :

Le magnésium est un minéral essentiel et nécessaire au bon fonctionnement des cellules dans l'organisme. Il s'agit du quatrième minéral le plus abondant dans l'organisme, et le deuxième de par l'abondance dans les cellules de l'organisme. Ce

minéral est important pour la santé des différents systèmes de l'organisme, y compris le système sanguin et vasculaire, le système immunitaire, le système nerveux, les os et les muscles.

Environ 50% du magnésium dans l'organisme se trouve dans les os. Le reste se trouve dans les cellules de l'organisme et dans les organes.

Le magnésium aide à maintenir le bon fonctionnement des muscles et des nerfs, au maintien d'un rythme cardiaque stable, au bon fonctionnement du système immunitaire et à construire les os. Il aide également à réguler le taux de glycémie et à maintenir une pression artérielle normale.

Une carence en magnésium dans l'organisme a été associée à des troubles du rythme cardiaque, prédisant la mortalité due à un infarctus du myocarde

- ✓ **Les effets sur la santé :**

Des études suggèrent depuis au moins 20 ans qu'une eau riche en minéraux protégerait contre les problèmes cardiovasculaires. Le magnésium et le calcium auraient un effet protecteur contre les cancers de l'estomac, du côlon, du rectum et du pancréas, et le magnésium contribuerait à réduire les risques des cancers de l'œsophage et de l'ovaire. L'eau dure préviendrait l'athérosclérose chez les enfants et les adolescents.

À l'inverse, certaines études ont suggéré qu'une eau dure favoriserait l'eczéma chez les enfants. Toutefois, une étude de l'Université de Nottingham en 2011 menée sur 336 enfants et adolescents de 6 mois à 16 ans souffrant d'eczéma, a remis cette relation en question. Les chercheurs ont installé des unités d'adoucissement de l'eau au domicile de la moitié des participants et ont surveillé l'eczéma des enfants sur une période de trois mois. Le groupe qui a bu de l'eau adoucie a rapporté une amélioration de l'eczéma de 20 %, alors que celui qui buvait de l'eau dure a noté une amélioration de… 22 %. Il est donc peu probable que l'eau dure ait contribué à l'eczéma de ces enfants.

De même, bien que certaines études aient rapporté une corrélation entre la dureté de l'eau et la formation de calculs rénaux, la majorité des études portant sur le sujet ne démontrent aucune association.

V-5-4-Le chlore :

Le chlore est un désinfectant qu'on ajoute à l'eau potable pour réduire ou éliminer la présence de microorganismes, tels les bactéries et virus. L'ajout de chlore à l'eau potable a permis de réduire sensiblement les risques de transmission de maladies par l'eau.

- ✓ **Les effets du chlore sur la santé :**

Le chlore est un gaz très réactif, c'est un des produits les plus répandus pour le traitement de l'eau. De nombreuses études scientifiques ont démontré des effets néfastes du chlore, que ce soit sur la santé et sur l'environnement qui nous entoure. Il faut savoir que respirer de petites quantités de chlore lors de courtes périodes peut affecter le système respiratoire. Le chlore irrite la peau, les yeux. Concernant la peau, il a pu être constaté un dessèchement de l'épiderme. Si le chlore est concentré, il peut provoquer des tiraillements, des démangeaisons et des sensations de brûlure. Avec une peau sensible, cela peut faire apparaître des plaques rouges sur votre corps. Le chlore impacte aussi les cheveux, il les rend secs et cassants.

Le chlore réagit avec les matières organiques d'origines naturelles présentes dans l'eau, comme les feuilles en décomposition. Cette réaction chimique produit une famille de composés appelés sous-produits de la chloration. Ceux qu'on rencontre le plus souvent sont les trihalométhanes (THM), notamment le chloroforme. La concentration de THM dans l'eau potable peut dépendre de plusieurs facteurs, dont la saison et la source de l'eau potable.

Plusieurs études chez l'homme ont également révélé un lien entre l'exposition prolongée à des concentrations élevées de sous-produits de la chloration et une

incidence accrue de cancer (cancer de la vessie et peut-être du côlon) chez les sujets ayant consommé de l'eau chlorée pendant trente-cinq ans ou plus. Les concentrations élevées de THM peuvent également avoir un effet sur la grossesse.

V-5-5-L'aluminium :

Est un métal naturellement présent dans l'environnement. C'est le 3ème élément le plus abondant dans la croûte terrestre, dont il représente 8%. Il est présent dans les sols et les eaux, y compris celles utilisées pour produire de l'eau destinée à la consommation humaine. Il peut donc se retrouver dans les ressources en eau ou les aliments. Point sur les travaux que mène l'Anses sur les risques liés à l'exposition à l'aluminium par voie alimentaire.

- ✓ **L'effet sur la sante :**

Les effets toxiques de l'aluminium portent essentiellement sur le système nerveux central (encéphalopathies, troubles psychomoteurs) et sur le tissu osseux.

Les effets cliniques avérés de l'aluminium ont toujours été observés dans des situations de fortes expositions chroniques : patients insuffisants rénaux dialysés, alimentation parentérale, personnes professionnellement exposées. Chez les travailleurs la toxicité se manifeste principalement aux niveaux pulmonaire et nerveux.

Mais à l'heure actuelle, aucune étude n'a mis en évidence de tels effets dans la population générale, exposée à travers l'alimentation courante ou les produits de santé.

V-5-6-L'effet du nitrates et nitrites sur la sante :

La toxicité des nitrates est discutée. Elle résiderait dans la production de nitrites qu'ils favorisent. Environ 20% des nitrates sont transformés par la flore buccale en nitrites qui sont alors facilement absorbés par l'intestin et l'estomac. Plus le PH de l'estomac est élevé, moins l'acidité y est forte, comme c'est le cas chez le nourrisson par

exemple, plus la prolifération de bactéries réductrices des nitrates en nitrites est favorisée.

Les nitrites provoqueraient des cas de méthémoglobinémie : résultant d'une oxydation de l'hémoglobine, la formation de méthémoglobine en grande quantité réduit l'oxygénation des cellules, peut se manifester par une cyanose, coloration bleutée de la peau et des muqueuses, et provoquer l'asphyxie et la mort. Les nourrissons de moins de trois mois sont les plus exposés à ce risque en raison de la faible acidité de leurs estomacs, de leur tendance à développer des infections gastro-intestinales et de leur faible capacité à régénérer l'hémoglobine à partir de la méthémoglobine. Les cas mortels demeurent cependant très rares.

Du fait des interactions entre le nitrite et les amides et amines susceptibles de former des composés azotés cancérogènes, des soupçons de cancérogénicité pèsent sur le nitrate. Il n'y a toutefois aucune certitude à ce sujet à ce jour. Certains avancent par ailleurs les effets bénéfiques des nitrates, notamment contre les infections, les carcinomes et les maladies cardio-vasculaires.

V-5-7-L'ammonium :

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

- ✓ **Effets sur la santé :**

NH_4^+ n'est pas très toxique. Ces effets directs sur la santé sont encore assez méconnus. L'ammonium est le plus fréquemment rencontré sous forme de chlorure d'ammonium. Cette substance n'est pas réellement dangereuse pour la santé. Néanmoins son inhalation peut provoquer des toux, son contact avec la peau ou les yeux des rougeurs, son ingestion des nausées, des mal de gorge, des vomissements. Aussi en cas d'inhalation il est préférable de rester à l'air frais au repos et de consulter un médecin.

En cas de contact avec la peau ou les yeux il faut rincer abondamment avec de l'eau. En cas d'inhalation il faut boire de l'eau abondamment et consulter un médecin.

V-5-8-L'effet du calcium sur la sante :

Le calcium est parfois trouvé sous le nom de chaux. Il est le plus souvent trouvé dans le lait ou dans les produits laitiers, mais aussi dans les légumes ou les noisettes. C'est un composant essentiel pour les os du corps humain et pour les dents. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles du corps humain. Mais la consommation abusive de calcium (plus de 2.5 gramme de calcium pur par jour) sans avis médical peut conduire au développement de caillots rénaux, de scléroses rénales et à des problèmes au niveau des vaisseaux sanguins.

Le manque de calcium est l'une des principales causes de l'ostéoporose. L'ostéoporose est une maladie dont les sujets ont des os extrêmement poreux, sont sujets à des fractures qui guérissent lentement. Elle touche essentiellement les femmes après la ménopause et conduit souvent à une courbure de la colonne vertébrale et à un tassement des vertèbres de la colonne.

Contrairement à ce que la plupart des gens pensent, il y a une activité biologique intensive à l'intérieur de nos os. Ils sont sujets à un renouvellent constant de nouveaux tissus remplaçant les anciens. Pendant l'enfance et l'adolescence, il y a plus de production que de destruction des anciens, mais à partir d'un certain âge, entre 30 et 35 ans, le processus s'inverse et il y a plus de tissus perdus que de tissus créés. Pour les femmes, le processus est accéléré après la ménopause; ce fait s'explique par le fait leur corps arrête de produire l'hormone connue sous le nom d'estrogène et dont l'une des fonctions est de préserver la masse osseuse.

V-5-9-Effets du potassium sur la santé :

Il joue un rôle important dans le système hydrique de l'homme et il intervient dans les fonctions nerveuses. Quand nos reins fonctionnent mal, il y a une accumulation de potassium. Ce qui peut entraîner une perturbation des battements du cœur.

Le potassium peut avoir des effets quand vous aspirez. L'inhalation de la poussière peut irriter les yeux, le nez, la gorge, les poumons avec l'éternuement, la toux et la gorge endolorie. Des expositions plus élevées peuvent causer une accumulation de liquide dans les poumons, ceci pouvant causer la mort. Le contact avec la peau et l'œil peut causer des brûlures graves menant à des dommages permanents.

V-5-10-Effet du sulfate sur la sante :

Le **sulfate** est un composé naturel qui correspond à la présence de souffre dans l'eau. S'il est consommé à trop fortes doses (plus de 1000 milligrammes par litre), le sulfate peut avoir un effet laxatif.

V-5-11-L'effet du manganèse sur la sante : Le manganèse est un composé très commun que l'on peut trouver partout sur terre. Le manganèse est nécessaire à l'homme pour survivre mais il est aussi toxique lorsque des concentrations trop élevées sont présentes dans le corps humain. Quand on ne prend pas la dose quotidienne recommandée, l'état de santé se détériore. Mais lorsqu'on la consommation est trop élevée des problèmes de santé apparaissent aussi.

V-6-Effet d'une exposition à des contaminants présents dans l'eau sur la santé humaine :

les risques sanitaires liés à l'eau destinée à la consommation humaine peuvent survenir de manière directe ou indirecte. Dans le premier cas, ils résultent d'un contact avec l'eau contaminée elle-même (eau de boisson, eaux usées, eau de loisirs). Dans le second cas, ils surviennent par l'intermédiaire d'aliments ou d'air contaminés par une eau de mauvaise qualité.

Les conséquences d'une exposition à des bactéries, des virus et des parasites pathogènes présents dans l'eau sont très variables ,Les maladies entériques caractérisées par la nausée, les vomissements et la diarrhée sont les symptômes les plus couramment rencontrés qui sont en association au problème de la qualité

microbienne de l'eau potable. Les enfants en bas âge, les personnes âgées, ainsi que les personnes dont le système immunitaire sont affaibli, peuvent avoir des symptômes plus graves. Dans les cas extrêmes, la présence d'un large éventail de contaminants chimiques et microbiens dans l'eau destinée à la consommation humaine peut induire des effets sanitaires importants incluant une rupture prolongée, du cancer, des troubles gastro-intestinaux, des troubles du foie, des problèmes de reproduction et des troubles de fonctionnement du système nerveux.

VI- Les normes des eaux de consommation :

Pour pouvoir être consommée en toute sécurité, l'eau doit répondre à des critères de potabilité très stricte dictée par le Ministère de la Santé et le Conseil Supérieur du secteur d'Hygiène Publique. Ces normes varient en fonction de la législation en vigueur et selon qu'il s'agit d'une eau destinée à la consommation humaine ou d'une eau industrielle.

- **Les paramètres physico-chimiques :** ils correspondent aux caractéristiques de l'eau tels que le pH, la température, la conductivité ou la dureté de l'eau et délimitent les quantités maximales à ne pas dépasser pour certains composants comme les ions, les chlorures, le potassium et les sulfates.
Exemples :

-La teneur en sulfate doit être inférieure à 250 mg/l

-La teneur en chlorures doit être inférieure à 200 mg/l

-La teneur en potassium doit être inférieure à 12 mg/l

-Le pH de l'eau doit être compris entre 6,5 et 9

-Le TH soit la dureté de l'eau, qui correspond à la mesure de la teneur d'une eau en ions calcium et magnésium, doit être supérieur à 15 degrés français. Autrement dit,

une eau ne doit pas posséder moins de 60 mg/l de calcium ou 36 mg/l de magnésium, sinon elle sera jugée trop douce : pour ne pas corroder les canalisations, elle devra faire l'objet de minéralisation et/ou de neutralisation pour retrouver un équilibre calco-carbonique.

- **Les paramètres organoleptiques :** ils concernent la couleur, le goût et l'odeur de l'eau. L'eau doit être agréable à boire, claire et sans odeur. Ces paramètres étant liés au confort de consommation, ils n'ont pas de valeur sanitaire directe.
- **Les paramètres microbiologiques :** ils permettent de contrôler que l'eau ne contient aucun germe pathogène, comme les virus, les bactéries ou les parasites, pouvant provoquer des maladies, voire d'épidémies.
- **Les paramètres liés aux substances indésirables :** ils concernent les substances telles que les nitrates, les nitrites et les pesticides.

  -La teneur en nitrates ne doit pas dépasser 50 mg/l

  -La teneur en fluor doit être inférieure à 1.5 mg/l

- **Les paramètres liés aux substances toxiques :** les micropolluants tels que l'arsenic, le cyanure, le chrome, le nickel, le sélénium ainsi que certains hydrocarbures sont soumis à des normes très sévères à cause de leur toxicité. Leur teneur tolérée est de l'ordre du millionième du gramme. **(19)**

Chapitre II :

Partie pratique

II-Présentation les sources :

Notre travail et notre expérience ont été réalisé dans laboratoire ADE wilaya Médéa pendant le mois janvier jusqu'à mars 2022 Pour réaliser notre étude qui portait sur analyse physico chimique et biologique les sources naturelle d'eau de la wilaya de Médéa et l'effet sur la sante on a choisi quartes source, deux sources a draa smar ouest de Médéa c'est source bestana le et source ain moula (prélèvement le 15-03-2022) et source ain chikh situé a quartier ain el arayes (prélèvement 09-01-2022)Et le source de settara situe a quartier kouala (prélèvement 10-01-2022).

II-1 Méthodes d'analyses :

II-1-1-Détermination des paramètres organoleptiques de l'eau :

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

- **Test de la couleur :**

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles et flacons remplies d'eau prélevée de la source.

- **Test de l'odeur et de la saveur :**

L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive. La saveur est décelée par dégustation qui exige à rincer la bouche avec l'eau distillée avant chaque dégustation.

II-1-2-Détermination des paramètres physico-chimiques de l'eau :

- **La Température :**

La mesure de la température se fait à l'aide d'un multi-paramètre. De préférence la mesure doit être faite par un thermomètre.

- **Détermination du pH :**

Ce dernier est mesuré dans les 2 heures après prélèvement, par l'utilisation d'un multi paramètres, On verse dans un bécher de 250 ml une quantité d'eau à analyser, et émergé l'électrode dans ce bécher (figure 04). La valeur du pH est affichée au niveau du multi paramètre après stabilisation.

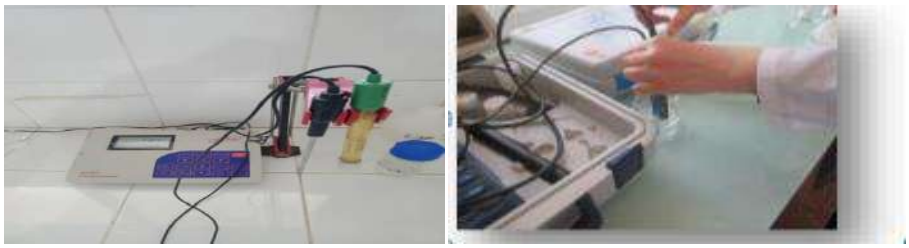


Figure 04 : Mesure d'un pH à l'aide d'un multi paramètres

	Source settara	Source Ain chikh	Source bestana	Source ain moula
PH	7.68	7.93	8.15	7.88

Tableau 04: Les Résultat de pH

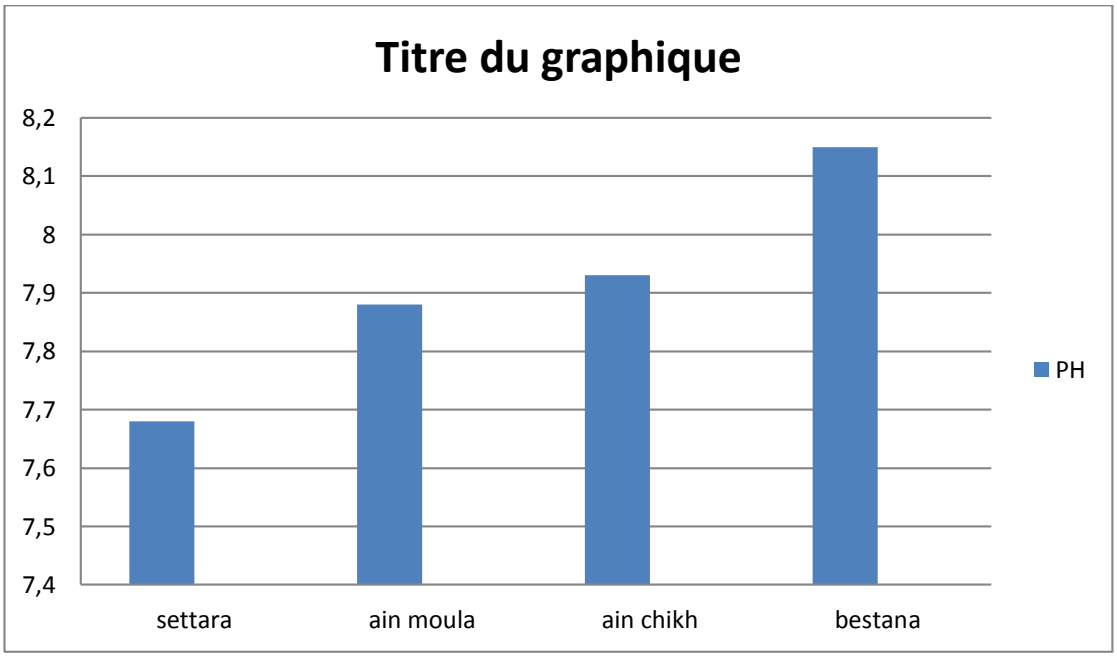


Figure 05: Evaluation de pH de nos échantillons

pH < 5	- Acidité forte. - Présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 7	pH neutre.
7 < pH < 8	Neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces.
5.5 < pH < 8	Eaux souterraines.
pH > 8	Alcalinité, évaporation intense.

Tableau 05: Echelle du pH

- **Détermination de la conductivité électrique :**

Il s'agit mesurer la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. On utilisant comme appareil de mesure le multi-paramètre déjà étalonnée, puis on met l'électrode dans un bécher contenant l'eau après agitation, ensuite on lit le résultat marqué dans l'écran de l'appareil.



Figure 06 : mesure de la conductivité d'un multi-paramètre

Conductivité électrique (exprimée en µS/cm)	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	bonne qualité

750 à 1500	médiocre mais eau utilisable
> à 1500	minéralisation excessive

Tableau 06 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (d'après Manuel de l'eau de Nalco1983).

	Source settara	Source Ain chikh	Source bestana	Source ain moula
Conductivité µS/cm	1150	1039	828	913

Tableau 07: Les résultats des analyses de conductivité

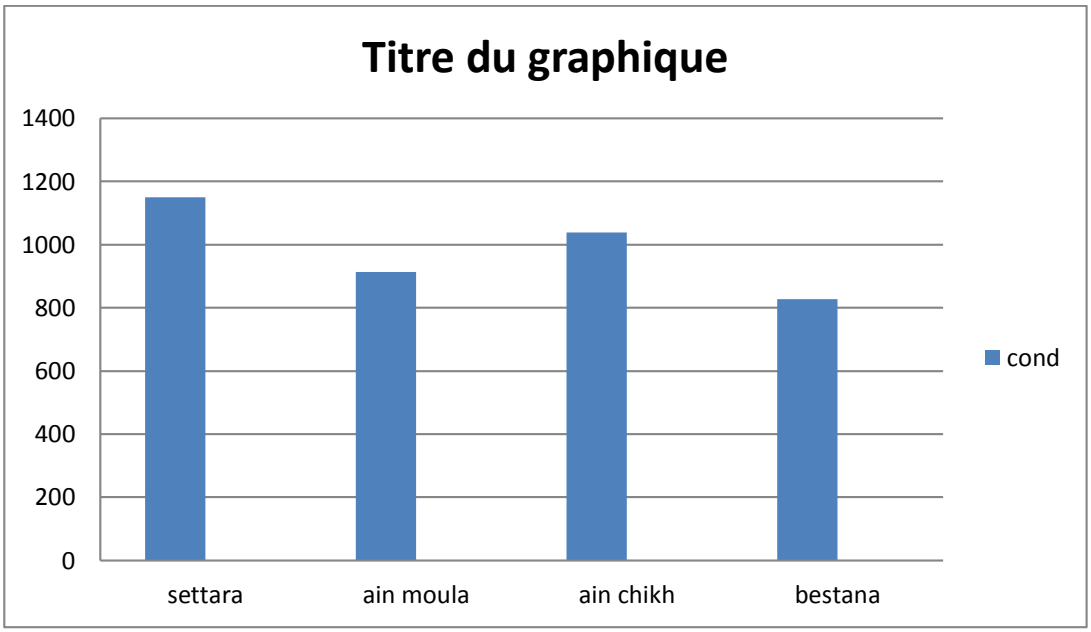


Figure 07 : Evaluation de la conductivité dans nos échantillons étudies.

La turbidité :

L'appareil de référence (turbidimètre optique utilisé pour une turbidité inférieure à 40), la mesure doit se faire à une longueur d'onde supérieure à 800 nm pour éviter l'influence de certaines substances dissoutes absorbant la lumière.

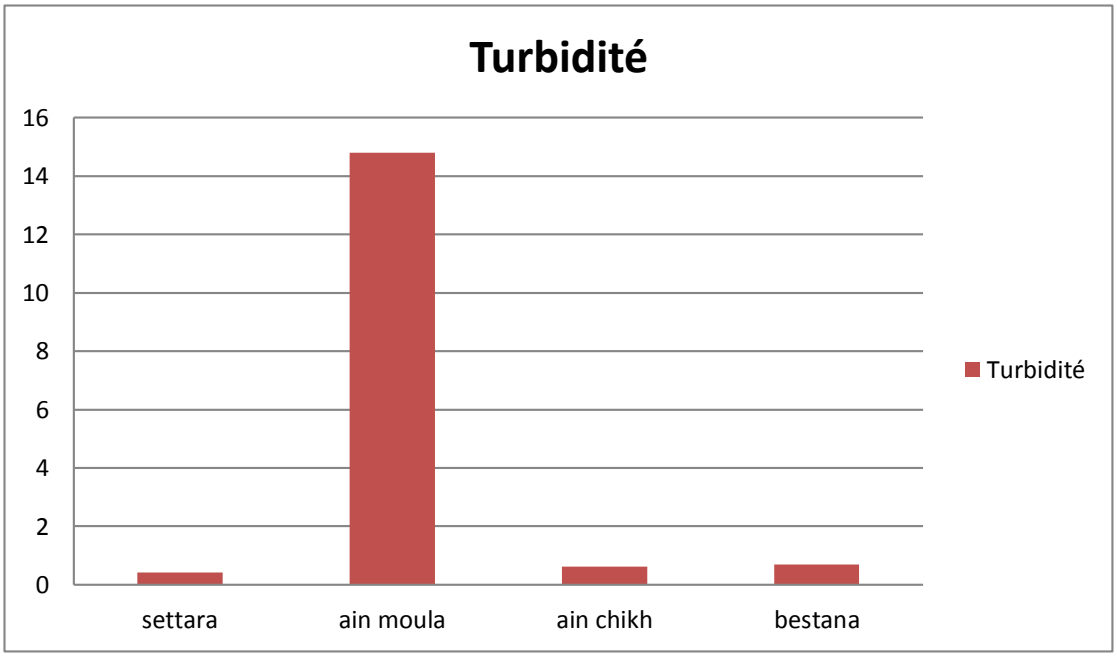
Pour chaque échantillon d'eau, rincer une cuve avec l'eau à analyser, puis la remplir avec cette eau, ensuite, nous avons placé dans le turbidimètre (Figure 08) avec le par-lumière et lire la turbidité



Figure 08 : mesure de la turbidité par turbidimètre.

	Source settara	Source Ain chikh	Source bestana	Source ain moula
Turbidité (NTU)	0.41	0.626	0.688	14.8

Tableau 08: Les résultats des analyses de turbidité



Figures09 : Evaluation de la turbidité dans nos échantillons étudies

TH (°F)	**0 à 7**	**7 à 15**	**15 à 30**	**30 à 40**	**+ 40**
Eau	Très douce	Eau douce	Moyennement dure	dur	très dure

Tableau 09: Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale)

Titre hydrométrique (TH) = dureté totale :

- Méthode titrimétrique à l'EDTA :

  Cette technique est applicable si l'eau à analyser renferme une quantité suffisante de magnésium.

  On ajoute pour un échantillon de 50 ml ,4ml de solution tampon et une pointe de spatule

  d'indicateur (Noir Erichrome) ,qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium ,lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu (figure 08)

- Expression des résultats

  $TH = (N_{EDTA} \text{ X } V_{EDTA}) \text{ X } 1000/V_0$ en meqg.

  TH : C'est le titre hydrométrique en meqg (1 meqg = 5 °F)

  N.EDTA : Normalité d'EDTA ;

  V. EDTA: Volume d'EDTA ;

  Vo : Volume de l'échantillon



Figure 10 : le virage de couleur après le titrage avec l'EDTA

- **Détermination de titre alcalimétrique complet :**

  Mode opératoire :

  -Introduire 100 ml de l'échantillon dans un bécher et noter le ph

  -Amener 100 ml d'eau a analyser au ph 4.3 en versant lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur a l'acide d'un dirimât

  -noter le volume v_1 lu au dirimât

  Mesures et calcul du résultat :

  Le titre alcalimétrique complet (TAC) exprimes en mg/l par litre sont donnes respectivement par l'expression :

  TAC= (V_2xNx1000)xMASE MOLAIRE DES BICARBONATES/V

  Avec :

  Masse molaire des bicarbonates =61 mg

  TAC= (HCO_3^-) mg/l=V_1x61

  V_2 : est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.

  V : est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml.

  N : est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique=0.01N.

- **Dosage de résidus sec**

-Nettoyer la capsule a l'acide chlorhydrique HCL ou a l'acide nitrique HNO3 dilués au dixième environ et tièdes ,puis a l'eau distillée ,la sécher par passage a l'étuve , puis a calciner dans le four règle a 525°c .laisser refroidir presque jusqu'a la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant 1/4d'heure environ et peser .soit / M /masse delà capsule.

-Faire évaporé progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'essai introduite éventuellement de ne remplir celle-ci que jusqu'a mi-hauteur , vers la fin de l'opération ,rincer a l'eau distillé la fiole jaugée qui a servi a mesurer la pris d'essai a verser les eau de la lavage dans la capsule. Une fois l'eau évaporée placer la capsule dans l'étuve, réglée a 100-105 c et l'y laisser pendant heur

- si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec a 100-105 C laisser refroidir la capsule et son contenu presque a la température ambiante pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendants ¼ d'heur environ et peser recommencer le cycle chauffage a 100-105 C refroidissement –pesée jusqu'a a ce que d eaux pesées consécutives ne différent pas de plus de 0.5mg soit M1 la masse trouvé

-Si l'essai a pour objet la détermination du résidu sec 175-180C Poursuivre la dessiccation en plaçant la capsule pendant deux heures dans l'étuve a 175-180 C puis la laisser refroidir presque jusqu'a la température ambiante pour la placer ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Recommencer le cycle chauffage a 175-180 C –refroidissement –pesée jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne différent pas de plus de 0.5mg soit M2 la masse trouver.

	Source settara	Source Ain moula	Source Ain chikh	Source bestana
TH (mg/l)	499	420	701	380
TAC (mg/l)	215	242.5	235	175
R.S (mg/l)	815	649	590	449

Tableau 10 : Les résultats des analyses de TH ,RS ,TAC en mg/l

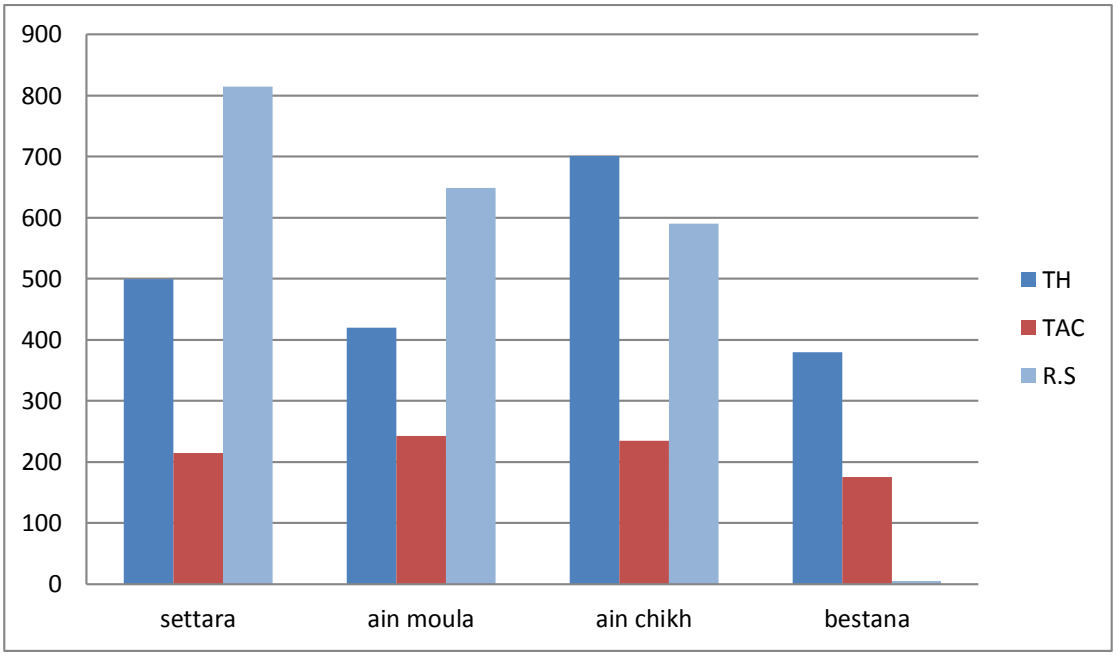


Figure 11 : évaluation TH, TAC, R.S de notre échantillon

- **Dosage du calcium méthode titrimetrique a l EDTA :**

Mode Opératoire :

• Prélever une prise d'essai de 50 ml de L'échantillon, ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde NaOH (2N) et une pincée d'indicateur (Murexide), la solution doit se colorer en Rose. Bien mélanger le tout.

•Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement.

•Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette

La teneur en calcium, exprimée en mg/l, est donnée par l'équation :

$$Ca = \frac{C1 \times V1 \times A}{V0} \times Fc \times 1000 \times F$$

Où:

C: concentration, exprimée en mole par litre, de la solution EDTA, soit 0,01.

Vo: est le volume, en millilitres, de la prise d'essai, soit 50 ml.

Vi : est le volume, en millilitres, de la solution d'EDTA, utilisé pour le dosage.

A: est la masse atomique du calcium (40,08 g).

Fc : facteur de correction du titre.

F: facteur de dilution.

- **Dosage de magnésium Mg^{2+} :**

A l'aide d'une pipette, introduire 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml.

Puis on ajoute 3 à 4 ml de la solution de sel oxalique à 25°C-30°C. On filtre le précipité blanc de CaC_2O_4 qu'on lave avec quelque ml d'eau distillée au-dessus de l'entonnoir. L'eau de lavage est additionnée au filtrat. On ajoute par la suite 5 ml de la solution ammoniacale et 7 à 8 gouttes d'indicateur noir d'Eriochrome T et enfin, on titre l'eau à analyser par la solution de complexion III, et on note le volume moyen versé.

- **Expression des résultats :**

$NMg^{2+} = (12000 * V_{EDTA} * N_{EDTA}) / E_{chantillon}$

Avec :

N_{Mg2+} : La concentration en Mg^{2+} (mg/l).

N_{EDTA} : Normalité de la solution de complexons III (Na_2EDTA) (0,02 N).

V_{EDTA} : Volume de la solution de complexons III ($Na_{2\ EDTA}$).

$V_{échantillon}$: Volume d'échantillon.

	Source settara	Source Ain moula	Source ain chikh	Source bestana	La concentration maximale
Ca^{2+} (mg/l)	153.91	116.23	192.38	112.22	50-200
Mg^{2+}(mg/l)	29.16	31.59	55.89	24.3	30-60
Na^{+} (mg/l)	66	19	40	23	150-200

Tableau 11: Les résultats des analyses de $Ca2^{+}$ et $Mg2^{+}$ et Na^{+} (mg/l) de l'eau de sources

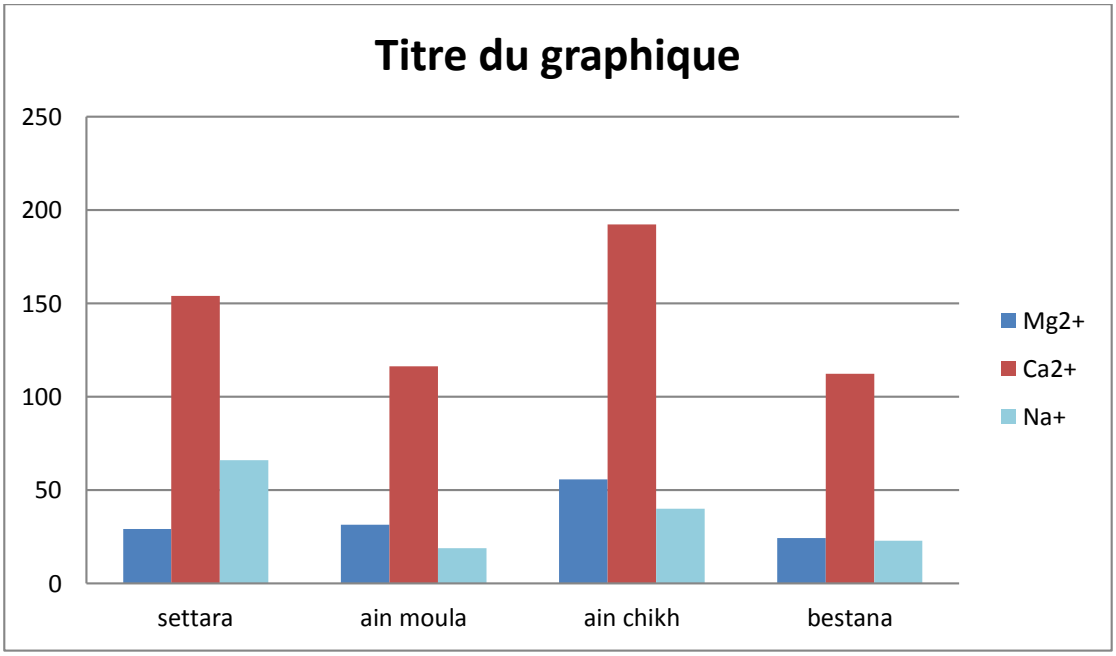


Figure12 : évaluation Mg^{2+} et Ca^{2+} dans nos échantillons étudiés

Selon les normes du Magnésium requises par l'OMS (30 à 60 mg/l), nos résultats montrent que l'eau de source bestana est inferieur aux normes.par contre les autres sources correspond aux normes.

Selon les normes du sodium requises par l'OMS, nos résultats montrent que l'eau des toutes les sources est inferieur aux normes.

Nos résultats montrent que les 4 sources étudiés présentent des valeurs de calcium répondues aux normes d'OMS.

- **Dosage de l'ammonium :**

Essais Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :

- 4 ml du réactif coloré homogénéisé;

-4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser. Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Et lecteur les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage.

- **Dosage du fer par spectrométrie :**

Prendre comme prise d'essai, 50 ml. Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5. Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.

Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm.

Établir une courbe d'étalonnage en portant la concentration en fer en mg/l, en abscisses et l'absorbance mesurer correspondante, en en ordonnée. Enregistrer la courbe établit sur le spectrophotomètre dans le cas ou le coefficient R est supérieur ou égale à 0.995 avec le maximum de point retenues.

Procéder de la même façon pour l'analyse de l'échantillon.

- **Dosage manganèse**

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de all mélange dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume. Lecteur parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités

de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

	Source settara	Source Ain chikh	Source Ain moula	Source Bestana	La concentration maximale
NH_4^+(mg/l)	0.03	0	0.15	0	0.2-0.3
Mn^{2+} (mg/l)	0.027	0	0.04	0	0.1
Fe^{2+} (mg/l)	0	0	0.163	0	0.3

Tableau 12 : la valeur de NH_4^+ et Mn^{2+}et Fe^{2+} en mg/l

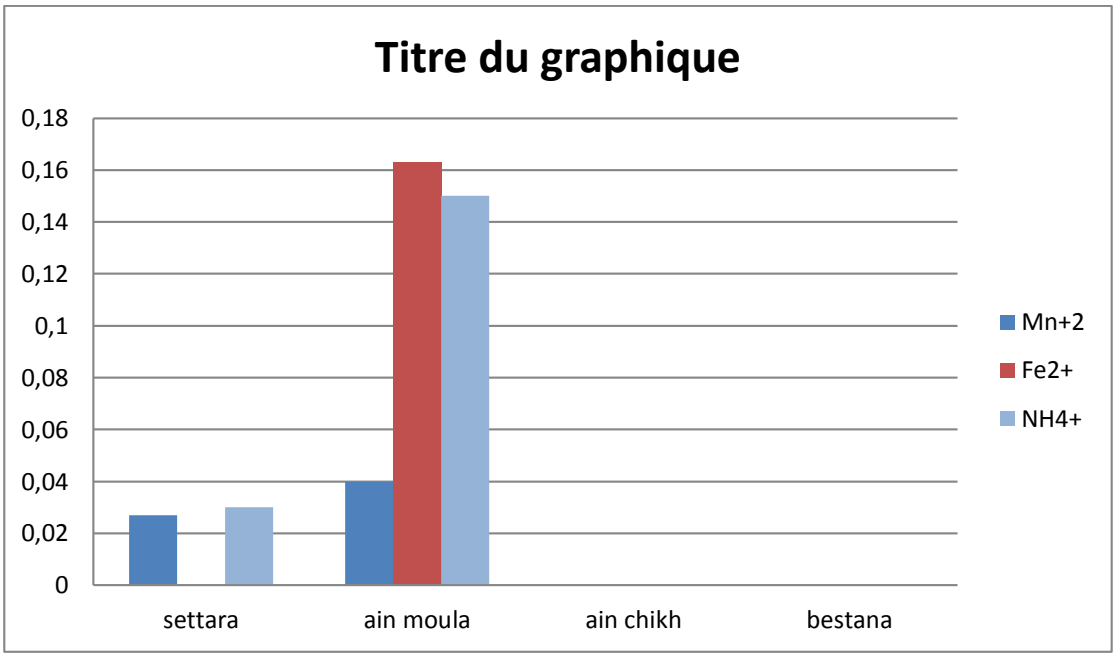


Figure13 : évaluation de Mn^{+2} et Fe^{2+} dans nos échantillon.

Nos résultats montrent que une absence totale de fer dans les sources settara, ain chikh et bestana Par contre les valeurs de source ain moula répondues aux normes d'OMS La présence du fer dans les sources naturelles indique de la décomposition des roches et des minéraux du sol

Les sources ain chikh et bestana montrent qu'une absence totale d'ammonium et manganèse par contre ain moula et settara étudiés présentent des valeurs répondues aux normes d'OMS.

- **Dosage de L aluminium par spectrométrie :**

Dans une série de fioles jaugées de 50 ml, introduire à l'aide d'une pipette, les volumes de la solution étalon fille d'aluminium à 10 mg/l (h), indiqués dans le tableau ci-dessous, ajouter de l'eau distillée au contenu de chaque fiole, injecter successivement des réactifs suivants :

0.5 ml de thiosulfate de sodium 0.028 N avec agitation,

1 ml d'acide ascorbique à 1% (c) avec agitation,

1 ml d'acide sulfurique à 0.04 N (b),

10 ml de la solution tampon pH 6.2,

5 ml de la solution fille d'eriochrome cyanine. Ensuite réajuster les volumes à 50 ml avec de l'eau distillé. Attendre 10 min,

Mesurer enfin, l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

- **Détermination de l'oxydabilité au permanganate de potassium :**

-Transférer à l'aide d'une pipette, 100 ml d'échantillon (ou d'échantillon dilue) dans un bécher de 250 ml. Ajouter 20 ml d'acide sulfurique 2 mol/l (c) et mélanger en agitant doucement.

-Placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition.

-Ajouter 20 ml de la solution étalon 2 milli moles/l de permanganate de potassium (g) et démarrer le chronomètre et maintenir à l'ébullition pendant 10 minutes + 2 minutes.

Après 10 min, ajouter à l'aide d'une pipette 20 ml de la solution étalon d'oxalate de sodium 5 milli moles/l (e) et attendre que la solution se décolore.

-Retirer alors le bécher de la pique et le poser sur l'agitateur après avoir au préalable placé une feuille blanche sur ce dernier (pour une meilleure vision de la coloration rose pâle à venir).

-Titrer pendant que la solution est encore chaude, avec la solution titrant de permanganate de potassium 2 milli moles/l (g) jusqu'à une coloration rose pâle persistant environ 30 s. Noter le volume V1 de permanganate consommé.

-Effectuer parallèlement à la détermination, un essai à blanc en utilisant le même mode opératoire, mais en remplaçant la prise d'essai par 100 ml d'eau distillée (de préférence sortant du purificateur). Noter le volume Vo de solution de permanganate consommé.

Conserver le blanc titré pour la vérification du permanganate de potassium :

-Au blanc titré, ajouter 20,00 ml de la solution d'oxalate de sodium 5 milli moles/l (e). Réchauffer la solution une à deux minutes (à environ 90°C) et retirer avec le permanganate 2 milli moles/1 (g) jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistant 30 s.

-Noter le volume V2 de solution de permanganate consommé, qui devrait être entre 19 et 21 ml. Dans le cas contraire, repreparer une solution titrant de permanganate de concentration 2 milli moles/l et refaire l'analyse. Si le problème persiste refaire la solution mère de permanganate 20 milli moles/1.

	Source settara	Source Ain moula	Source ain chikh	Source bestana	La concentration maximale
K^+(mg/l)	2.6	1.5	3.8	1.1	12-20
Al^{3+} (mg/l)	0.003	0.009	0.002	0.004	0.0075

Tableau 13 : les valeurs de K^+ et Al^{3+} en mg/l

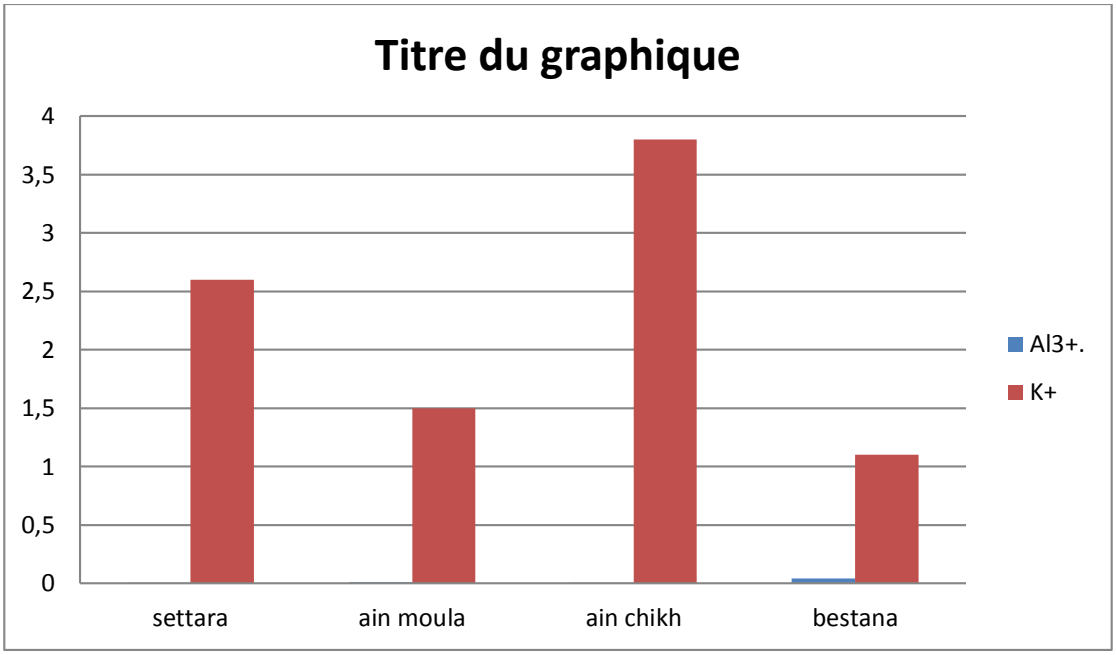


Figure 14 : évaluation Al^{3+} et K^{+} dans nos échantillon.

Nos résultats montrent que la concentration de potassium [K+] est très inférieur par rapport les Normes.

La concentration de l'aluminium dans les source settara ,ain chikh et bestana répondu aux normes de OMS sauf source ain moula dépasser les normes .

- **Dosage de nitrate :**

Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 min. l'apparition de la coloration rose indique le présence des NO_2^-enfin mesurer l'absorbance de chaque étalon a la longueur d'onde (environ 540nm) effectuer parallèlement au dosage ,un essai a blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les même quantités des réactifs mais en employant le même volume approprie d'eau distillée a la place de la pris d'essai.

- **Dosage de phosphore :**

Introduire 40 ml d'échantillon , ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif mélange dans fiole jaugé de 50 ml .compléter le volume effectuer parallèlement au dosage , un essai a blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les même

quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée a la place de la prise d'essai.

	Source settara	Source Ain moula	Source ain chikh	Source bestana	La concentration maximale
PO_4^{3-} (mg/l)	0	0.006	0.01	0.004	<0.0036
NO_2^- (mg/l)	0	0.062	0	0	0.1 ou <0.02

Tableau14 : les valeurs PO_4^{3-} et NO_2^- en(mg/l)

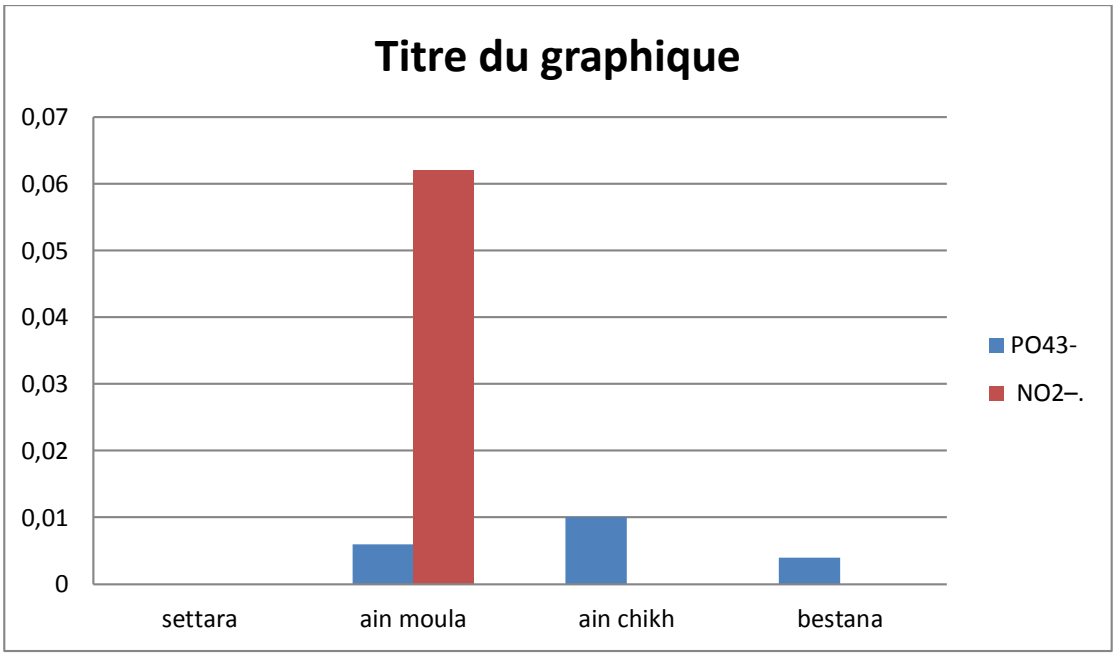


Figure 15 : évaluation de PO_4^{3-} et NO^{2-} dans nos échantillons étudiés.

Nos résultats montrent une absence totale de la concentration de phosphore et nitrite dans l'eau de source settara par contre source ain moula dépasser les normes de OMS.

- **Dosage de sulfate :**

PRINCIPE

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction :

$BaCl_2 + SO_4^{2-} = BaSO_4 + 2Cl^-$

➢ **Mode opératoire** :

- Prendre 20 ml d'eau analysé puis compléter a 100 ml distillée.

- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

- Ajouter 2 ml de chlorure de Baryum BaCl2.

- Ajouter énergiquement pendant 5 min.

➢ **Expression des résultats :**

- Observation de colorations.

- Lecteur dans le spectromètre UV visible.

La spectroscopie d'absorption dans l'UV et le visible est une méthode très commune dans les laboratoires. Elle est basée sur la propriété des molécules d'absorber des radiations lumineuses de longueur d'onde déterminée.

- **Dosage du chlorure :**

Dosage

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution traitée de nitrate d'argent $AgNO_3$ en présence de chromate de potassium K_2CrO_3 comme indicateur. La fin de la

réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent AgCrO4 au point d'équivalence. (Méthode de MOHR) .

- **Mode opératoire :**

-Introduire 100 ml d'eau à analyser, préalablement filtrée, dans un erlenmeyer de 500 ml.

- On ajoute 1 ml de K_2CrO_4 (10%).

-Titrer avec AgNO3 (0,1N) l'apparition d'une teinte rougeâtre du précipité cette couleur doit persister 1à 3 min.

- Soit V le volume de la solution AgNO3 (0,1N)..

- **Expression des résultats :**

$$(Cl^-)\ mg/l = V \times 3.55\ mg/l\ de\ Cl^-$$



Figure 16 : virage de couleur de jaune à rouge briqué.

- **Dosage du Bicarbonates (HCO_3) :**

L'eau agressive chargée en acide carbonique est ensuite saturée par des cations le plus souvent alcalino-terreux, pour donner les bicarbonates qui circulent dans la zone noyée.

Le bicarbonate, ou hydrogénocarbonate, est un ion poly atomique dont la formule chimique est RCO_3^-. Le bicarbonate est nommé de par le caractère double de ses

propriétés, il est à la fois acide et base appartenant à deux couples acido-basiques différents, on appelle cala une espèce amphotère. Dans l'eau, le dioxyde de carbone (acide carbonique), l'ion bicarbonate et l'ion carbonate sont en équilibre, en fonction du pH.

L'ion de bicarbonate est le principal constituant alcalin des eaux courantes, on le trouve souvent à une concentration de 5 à 50 mg/l de $CaCO_3$. La teneur peut comme on l'a vu être déduite de l'alcalinité.

Résultat d'analyse :

	Source settara	Source Ain chikh	Source Ain moula	Source Bestana	La concentration maximale
HCO_3(mg/l)	262.3	286.7	295.85	213.5	200-500
Cl^- (mg/l)	140.58	102.24	35.5	35.5	250-500
SO_4^{2-} (mg/l)	193	388	147	125	500

Tableau 15:les valeurs HCO_3^- et Cl^- et SO_4^{2-} (en mg/l)

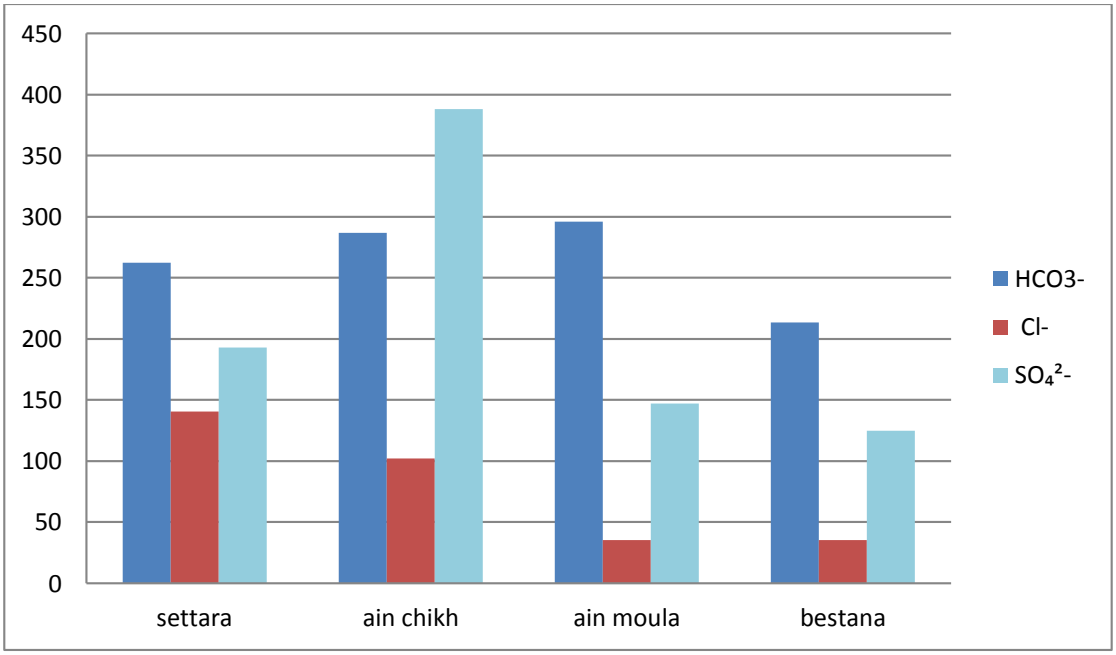


Figure 17 : évaluation de HCO^{3-} et Cl^- et SO_4^{2-} dans nos échantillons étudiés.

Nos résultats montrent que les 4 sources étudiées présentent des valeurs répondues aux normes d'OMS. Sauf que l'eau de la source ain moula et bestana présent une teneur de chlorure légèrement faible par rapport les normes d'OMS.

II-1-3-Les analyses bactériologiques :

- **Résultats des analyses :**

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et il s'agit de la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, et des germes totaux. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau

A partir de ces résultat, on peut constater l'absence des différents germes recherchés dans les différents échantillons avant la conservation on peut expliquer leur absence même après trois semaines d'exposition au soleil, que nos échantillon sont dépourvu de germe pathogène et consommable.

	Coliformes totaux	**Coliformes fécaux**	**Streptocoques fécaux**	**Germes totaux**
Source settara 10/01/2022	**00**	**00**	**00**	**00**
Source ain chikh 09/01/2022	**00**	**00**	**00**	**00**
Source Ain moula 15/03/2022	**00**	**00**	**00**	**00**
Source bestana 15/03/2022	**00**	**00**	**00**	**00**

Tableau 16 : Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de source de la wilaya de Médéa.

Conclusion

Dans cette étude nous avons essayé d'étudier les différentes analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau afin de comprendre comment évaluer la qualité de l'eau de déterminer l'origine de la pollution biologique

L'eau est indispensable a la vie , sans elle il n'y aurait aucune vie possible sur terre .le constat est simple ,tous les être vivant ont besoin d'eau pour exister .la terre étant ,a ce jour a seul planète du système solaire ,elle est la seule a abriter la vie . S'il est nécessaire de consommer de l'eau en quantité suffisante, il est également requis que cette eau soit de bonne qualité, saine et pure. Selon les résultats de l'analyse physique et chimique et bactériologique saine et pure. Selon les résultats des analyses physique et chimique et bactériologiques L'eau de la source (aine cheikh) région de Médéa c'est une eau de bonne qualité et celle de Source(sattara) et source (bastana) une eau consommable mais à condition d'un contrôle a chaque fois . Par contre, l'eau de la source (Moula) est de mauvaises qualités à cause est les hors norme

Et Sur le plan Physico-chimique les paramètres étudiés PH, Conductivité, Température, Turbidité, TH, Tca++ , TAC, TA, Cl^-, Ammonium, Nitrite, Nitrate, Sulfate, Ortho phosphore, Fer, Potassium, Sodium, Calcium, Magnésium, Hydrogénocarbonate, Carbonate de calcium, Présentent des résultats conformes aux normes pour l'eau des sources (aine cheikh), (sattara)et (bastana) dans la majorité des paramètres sauf le cas de sodiume , Potassium, hors normes. L'eau de la source (Moula) aussi conformes aux normes sauf quelques paramètres tels que aluminium, potassium , sodium phosphore , bicarbonate ….etc.

Sur le plan organoleptique Selon les résultats l'eau des quatre sources présenté des caractères propre à la consommation, Toutes ces sources manque de minéraux bénéfiques pour la sante.

Références bibliographique

Les références

[1]N, et Achi. I., (2016**).** Caractéristiques physico-chimiques d'un cours d'eau (cas de l'Oued Charef) dans la région de Guelma (Nord-est algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mais 1945 Guelma.

[2]Gerard. G., (1999). L'eau, milieu naturel et maîtrise, édition INRA : Volume 1, 204p.

[3]Rabetafika. H.N, Paquot. M, Janssens. L, et Castiaux**. A., (2006).** Développement durable et Ressources Renouvelables, ph. Dubois 2006, la Politique scientifique Fédérale. Rue de la Science 8 B-1000 Bruxelles. Belgique. 1, (4), 56-63p

[4]Roux. D., (1987). Office International de L'eau : L'analyse biologique de l'eau. TEC et DOC. Paris. 229 p.

[5]https://www.journal-ensemble.org/articles/sante/conseils/les-bienfaits-de-leau-sur-la-sante

[6]https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258887/9789242549959-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[7]Franck Rajsek .2002. Analyses de l'eau, aspect réglementation et techniques, centre régional.

[8]Rodier J, 2005**.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer .8eme édition .dynode, paris. Des documents pédagogiques d'Aquitaine. 360 Pages (15-88).

[9](Berne et Cordonnier, 1991). Traitement des eaux édition technique paris 306p.

[10] http://isitv.univ-tln.fr/~lecalve/oceano/plan.htm

[11](Gaujour , 1993).la pollution des milieux aquatiques aide mémoire 2eme édition.

[12] (Rodier, 1996).analyse de l'eau : eaux résiduaires eaux de mer 6éme Edition

[13]www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf]

[14](Leyral et al ; 2002) microbiologie et qualité des industries agroalimentaire paris p 245.

[15](OMS, 2004**).** Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.

[16]www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/colour

[17]https://www.lenntech.fr/francais/data-perio/p.htm#ixzz7Q4gJ0neE]

[18]https://www.lenntech.fr/periodique/elements/fe.htm#ixzz7Q4jM8g7l]

[19]https://www.journal-ensemble.org/articles/sante/conseils/les-bienfaits-de-leau-sur-la