

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIERE
FILIERE : CHIMIE

MEMOIRE DE MASTER

SPECIALITE : CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

THEME

**Caractérisation des sources de la région de Yakouren par
des méthodes physico-chimique**

Présenté par : **HADNI** **TARIK**
 OUAZAR **CHAHINEZ**

Soutenu publiquement, le 10/ 10/ 2017, devant le Jury composé de :

Mme : KLALECHE Lynda	MCB	UMMTO	PRESIDENT
Mrs : KADOUCHE Slimane	MCA	UMMTO	ENCADREUR
Mlle : CHEIKH Assira	MCB	UMMTO	EXAMINATEUR
Mlle : ALI Oumssad	MCB	UMMTO	EXAMINATEUR

2016 - 2017

Remerciements

Nous adressons nos remerciements à toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce projet de fin d'études.

En premier lieu, notre promoteur Mr S.KADOUCHE(MCA) nous reconnaissons le privilège que nous avons eu de travailler à ses côtés et de partager son savoir. Nous lui témoignons notre profond respect.

Nous remercions Mr Hammoum pour sa contribution à notre modeste travail

Nos vifs remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel du laboratoire de l'ADE de TIZI OUZOU pour nous avoir autorisé l'accès au laboratoire.

Nous remercions Mlle ALI (MCB) et Melle Chikh (MCB) et Mme KLALECHE(MCB) de nous avoir honorés de leurs présences afin d'examiner et de juger notre travail.

Nous remercions également Amir, Amar ainsi que Farhat, pour leurs disponibilités ainsi que pour les efforts qu'ils ont fournis afin de finaliser notre travail.

Merci également à tout le personnel du département et les professeurs qui nous ont accompagnés jusqu'ici.

Dédicaces

A mes chers parents, Louisa et Madjid pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chers frères, Saif Eddine et Chems Eddine ainsi que sa femme Fetta pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A ma chère sœur Amina et sa petite famille,

A mes chères amis Koukou, Lolette, Djaouida, Lydhia, Sissy, Amel, Sabrina, Cilya, Ali, et Salem pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mon cher binôme Tarik

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Chahinez

Dédicaces

À la mémoire de mon Père, Qui nous à toujours appris, jusqu'à son dernier souffle, à nous soumettre à Dieu et, à rester debout devant les hommes,

Que Dieu te garde dans son vaste paradis mon Père,

À ma chère Maman, Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude et l'amour que j'éprouve,

Le respect, la reconnaissance...

Que Dieu t'accorde une longue et paisible vie,

A mon cher oncle Mohand, sa femme Nabila et ses enfants Amar et Celina

A toute la famille Hadni (Hadj Arezki, Mohand Ameziane, Mokrane, Ali)

Hadni Djamel Nacer Smail

A toute la famille Henni

A toute la famille kabiche amar

A mes Grands Parents

A mes tantes faroudja et ouardia

Je leur dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements,

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, mes aimables amis, collègues d'études, et frères de cœur, Ouali, Ismail, Farhat, Hamid, Amir, Ali, Salem, brahim youcef, ghani

A ma chère binôme Chahinez

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je n'ai que si peu de mots pour exprimer mes sentiments, merci, merci, merci, mille fois merci.

Tarik

ABREVIATIONS

pH : potentiel d'hydrogène.

°C : degrés Celsius.

mg : milligrammes.

g : gramme.

min : minutes.

ml : millilitre.

l: litres.

ms: millisiemens.

cm : centimètre

MES : matière en suspension.

ADE : Algérienne Des Eaux.

CMA: Concentration Maximal Admissible

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique.

M : Molarité Mol /L

N.A : Norme Algérienne.

N : Normalité

Mgt^l : Milligramme Par Litre

H: Heure

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet. Mg.L⁻¹

V : Volume. L

TH : Titre Hydrotimétrique.Mg.L⁻¹

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géologique de la région de Yakouren	1
Figure 2 : Situation géographique de la source « Tougana » (Yakouren).....	2
Figure 3 : Situation géographique de la source « Ait Bouhini » (Yakouren).....	2
Figure 4 : Situation géographique de la source «Ighil Boukiassa» (Yakouren).....	3
Figure 5 : Diagramme de la variation du climat de la ville de Yakouren	4
Figure 6 : Diagramme de la variation de la température	4
Figure 7 : Source de ait bouhini 1	18
Figure 8 : Source de ait bouhini 2	19
Figure 9 : Source de ighil boukaissa	20
Figure 10 : Source de tougana.....	21
Figure 11 : Les valeurs de dureté totale de l'eau pour les différentes sources.....	32
Figure 12 : Teneur en chlore dans l'eau pour les trois sources considérées	32
Figure13 : Concentration en sulfate dans l'eau pour les quatre sources considérées.....	33
Figure 14 : Teneur en TAC dans l'eau pour les quatre sources étudiée.....	33
Figure 15 : Concentration des paramètres de pollution de l'eau pour les différentes sources étudiée.....	35
Figure 16 : Teneur en matière organique de l'eau pour les différentes sources considérée.....	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification des paramètres qui contrôlent la qualité de l'eau.....	9
Tableau 2 : Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie	10
Tableau 3 : Les principales maladies d'origine virale	16
Tableau 4 : Appellations des sources	22
Tableau 5 : Résultats physico-chimiques	29
Tableau 6: Paramètres de minéralisation de l'eau pour les quatre sources considérées et la norme fixée par l'Algérie et l'OMS	31
Tableau 7: Paramètres de pollution de l'eau pour les différentes sources étudiées	34

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Chapitre I : Etude bibliographique

Partie A : présentation de la région d'étude et propriétés de l'eau naturelle

I.A.1 Cadre géographique	1
I.A.2 Cadre climatique	3
I.A.3 Caractéristiques générales	5
I.A.4 L'eau potable.....	5
I.A.5 Eau de source	6
I.A.6 Où et comment trouver l'eau de source	6
I.A.6.1 Dans les sols rocheux	6
I.A.6.2 Dans les sols mous	6
I.A.6.3 Le long de la cote	7
I.A.6.4 Sur les montagnes.....	7
I.A.7 Quelles sont les différentes sources d'eau potable	7
I.A.7.1 Quelques sources d'eau potable	8
I.A.8 Contrôle de la qualité de l'eau	8
I.A.9 Les Normes de potabilité.....	9
I.A.10 Les paramètres organoleptiques	10
I.A.11 Les paramètres en relation avec la structure de l'eau	11
I.A.11.1 Conductivité	11
I.A.11.2 Titre alcalimétrique	11
I.A.11.3 Chlorures	11
I.A.11.4 Sulfates	11
I.A.12 Les paramètres indésirables	12
I.A.12.1 Matières organiques	12
I.A.12.2 Ammonium	12
I.A.12.3 Nitrites	12
I.A.12.4 Nitrates	12

I.A.13 Les paramètres concernant les eaux douces	12
I.A.13.1 L'acidité	13
I.A.13.2 Dureté	13

Partie B : Pollution des eaux et Impact sur la santé

I.B.1 Principales sources de pollution	14
I.B.1.1 D'origine domestique et urbaine	14
I.B.1.2 D'origine agricole.....	14
I.B.1.3 D'origine industrielle.....	15
I.B.2 Modes de contamination des eaux souterraines	15
I.B.3 Maladies à transmission hydrique	15
I.B.3.1 Maladie d'origines virales	16
I.B.4 La virologie des milieux hydriques	16
I.B.5 Impact de la pollution hydrique sur l'environnement	17

Chapitre II: Partie Expérimentale

Echantillonnage et méthodes analytiques

II.1 Échantillonnage	18
II.1.1 Echantillons destinés aux analyses physico-chimiques	22
II.1.2 Transport des échantillons	22
II.2 Méthodes analytiques	22
II.2.1 Analyses physico-chimiques.....	22
II.2.1.1 Mesure du potentiel d'hydrogène	23
II.2.1.2 Mesure de la turbidité	23
II.2.1.3 Mesure de la conductivité	23
II.3 Analyse de minéralisation globale	23
II.3.1 Alcalinité.....	23
II.3.2 Dureté.....	24
II.3.3 Appareillage.....	24
II.3.4 Réactifs	24
II.3.5 Mode opératoire	24
II.3.6 Détermination de la dureté (T.H).....	25
II.3.2.1 Dosage du Calcium.....	25

II.3.2.2 Détermination magnésium.....	26
II.3.3 Dosage des chlorures (méthode de mohr).....	26
II.3.4 Dosage du potassium et du sodium par spectrophotométrie d'émission à flamme	26
II.3.5 Dosage des sulfates.....	26
II.4 Analyse des paramètres de pollution	26
II.4.1 Dosage d'Ammonium.....	27
II.4.2 Dosage des ions nitrites	27
II.4.3 Dosage des ions nitrates.....	27
II.4.4 Détermination des phosphates	27
II.5 Analyse des éléments indésirables.....	28
II.5.1 Dosage de la matière organique.....	28

Chapitre III: Résultats et Discussion

III.1 Analyses physico-chimiques	29
III.1.1 Paramètres physico-chimiques	29
III.1.2 Turbidité	30
III.1.3 Le potentiel d'hydrogène (pH).....	30
III.1.4 Conductivité à 25 °C	30
III.2 Paramètres de minéralisation globale.....	31
III.2.1 Dureté totale	32
III.2.2 L'ion chlorure.....	32
III.2.3 L'ion sulfate	33
III.2.4 Titre Alcalimétrique Complet (TAC).....	33
III.3 Paramètres de pollution	34
III.3.1 Ion d'ammonium.....	34
III.I.3.2 Ion nitrites	34
III.3.3 Ion nitrates.....	35
III.3.4 Ion phosphate.....	35
III.3.5 Matière organique.....	36

Conclusion générale

Références bibliographiques

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est indispensable à la vie, elle constitue 70% du poids du corps humain, elle est utilisée pour de nombreux usages essentiels: la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, l'entretien de l'habitation, les loisirs, l'industrie, l'agriculture...

L'eau que nous utilisons provient du réseau public de distribution des eaux. Celui-ci peut être alimenté par un cours d'eau, une nappe phréatique, une source, un barrage.

L'eau de Source, exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, est embouteillée à la source.

Elle est d'origine souterraine microbiologiquement saine ; elle doit respecter dans son état naturel les caractéristiques de qualité physico chimique des eaux destinées à la consommation humaine.

Le présent travail est subdivisé en trois chapitres. Le premier chapitre définit les généralités sur les principales propriétés de l'eau ainsi que les méthodes d'analyse et les procédés de traitement de l'eau et le deuxième ou on étudie la Pollution des eaux et Impact sur la santé. Chapitre trois présente l'étude expérimentale.

Nous achevons ce modeste travail par une conclusion générale.

Chapitre I : Étude Bibliographique

Partie :A

Présentation de la région d'étude et propriété de l'eau naturelle

Partie A : Présentation de la région d'étude et propriétés de l'eau naturelle***I-A-1 Cadre géographique :***

Yakouren est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou en kabylie (Algérie), située à 46 Km à l'est de Tizi-Ouzou et à 11 Km au sud-est de Azazga. Elle est délimitée au nord par Akerrou et au sud par Ifigha et Idjeur, à l'est par Azazga, et à l'ouest par la wilaya de Bejaia. Le littoral s'étend sur 80 km, c'est une région côtière et montagneuse. Elle se situe à 100 km de la capitale. Tizi-Ouzou s'étend sur une superficie de 2957, 93 km², et elle est divisée administrativement en 21 daïras et 67 communes. Avec une population environ de 1 200 000 habitants, soit une densité de 400 habitants par Km².



Figure 1 : Situation géographique de la région de Yakouren.



Figure 2 : Situation géologique de la source de tougana.

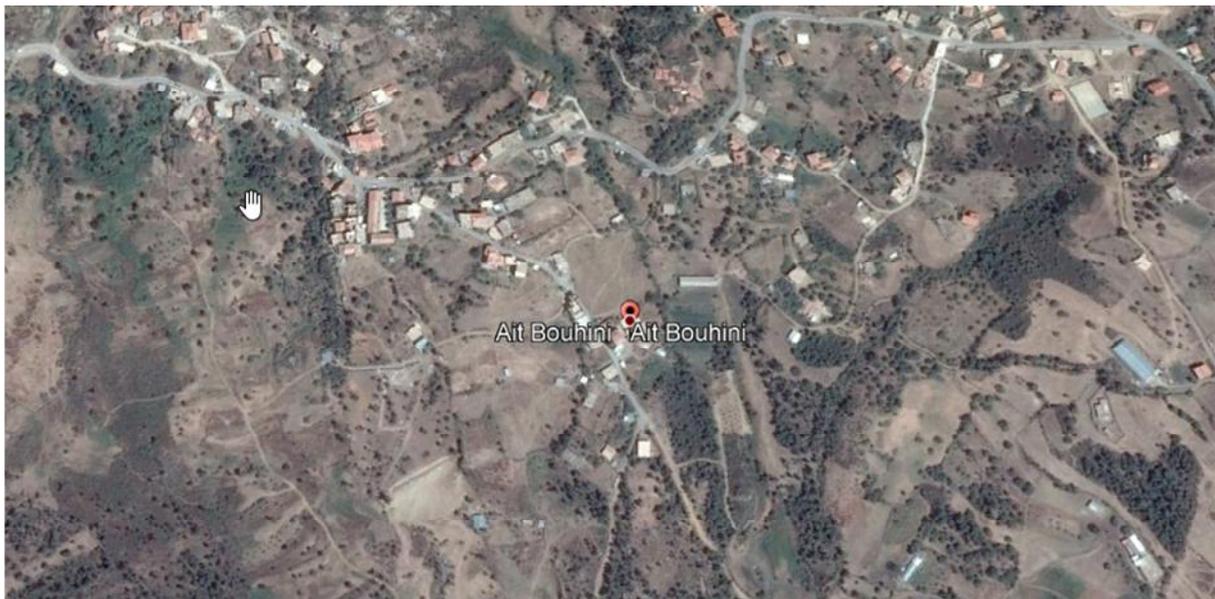


Figure 3 : Situation géologique de deux sources de Ait bouhini.

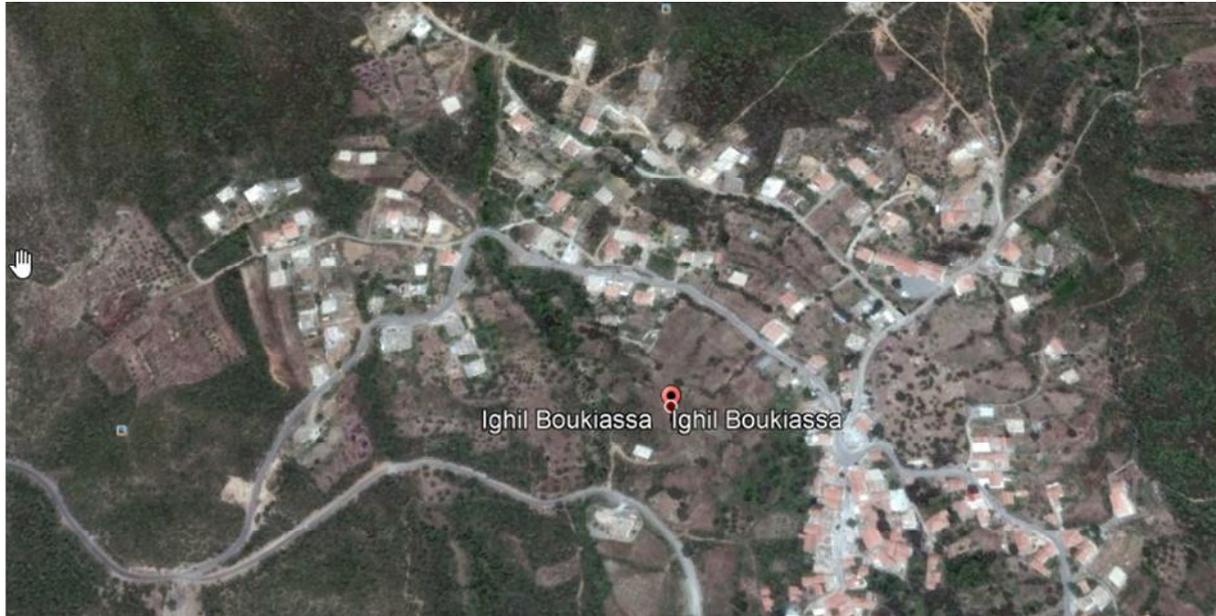


Figure 4: Situation géologique de la source de ighil boukaissa

I-A-2 Cadre climatique :

La ville de Yakouren bénéficie d'un climat tempéré chaud. L'hiver à Yakouren se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été d'après Koppen et Geiger, le climat y est classé Csa. La température moyenne annuelle est de 15,0 °C à Yakouren. Elle tombe en moyenne 1053 mm de pluie par an.

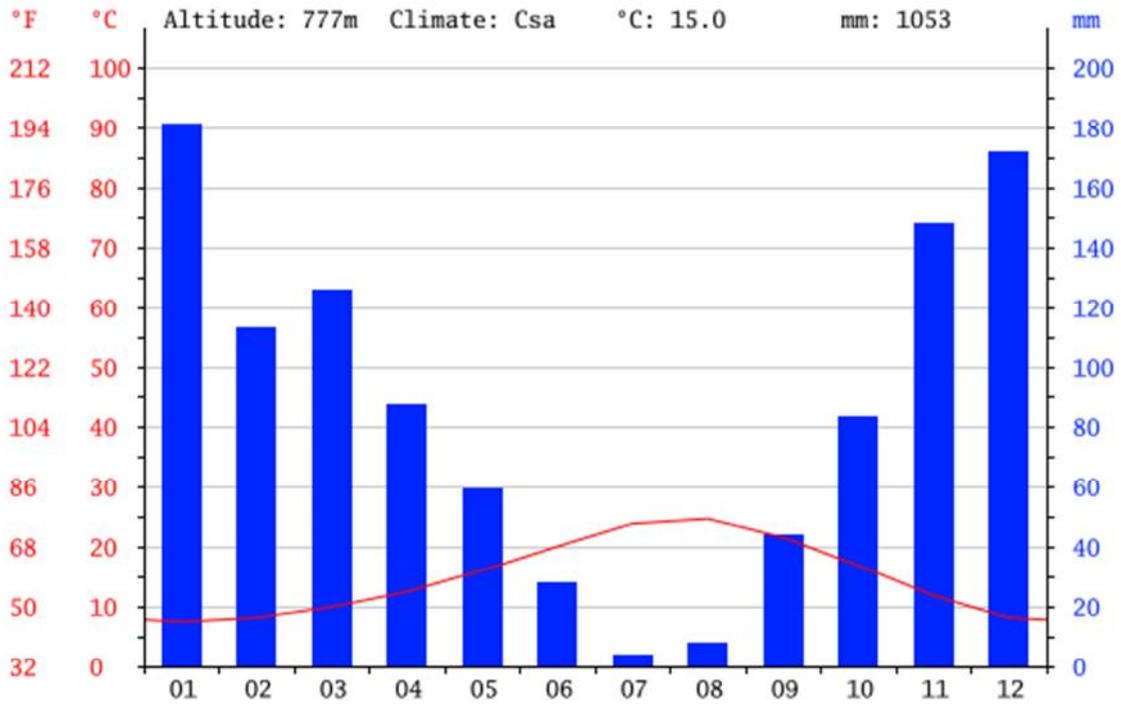


Figure 5: Diagramme de la variation du climat de la ville de Yakouren

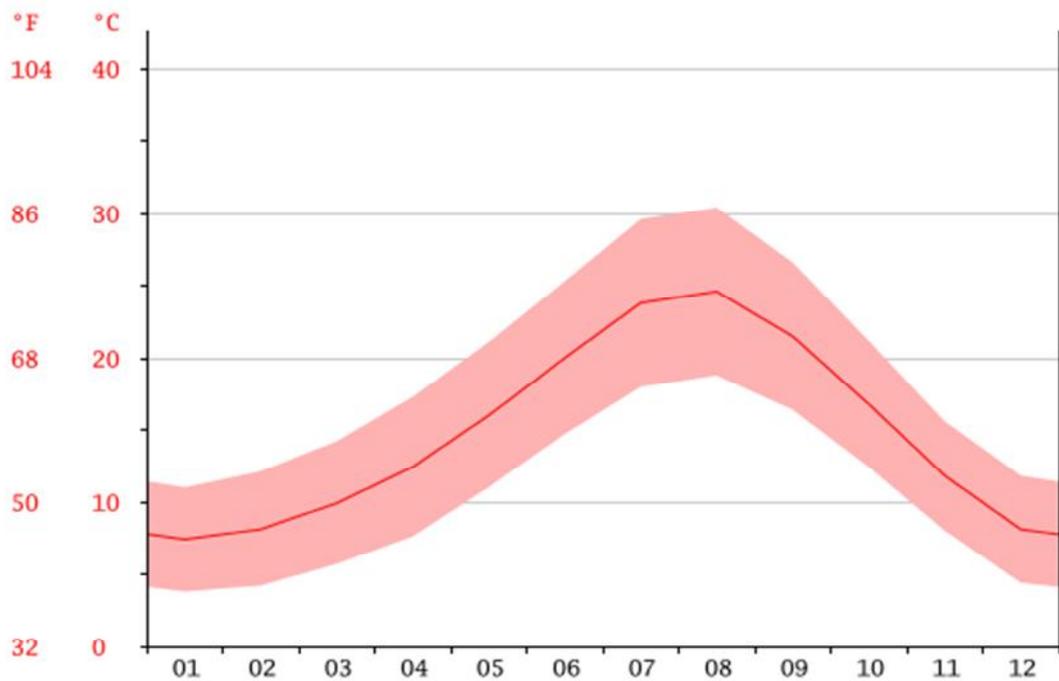


Figure 6 : Diagramme de la variation de la température.

I-A-3 Caractéristiques générales :

Une eau de surface peut être chargée de gaz dissous, issus de l'atmosphère: Le dioxyde de carbone CO₂, l'azote N₂, l'oxygène O₂.... Elle peut dissoudre des constituants minéraux contenus dans le sol. L'eau de surface est chargée de particules, matériaux divers,... en suspension :

Matières En Suspension (M.E.S) : Elles représentent tout élément en suspension dans l'eau dont la taille permet sa rétention sur un filtre de porosité donnée. Les M.E.S. sont liées à la turbidité (mesure du trouble de l'eau).

Les Colloïdes: sont des micelles chargées négativement (diamètre de 0,5 µm à 0,5 mm).

Matières Organiques (M.O) : Elles sont issues de la décomposition des animaux et végétaux morts.

Les eaux de surfaces sont sujettes à des variations de la teneur en oxygène, fer, plancton,...en fonction de la profondeur. Pollutions bactériennes et/ou virales (virus de la poliomyélite, le Choléra,...). Pollutions organiques (eutrophisation: surmultiplication des algues.

I-A-4 L'eau potable:

L'eau dans la nature se recycle continuellement et on peut la capter à différents moments de son cycle :

La pluie se forme par évaporation de l'eau de surface.

L'eau de pluie infiltre le sol qui alimente la nappe souterraine

La source commence à l'endroit où l'eau de la nappe souterraine effleure le sol.

Le ruisseau, la rivière, l'étang ou le lac sont alimentés par les sources.

L'évaporation de l'eau des rivières, des étangs des lacs de la mer sous l'effet des rayons du soleil produit la pluie.

I-A-5 Eau de source :

Une eau de source est une catégorie d'eau embouteillée dont les caractéristiques doivent respecter une réglementation qui varie selon les pays.

En générale, elle doit être d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution, et n'ayant ni traitement chimique, ni adjonction.

Elle doit donc être naturellement conforme aux critères de potabilités ce qui n'est pas forcément le cas d'une eau minérales naturelle.

Il n'y'a pas de teneur minimale en minéraux à respecter (contrairement aux eaux minérales en Amérique du nord).

I-A-6 Ou et comment trouver l'eau de source :**I-A-6 -1 Dans les sols rocheux :**

L'eau désagrège facilement le calcaire et y creuse des cavernes qui recèlent sources et suintement

A cause de sa porosité, la lave retient beaucoup d'eau.

Vous trouverez des sources le long des vallées qui traversent d'anciens écoulements de lave.

Quand un canyon dessèche coupe à travers une couche de grés poreux, il y a la de l'eau qui suinte sur ses parois.

Dans les régions riches en granit, creusez un trou dans l'herbe verte et vous y verrez surgir de l'eau.

I-A-6 -2 Dans les sols mous :

L'eau y est ordinairement plus abondante et plus facile à découvrir que dans les sols rocheux.

Les nappes phréatiques font souvent surface dans les vallées et sur leurs pentes.

Les sources et le suintement se tiennent au-dessus de la ligne des hautes eaux des rivières après le retrait de celles-ci.

Avant de creuser pour trouver de l'eau essayez de découvrir les signes qui en indiquent la présence.

Le fond d'une vallée au pied d'une pente raide, un coin d'une verdure ayant abrité une source a la source des pluies, un foret bas, le rivage de la mer et les plaines voilà autant d'endroits ou le niveau hydrostatique repose sous la surface.

Il n'est pas nécessaire d'y creuser profondément pour puiser de l'eau.

Au-dessus du niveau de la nappe phréatique, il y a des ruisseaux et des marais. Ces eaux sont contaminées et dangereuses même lorsqu'elles se situent très loin de toute habitation.

I-A-6 -3 Le long de la cote :

Au bord de la mer, on peut trouver de l'eau dans les dénivellations entre les dunes, en creusant dans la saie humide.

Sur la plage, à marée basse, faites des trous dans le sable à environ 30m au-dessus de la ligne atteinte par la marée haute.

Cette eau, quoique saumâtre, demeure suffisamment potable.

Passez-la tout de même à travers un filtre de sable afin d'en adoucir le gout salin.

Ne buvez pas l'eau de mer.

La concentration de sel y est si forte qu'elle extirpe tous les fluides de l'organisme et gêne le bon fonctionnement des reins.

I-A-6 -4 Sur les montagnes :

Creusez dans les lits desséchés des ruisseaux, car l'eau s'y cache souvent sous le gravier.

En terrain enneigé, faites fondre de la neige dans un récipient que vous placerez en plein soleil et à l'abri du vent.

Pour creuser, à défaut d'un équipement adéquat, utilisez des pierres plates et des bâtons.

I-A-7 Quelles sont les différentes sources d'eau potable :

Moins de 1% de l'eau présente sur terre est tout de l'eau douce liquide. Pour s'approvisionner en eau douce, substance vitale.

Pour l'homme et la société (boisson, agriculture, industries, loisirs....), l'être humain puise dans de multiples sources.

Tout d'abord, l'homme prélève l'eau douce dans les eaux libres de surfaces, les plus visibles et les plus accessibles : sources, rivières, lacs.

Nappes phréatiques, pluie, humidité de l'air.

Quand cela n'est pas suffisant ou possible, il creuse pour avoir accès aux réserves d'eau souterraine. Les puits lui permettent alors de puiser dans les phréatiques, qui peuvent parfois être non renouvelable dans le cas de l'eau fossile. D'autre part, si les prélèvements sont trop

importants, des masses d'eau impropre à la consommation (eau salée, polluée) peuvent envahir les nappes phréatiques et compromettre l'approvisionnement.

Une autre source est tout simplement la pluie. Quand les précipitations sont suffisantes, il est possible de collecter l'eau de pluie et de l'utiliser, à travers des citernes de récupérations de l'eau de pluie par exemple.

S'il n'y a pas de pluie, on peut encore capter l'humidité de l'air et des nuages en favorisant la condensation de l'eau grâce aux énergies renouvelables ou à des structures telles que des filets ou des arbres-fontaines.

I-A-7-1 Quelques sources d'eau potable :

L'ensemble des sources d'eau douces exploitables sont donc :

Les eaux libres de surfaces ;

Les eaux souterraines ;

L'eau de pluie ;

L'humidité de l'eau ;

L'eau de mer.

Malgré la diversité de ces sources, l'eau douce, et en particulier l'eau potable, reste une source rare qui fait défaut à un milliard de personnes. L'extension de l'accès à cette eau et la lutte contre son gaspillage sont donc un enjeu mondial.

On note que 5 millions de personnes meurent chaque année dans le monde du fait de la mauvaise qualité de l'eau! L'assurance de la qualité et de l'hygiène de l'eau est l'une des exigences prioritaires de la santé publique.

I-A-8 Contrôle de la qualité de l'eau :

Dans le but d'avoir une eau de qualité, les contrôles sont de plus en plus rigoureux. Ainsi en France, 5 paramètres étaient contrôlés en 1954 ; alors qu'ils sont de l'ordre de 61 en 1989. L'eau est l'aliment le plus surveillé ; Cela est fonction du développement des techniques d'analyses mais aussi de l'introduction dans le milieu de nouvelles substances dangereuses.

Tableau 1 : Classification des paramètres qui contrôlent la qualité de l'eau.

Paramètres	Exemples
Organoleptiques	Couleur, turbidité, odeur, saveur.
physico-chimiques liés à la structure naturelle des eaux	Température, pH, chlorures, sulfates, magnésium, sodium, potassium ...
Substances indésirables	Nitrates, nitrites, hydrocarbures, détergents, phénols, fer, manganèse, fluor, argent ...
substances toxiques	Arsenic, cadmium, mercure, chrome, béryllium, plomb, nickel, hydrocarbures, polycycliques, aromatiques ...
Microbiologiques	Coliformes, streptocoques, salmonelles, entérovirus, staphylocoques, bactériophages fécaux ...

I-A-9 Les Normes de potabilité :

Qu'est-ce qu'une eau potable? Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S., 1972), l'eau destinée à la consommation urbaine ne doit contenir ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. En outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Cette définition doit être traduite en termes permettant de déterminer si une eau est potable ou non. C'est là l'objet des normes de potabilité, approche quantitative de la notion qualitative de potabilité. Ces normes s'appliqueront à un certain nombre de grandeurs jugées pertinentes en la matière

Grille normative utilisée pour estimer la qualité de l'eau de boisson :

Cette grille a été établie par l'agence nationale des ressources hydrauliques pour limiter les concentrations des paramètres physico-chimiques dans les eaux de boissons.

Tableau 2: Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.

Physico-chimiques	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6,<9	>5,<9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Minéralisation mg.l ⁻¹	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600
Ca ²⁺ mg.l ⁻¹	40-100	100-200	200-300	>300
Mg ²⁺ mg.l ⁻¹	30	30-100	100-150	>150
Na ⁺ mg.l ⁻¹	10-100	100-200	200-500	>500
Chlorures mg.l ⁻¹	10-150	150-300	300-500	>500
Sulfates mg.l ⁻¹	50-200	200-300	300-400	>400

I-A-10 Les paramètres organoleptiques :

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, ils peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution. Ils permettent au consommateur de porter un jugement succinct sur la qualité de l'eau.

I-A-11 Les paramètres en relation avec la structure de l'eau :

Ils sont essentiellement représentés par les sels minéraux (calcium, sodium, potassium, magnésium, sulfates...). Ce sont eux qui font l'identité de base de l'eau.

I-A-11-1 Conductivité :

La conductivité électrique permet d'avoir une idée concise de la salinité de l'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH peu ordinaires, soit avec une salinité élevée. Il y a lieu de noter que l'eau d'alimentation a une conductivité électrique de 2800 μ S/cm.

I-A-11-2 Titre alcalimétrique :

Le titre alcalimétrique permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. La formation d'une couche carbonatée assurant la protection des canalisations contre certains risques de corrosion nécessite une alcalinité minimale. Le titre alcalimétrique complet, donnant l'alcalinité totale de l'eau (pas seulement l'alcalinité due au bicarbonate et au carbonate), ne doit pas être inférieur à 50 °F.

I-A-11-3 Chlorures :

Pour le chlore, la concentration "à risques" est de 200 mg/l. Les eaux chlorurées alcalines sont laxatives et peuvent poser des problèmes aux personnes atteintes de maladies cardiovasculaires ou rénales. La présence de chlorures dans les eaux est due, le plus souvent, à la nature des terrains traversés. Elle peut être aussi un signe de pollution (rejet industriel ou rejet d'eaux usées).

I-A-11-4 Sulfates :

Les concentrations maximales admissibles sont limitées à 250 mg/l. Des concentrations supérieures à 250 mg/l ne sont pas dangereuses mais comportent un risque de troubles diarrhéiques, notamment chez les enfants. La présence de sulfates est liée à la nature des terrains traversés. Elle peut également témoigner de rejets industriels.

I-A-12 Les paramètres indésirables :

Sont dites indésirables certaines substances qui peuvent créer soit un désagrément pour le consommateur : goût (matières organiques, phénols, fer...), odeur (matières organiques, phénols...), couleur (fer, manganèse...), soit causer des effets gênants pour la santé (nitrates, fluor).

I-A-12-1 Matières organiques :

La contamination des eaux par des matières organiques est mesurée par l'oxydabilité au permanganate de potassium. Cette dernière est admissible pour une concentration maximale de 5 mg/l d'oxygène.

I-A-12-2 Ammonium :

Par mesure de précaution, une concentration supérieure à 0,05 mg/l en ammonium laisse suspecter une pollution récente d'origine industrielle ou humaine. En effet, la concentration maximale admissible est de 0,5 mg.L⁻¹.

I-A-12-3 Nitrites :

Etant un signe très fort de la pollution pour des concentrations limites de 0,1 mg.L⁻¹, la présence de nitrites dans les eaux justifie une analyse chimique détaillée.

I-A-12-4 Nitrates :

Une eau contenant plus de 50 mg.L⁻¹ de nitrates est officiellement non potable car elle concentration maximale. Cependant, on estime que la consommation d'une eau ayant une teneur en nitrates comprise entre 50 et 100 mg.L⁻¹ peut être tolérée, sauf pour les femmes enceintes et les nourrissons. Au-delà de 100 mg.L⁻¹, l'eau ne doit pas être consommée. Les populations concernées doivent être informées dans les meilleurs délais et par tous les

I-A-13 Les paramètres concernant les eaux douces :

Des seuils de teneurs en calcium et en magnésium (dureté) et d'alcalinité (pH) ont été fixés pour que l'eau douce convienne à la consommation humaine.

I-A-13-1 L'acidité :

Le pH doit être, moyennement neutre, soit compris entre 6,5 et 8,5. Des pH inférieurs à 7 peuvent provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques. La corrosion augmente avec le degré d'acidité de la solution (pH). Des concentrations élevées en plomb, par exemple, peuvent résulter de la corrosion de canalisations par une eau exagérément acide.

I-A-13-2 Dureté :

La dureté d'une eau correspond à la présence de sels de calcium et dans une moindre mesure, de sels de magnésium (de strontium, de baryum). On l'exprime en général en milligrammes d'équivalents de carbonate de calcium par litre. Ce paramètre ne fait pas l'objet de normes strictes. Il varie le plus souvent entre 10 mg.L⁻¹ et 500 mg.L⁻¹. La valeur de 100 mg.L⁻¹ est couramment atteinte. Avec l'intervention d'autres facteurs (pH, alcalinité), une dureté de plus de 200 mg.L⁻¹ peut entraîner l'entartrage des canalisations et des appareils de chauffage. A l'inverse, une dureté trop faible (inférieure à 100 mg.L⁻¹) ne permet pas la formation d'une couche carbonatée protégeant les canalisations de certains risques de corrosion.

Les éventuels effets sur la santé de la dureté de l'eau de boisson sont controversés. Quoi qu'il en soit, par rapport à l'alimentation, l'apport de calcium et magnésium par l'eau est faible (5 à 20%)

Partie :B

Pollution des eaux et Impact sur la santé

Partie B : Pollution des eaux et Impact sur la santé

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes ; donc dangereux pour la santé.

La pollution de l'eau est toute modification physique ou chimique sur sa qualité, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités.

On dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement dégradée

L'eau souterraine, qui est jugée la plus potable, est la ressource la plus couramment utilisée dans les pays en développement. Cependant, cette eau est aussi très vulnérable à la pollution.

I-B-1 Principales sources de pollution :

La pollution des eaux souterraine provient essentiellement des activités domestiques urbaine et industrielles, agricole, ainsi que des précipitations, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatiques, et l'équilibre du milieu aquatique.

I-B-1-1 D'origine domestique et urbaine :

Ce sont des eaux usées urbaines, essentiellement constituées par des eaux domestiques provenant de l'activité humaine : ménagères : eau de cuisine, toilette, lavage...etc. La pollution domestique se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents. (VILLAGINES, 2003).

I-B-1-2 D'origine agricole :

Elle est causée essentiellement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et des pesticides, mais ce sont surtout les pratiques culturales modernes qui sont en causes. La pollution agricole se caractérise par la présence de forte teneurs en sels minéraux (azote, phosphore potassium) provenant des engrais, des élevages et de produits chimiques (pesticides, herbicides).

L'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs "eutrophisation " notamment par les engrais azotés et phosphatés conduit à la prolifération d'algues et de végétaux et à la dégradation des caractéristiques de l'eau (acidité, goût, odeur).

I-B-1-3 D'origine industrielle :

Provenant des usines, elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans cette dernière, citons :

Matières organiques et graisses

Hydrocarbure (raffineries)

Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Métaux (traitement de surface, métallurgie).

I-B-2 Modes de contamination des eaux souterraines :

Les eaux souterraines, longtemps considérées comme pures et protégées par le sol contre les divers activités humaines, elles sont de nos jours souvent touchées par l'infiltration de multiples polluants à haut risques dont les plus répandus sont : les nitrates et les pesticides. La pollution des eaux souterraines issue des sources domestiques, agricoles, et industrielles est en augmentation, il s'agit de rejets directs (effluents) ou indirects (à partir des engrais et des pesticides) ainsi que lixiviation provenant des déchets, les sources diffuses ont une incidence croissante.

I-B-3 Maladies à transmission hydrique :

L'eau, ressource naturelles indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou induite la première cause de mortalité et de maladie au monde.

Les maladies d'origine hydrique sont des infections, qui sont dues à un agent infectieux, bactérie, virus ou protozoaire. Dans le cas des infections d'origine hydrique, les agents responsables qui ont contaminé l'eau proviennent des individus malades, des porteurs sains ou des animaux

I-B-3-1 Maladie d'origines virales :**Tableau 3:** Les principales maladies d'origine virale

Maladies	Agents Responsables	Manifestations	Contamination	Références
Poliomyélite	Poliovirus	-fièvre ; -fatigue ; -douleur au niveau des jambes ; -Maux de tête.	Le virus pénètre dans la bouche et se multiplie dans l'intestin.	GEURSEN et al, 2004
Hépatite Infectieuse	Virus de L'hépatite A	-Perte d'appétit ; urines foncées ; -diarrhées ; -nausées ; -fièvres.	Voie digestive	OMS ,2008
	Virus de l'hépatite E	-trouble digestifs importants - urines foncées ; - diarrhées.	Voie digestive	OMS ,2008

I-B-4 La virologie des milieux hydriques :

Il est essentiel de bien différencier la notion de danger et la notion de risque. Le danger concerne les effets toxiques susceptibles d'être induits par un agent éventuellement toxique.

Le risque est la probabilité d'apparition de ces effets en fonction des conditions d'exposition au danger .L'importance du milieu hydrique comme voie de transmission de maladies à virus est, en pratique, relativement difficile à cerner du fait, d'une part, de la sous-estimation des résultats des analyses virologiques dues au faible rendement des techniques analytiques d'extraction et de concentration des virus, d'autre part, des limites des méthodes épidémiologiques. En ce qui concerne la surveillance du milieu hydrique, celle-ci pour être efficace, devrait évoluer et être fondée non plus sur l'isolement des bactéries témoins de contamination fécale mais sur la mise en évidence d'un indicateur véritablement spécifique d'une contamination virale (SCHWARTZBORD L., 2000).

I-B-5 Impact de la pollution hydrique sur l'environnement :

L'eau, symbole de pureté et de vie, est actuellement signe d'une civilisation qui s'intoxique, la pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol, et elle subit donc la dégradation de ces deux milieux. L'eau est exposée dans la nature à des pollutions de toute sorte, et les phénomènes de pollution de l'eau peuvent être observés à différents niveaux, dans les nappes ou dans les sources d'eau par suite d'infiltration d'eau usée particulièrement dans les sols perméables et au court des averses.

Dans les eaux de surface, les fleuves, les rivières, et les oueds qui sont souillées par le déversement d'eau usée non drainée.

Les eaux du littoral qui font l'objet d'une pollution permanente par suite des déversements systématiques des bateaux et les rejets industriels.

Chapitre II : Partie Expérimentale
Echantillonnage et méthodes analytiques

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques des eaux de quatre sources différentes qui sont : source Bouhini, Boukhaissa et Tougana. Ces échantillons ont été étudiés au sein du laboratoire de l'université Mouloud Mammeri et du laboratoire de l'ADE de Tizi Ouzou.

II-1 Échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate pour laquelle le plus grand soin doit être apporté. Celui-ci conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène et représentatif afin de ne pas modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. En outre, il est bien évident qu'un prélèvement correct est indispensable pour avoir des résultats analytiques significatifs.



Figure 7 : Source de ait bouhini 1



Figure 8 : Source de ait bouhini 2



Figure 9 : Source de ighil boukaissa



Figure 10 : Source de tougana

II-1-1 Echantillons destinés aux analyses physico-chimiques :

Les échantillons sont pris dans des bouteilles en P.E.T (Polyéthylène) de 1,5 litre. Les bouteilles sont rincées plusieurs fois avec de l'eau à analyser puis remplies totalement pour éviter la pénétration de l'air.

Les bouteilles et les flacons sont étiquetés pour faciliter leur identification. Chaque étiquette doit porter le nom de la source désigné par un code, la date, l'heure de prélèvement et la température de l'eau ainsi que celle de l'environnement. (NA 753 (1998)).

Tableau 4 : Appellations des sources

N° Sources	Appellations	Dates	Heures
S1	Boukaissa	24/06/2017	8h:20
S2	Tougana	03/07/2017	9h:10
S3	Bouhini 1	03/07/2017	8h:35
S4	Bouhini2	03/07/2017	8h:42

II-1-2 Transport des échantillons :

Afin de maintenir la même composition de l'eau lors du transport, les prélèvements doivent être transférés directement vers le laboratoire ou s'effectueront les analyses physico-chimique ; ces derniers doivent être transportés dans des glacières.

II-2 Méthodes analytiques :**II-2-1 Analyses physico-chimiques :**

La caractérisation des eaux souterraines concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité), des ions majeurs et d'éventuels éléments traces.

La conductivité, la température et le pH permettent de définir les caractéristiques fondamentales de l'eau

II-2-1-1 Mesure du potentiel d'hydrogène :

La mesure du pH est effectuée sur les prélèvements d'eau, à l'aide d'un pH-mètre, étalonné avec deux solutions étalons de pH 7 et 4.

II-2-1-2 Mesure de la turbidité :

L'analyse de l'eau est effectuée dans des cuves en verre bien nettoyées et séchées. Les résultats affichés par le turbidimètre sont exprimés en NTU.

II-2-1-3 Mesure de la conductivité :

La mesure de la conductivité d'une solution s'effectue en immergeant dans la solution une cellule de mesure comportant deux électrodes de platine. Le conductimètre affiche directement une conductivité.

II-3 Analyse de minéralisation globale :

1-l'alcalinité :

Dans l'eau, l'alcalinité est due principalement à la présence d'ions carbonate CO_3^{2-} et d'ions hydrogénocarbonate appelés très souvent ions bicarbonate, de formule HCO_3^- . L'alcalinité d'une eau est dosée par un acide fort. Par convention, on exprime le titre Alcalimétrique T.A et le titre Alcalimétrique Complet T.A.C en F (en France).

- Le Titre Alcalimétrique T.A est le volume (exprimé en ml) d'acide fort nécessaire pour doser 100 ml d'eau en présence de phénophtaléine.
- Le T.A d'une eau mesure, essentiellement, la concentration en ions carbonate. Si celle-ci est très faible, le T.A est nul.
- Le Titre Alcalimétrique Complet T.A.C est le volume (exprimé en ml) d'acide fort nécessaire pour doser 100ml d'eau en présence de méthyle-orange.
- Le T.A.C d'une eau mesure, essentiellement, la concentration en ions hydrogénocarbonate.

2-Dureté :

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception des métaux alcalins (Na^+ , K^+). Dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium Ca^+ et magnésium Mg^{2+} : ions alcalino-terreux. C'est un dosage complexométrique par l'E.D.T.A

-Un degré hydrotimétrique ($^{\circ}\text{TH}$) correspond à une concentration en ions Ca^{2+} ou Mg^{2+} égale à $C=0,1$ mmol/L.

- Un degré hydrotimétrique ($^{\circ}\text{TH}$) correspond aussi à un degré français (1°F).

-pour l'eau de robinet, la dureté doit être inférieure à 30°TH , l'optimum se situant entre 12°TH et 15°TH .

-On distingue les eaux <<douces : moins de 15°F , les eaux <<dures : de 15 à 35°F , et les eaux <<très dures : plus de 35°F .

3-Appareillage :

-Burette ;

-Erlenmeyer ;

-Pipette ;

-Plaque d'agitation ;

-Barreau magnétique.

4-Réactifs :

-Eau (de nos quatre sources).

-Phénophtaléine ;

-Méthyle-orange ;

-Acide chlorhydrique HCl ;

-E.D.T.A : acide éthylène diamine tétraacétique ;

-NET : Noir Eriochrome ;

-Solution tampon ammoniacal.

5-Mode opératoire :**1-Détermination du T.A et T.A.C :**

-prendre 100ml d'eau à analyser et ajouter quelques gouttes de phénophtaléine ;

-S'il n'y a pas de changement de couleur, la réaction est négative, donc le TA=0 F. Cependant, il faut conserver l'échantillon pour la détermination du T.A.C.

-S'il y a apparition d'une couleur rose, effectuer un dosage avec l'acide chlorhydrique HCL 0,1 N jusqu'à la disparition totale de la couleur et noter le volume d'acide HCL V1 ;

$$*T.A = 5 * V1 ;$$

*Ajouter dans le même échantillon quelques gouttes de méthyl-orange ;

*On remarque l'apparition d'une couleur jaune ;

*Doser avec HCL (0,1N) jusqu'à la disparition de la couleur jaune et l'apparition de la couleur rose et noter le volume V2 ;

$$*T.A.C = 5 (v1 + v2).$$

*Remarque : La prise d'échantillon pour l'eau de source est de 10ml.

6-Détermination de la dureté (T.H) :

*Il est impératif d'introduire les composés dans l'ordre indiqué :

*Prendre 100 ml d'eau à analyser ;

*Ajouter 5 ml de solution tampon ammoniacal (pH=10) ;

*Ajouter une petite quantité de Noir Eriochrome T : NET ; et noter le développement de la couleur ;

*Effectuer un titrage avec la solution E.D.T.A (0,05 N) jusqu'au virage de la coloration ;

*Noter le volume V1 d' E.D.T.A nécessaire pour ce titrage ;

*Il est nécessaire de titrer lentement en agitant constamment ;

*La dureté T.H= $(v1 * N) / v * 1000$ eq mg/l

Avec : v1 : volume d'E.D.T.A (ml)

N : normalité de l'E.D.T.A (N)

V : volume de l'échantillon.

II-3-2-1 Dosage du Calcium :

Par dosage avec une solution aqueuse de l'EDTA a un pH compris entre 12 et 13, le calcium présent en solution dans l'eau à analyser est déterminé par dosage.

L'acide: hydroxy-2-(hydroxy-2-sulfo-4-naphtylazo-1)-1-naphtalénecarboxylique

(C₂₁H₁₄N₂O₇ S 3H₂O indicateur coloré utilisé.

II-3-2-2 Détermination magnésium :

La détermination du magnésium présent en solution dans l'eau à analyser est donnée par la formule suivante :

$$CMg \text{ (mg/l)} = C_{Ca} + Mg - C_{Ca}$$

II.3.3 Dosage des chlorures (méthode de mohr) :

Les ions chlorures se trouvant dans l'eau prélevé des sources ont été dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin d'assurer la précipitation. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la couleur rouge caractéristique du chromate d'argent. (RODIER et al, 2009).

II-3-4 Dosage du potassium et du sodium par spectrophotométrie d'émission à flamme:

Le dosage du potassium et sodium présent dans l'eau à analyser est réalisé à partir d'un Spectromètre d'émission à flamme. L'échantillon d'eau à analyser est pulvérisé dans une flamme, l'eau s'évapore; les sels et leurs produits de décomposition sont dissociés à l'état d'atomes. Ceux-ci sont excités par l'énergie thermique de la flamme, leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission d'une radiation de fréquence caractéristique de l'élément mis en solution et dont l'intensité en fonction de sa concentration. (RODIER et al, 2009).

II-3-5 Dosage des sulfates :

Les ions sulfates présent dans les eaux de sources à analyser ont été identifiés par la Spectrométrie d'adsorption. Les ions sulfates ont été d'abord à l'état de sulfate de baryum selon la réaction suivante :



On prend un volume de 100 mL d'eau à analyser, 5 mL de solution stabilisante et 2 mL de chlorure de baryum. Le mélange est ensuite agité pendant 1 mn, puis analysé par spectrophotomètre d'absorption à une longueur d'onde $\lambda = 420 \text{ nm}$.

II-4 Analyse des paramètres de pollution:

Les paramètres de pollution tels que l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les phosphates présent en solution dans l'eau de source ont été identifiés par Spectrométrie

d'adsorption. La concentration en polluant est affichée directement en mg/L par le spectromètre.

II-4-1 Dosage d'Ammonium:

A 40 mL de l'eau de source est ajouté 4 mL du réactif coloré. Après agitation une coloration jaune est enregistrée. Ensuite 4 mL de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et 2mL d'eau distillée ont été ajouté. Après une heure de réaction, une coloration verdâtre est observée. Le mélange est analysé par spectrométrie à la longueur d'onde l'absorbance des ions d'ammonium $\lambda = 655\text{nm}$.

II-4-2 Dosage des ions nitrites:

A 50 mL d'eau à analyser, 1 mL du réactif mixte est ajouté. Après 20 mn de réaction, une coloration rose est apparue, ce qui montre que l'eau de source contient des ions nitrites NO₂.

Enfin, l'absorbance de la solution est mesurée à la longueur d'onde environ $\lambda = 540\text{ nm}$.

II-4-3 Dosage des ions nitrate:

A 35mL du mélange acide (sulfurique et phosphorique) ; 5mL d'eau de source ; et 5mL de solution de diméthyl-2,6 phénol ont été ajoutés. Le mélange est agité et laissé reposer pendant 10 min. Parallèlement au dosage, un essai à blanc est réalisé sur 5ml d'eau distillée. La concentration en azote nitrate est donnée par spectrophotomètre à une longueur d'onde $\lambda = 324\text{ nm}$.

II-4-4 Détermination des phosphates:

A 40 mL d'échantillon d'eau, 1 mL d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange (molybdate d'ammonium, le tartrate double d'antimoine et de potassium) ont été ajoutés dans une fiole jaugée de 50 mL (le volume est complété). . Le mélange est incubé pendant 10 min. Une coloration bleue est observée, ce qui indique que l'eau de source présente des phosphates. L'absorbance du mélange est obtenue à une longueur d'onde de 880 nm.

II-5 Analyse des éléments indésirables:

Les éléments indésirable comme le fer et l'ammonium présent en solution dans l'eau de source considérée ont été déterminés par Spectrométrie d'adsorption (spectromètre HACH). La concentration en élément indésirable est affichée directement par le spectromètre en mg/L.

II-5-1 Dosage de la matière organique:

A 25 mL d'eau de sources considérée pour analyse, 5 mL d'acide sulfurique à 2 M est ajouté. Le mélange est sous agitation et est porté à l'ébullition. Puis 5 ml de la solution étalon de permanganate de potassium à 2 mM a été ajouté à ce mélange. Après 10 min d'ébullition, 5 mL solution étalon d'oxalate de sodium à 5 mM est ajouté. Ensuite le mélange titré à chaud avec une solution de permanganate de potassium à 2 mM jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle. Le volume **V1** de permanganate consommé est noté.

Parallèlement, un essai à blanc est réalisé avec l'eau distillée (25 mL) dans les mêmes conditions opératoires. Le volume **V0** de solution de permanganate consommé est retenu. Le blanc titré est conservé pour la vérification du permanganate de potassium :

Au blanc titré 5 ml de la solution d'oxalate de sodium 5 mM a été ajouté. La solution est Réchauffé une à deux minutes (à environ 90°C), puis retirer avec le permanganate 2 mM jusqu'à l'apparition d'une coloration rose. Le volume **V2** de solution de permanganate utilisé est noté.

Chapitre III: Résultats et Discussion

Afin d'évaluer la qualité de l'eau de nos quatre sources considérées, différentes analyses physico-chimiques ont été examinées au sein du laboratoire de l'université Mouloud Mammeri ainsi que celui de l'ADE. Les résultats des analyses effectuées ont permis de déterminer la concentration de certains éléments qui rendent certaines de ces eaux de sources suspectes ou impropres à la consommation.

III-1 Analyses physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques telles les paramètres physico-chimiques, les paramètres de minéralisation globale, les paramètres de pollution et les éléments indésirables ont été effectuées sur l'eau pour les différentes sources ciblées.

III-1-1 Paramètres physico-chimiques :

Les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau de nos quatre sources ciblées: « Boukaïssa » « Ait Bouhini 1 et 2 » et « Tougana » sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Résultats physico-chimiques

Sources		T (°C)	pH	Conductivité μS/cm	Turbidité (NTU)
S1		13,9	5,55	118,6	0.00
S2		14,6	5.61	153,6	17,63
S3		20,7	5,69	399	0.14
S4		17	5,88	401	0,01
Norme	NA	/	6.5 – 8.5	2800	5
	OMS	25.0	6.5 – 9.5	CMA : 2100	/

S1 : Ighil boukais

S2 :tougana

S3 :Ait bouhini 2

S4 :Ait bouhini 1

III-1-2 Turbidité :

La turbidité donne à l'eau une apparence trouble. Ceci est dû principalement à la présence de matières en suspension dans l'eau. La turbidité occasionne des dépôts dans la tuyauterie et les réservoirs créant ainsi un milieu propice à la prolifération des bactéries. Par ailleurs, un niveau élevé de turbidité réduit l'efficacité de la désinfection. Dans le cas de notre source de <Tougana> qui enregistre une turbidité élevée, contrairement aux trois autres sources.

III-1-3 Le potentiel d'hydrogène (pH) :

Le PH exprime le niveau d'acidité de l'eau. Il se mesure sur une échelle de 0 à 14.

Le pH de l'eau pour nos quatre sources est acide, ainsi, leurs valeurs observées est de 5.55 ,5.61 ,5.69 ,5.88 Cette acidité de l'eau peut être attribué à la nature des terrains (régions pauvres en calcaire ou siliceux ou parfois régions volcaniques). L'eau dont un pH acide (inférieure à 7) est une eau agressive qui peut conduire à la corrosion des parties métalliques des canalisations (RODIER, 2009).

III-1-4 Conductivité à 25 °C :

La conductivité est la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration et de la température. Le point de repère utilisé est à 20 °C.

Les sels minéraux sont de bons conducteurs alors que la matière organique ne l'est pas. En général, plus la conductivité est élevée, plus il y a de minéraux dissous dans l'eau.

Les eaux étudiées présentent des valeurs comprises entre 118.6 et 401 μ s/cm qui restent conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limitée de 2800 μ s/cm à 25°C et à celle de l'OMS à 2100 μ s/cm.

L'eau de nos quatre sources sont pas minéralisées, leurs conductivités dépassent 100 μ s/cm.

III-2 Paramètres de minéralisation globale :

Les paramètres de minéralisation globale de l'eau comme Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , TH, TAC ont été déterminés pour la source «Boukaissa », « Ait Bouhini 1 et 2 » et « Tougana ». Le tableau 6 montre les résultats des différents paramètres obtenus :

Tableau 6 : Paramètres de minéralisation de l'eau pour les quatre sources considérées et la norme fixée par l'Algérie et l'OMS

Source	NO_3^- (mg l^{-1})	NO_2^- (mg l^{-1})	Cl^- (mg l^{-1})	SO_4^{2-} (mg l^{-1})	NH_4^+ (mg l^{-1})	TH (mgCaCO_3 $^{-1}$)	TA (mg l^{-1})	TAC (mg l^{-1})	PO_4^{3-}
S1	0.88	00	20.49	9.1	00	2.25	00	12.5	00
S2	1.33	00	29.5	40.5	00	1.25	00	15	00
S3	4.86	00	38.22	19.8	00	4.25	00	15	0.12
S4	4.86	00	38.93	20.7	00	2.25	00	10	0.12
NA	200	150	200	20	500	400	-	500	-
	-	-	-	-	200	200	-	200	-
OMS	200	30	-	-	250	250	-	500	-

III-2-1 Dureté totale :

La figure représente l'histogramme des valeurs de la dureté totale de l'eau pour les quatre sources étudiées.

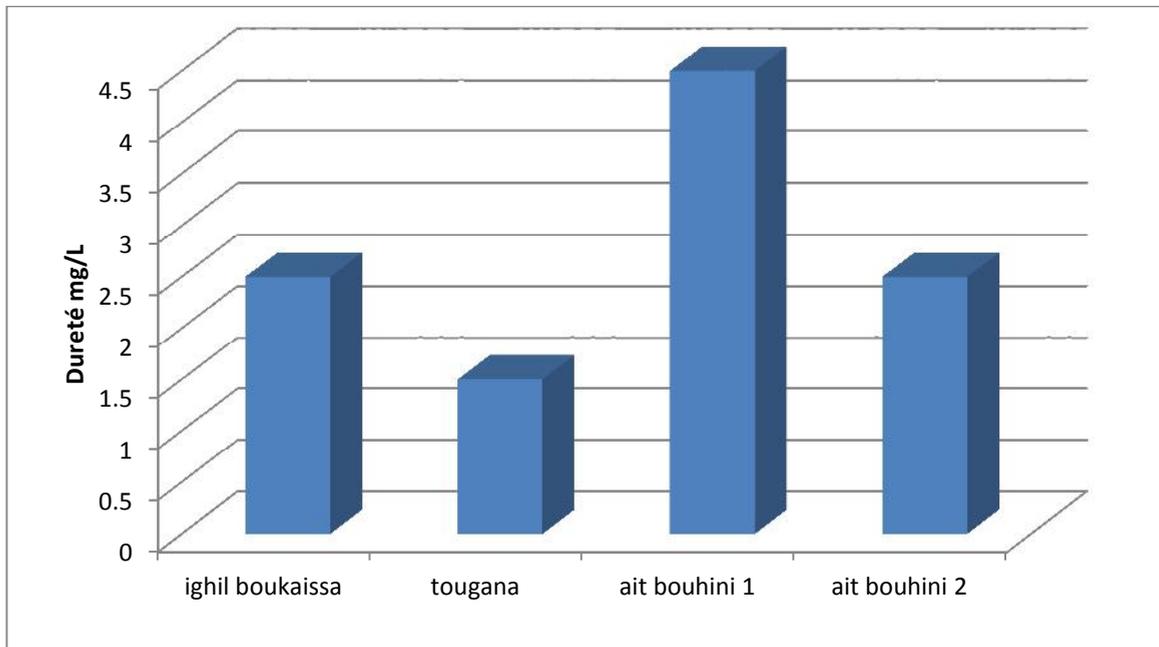


Figure 11 : Les valeurs de dureté totale de l'eau pour les différentes sources.

III-2-2 L'ion chlorure :

Les teneurs en chlorures dans l'eau sont extrêmement variées pour les quatre sources ciblées figure 8, ceci est lié principalement à la nature des terrains traversés.

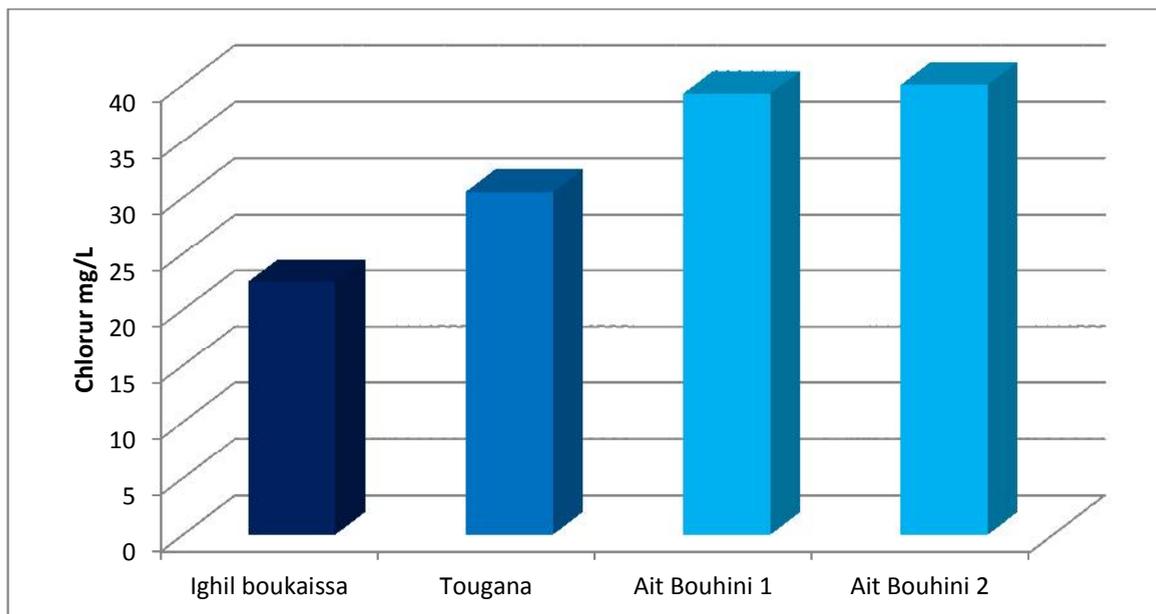


Figure 12: Teneur en chlore dans l'eau pour les trois sources considérées.

III-2-3 L'ion sulfate :

Les résultats du dosage des sulfates sont représentés dans l'histogramme de la figure 9.

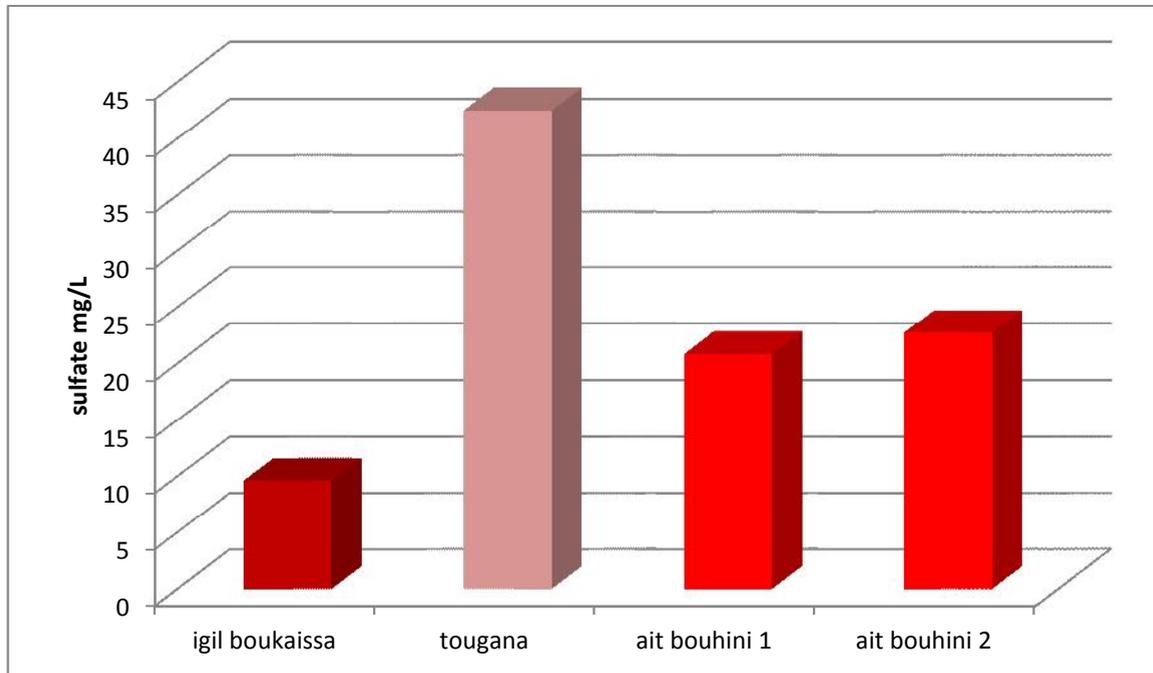


Figure 13 : Concentration en sulfate dans l'eau pour les quatre sources considérées

III-2-4 Titre alcalimétrique complet (TAC) :

L'histogramme de la figure 22 montre les concentrations en TAC dans l'eau pour les différentes sources étudiées.

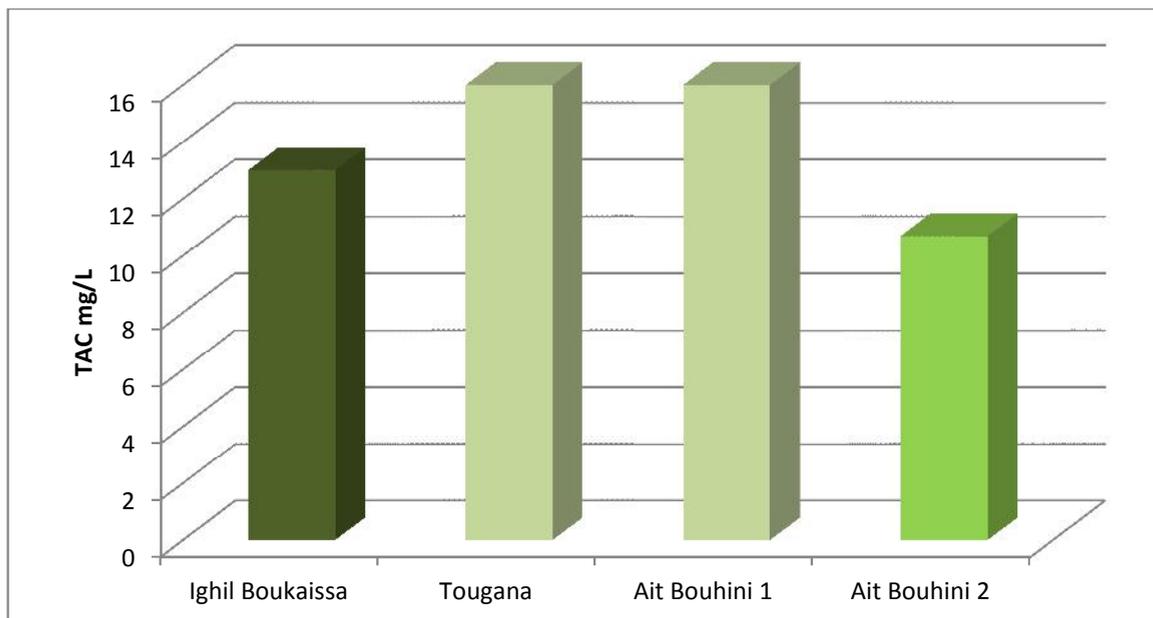


Figure 14 : Teneur en TAC dans l'eau pour les quatre sources étudiée.

III-3 Paramètres de pollution :

Les paramètres de pollution globale de l'eau à savoir : l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les phosphates et la matière organique. Les résultats des différents paramètres obtenus ainsi que, les concentrations des paramètres de pollution sont données par l'histogramme de la figure.

Tableau 7 : Paramètres de pollution de l'eau pour les différentes sources étudiées.

	Ammonium (mg/L)	Nitrites (mg/L)	Nitrates (mg/L)	Phosphates (mg/L)	Mat organique (mg/L)
S1	00	00	0.88	00	0.08
S2	00	00	1.33	00	0.66
S3	00	00	4.86	0.12	0.08
S4	00	00	4.86	0.12	1.69
NA	0,5	CMA : 0,1	CMA : 50	00	5

III-3-1 Ion d'ammonium :

La concentration en ammonium obtenue est nulle pour toutes les sources étudiées. La réglementation de notre pays a fixé 0,5 mg/L, comme teneur limite en ammonium dans l'eau de consommation. Par conséquent, l'eau de nos quatre sources considérées est dans la norme prescrite. En effet, les eaux profondes peuvent être chargées en ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries (RODIER, 2005)

III-3-2 Ion nitrite :

La teneur en nitrite enregistrée est de 00 mg/L pour l'eau de source de nos quatre sources à analyser. Ces teneurs répondent aux normes imposées par l'Algérie (0,1 mg/L) et l'OMS (0,2 mg/L). Cependant, les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles

proviennent d'une oxydation incomplète de l'ammonium ou d'une réduction des nitrates. (RODIER, 2005)

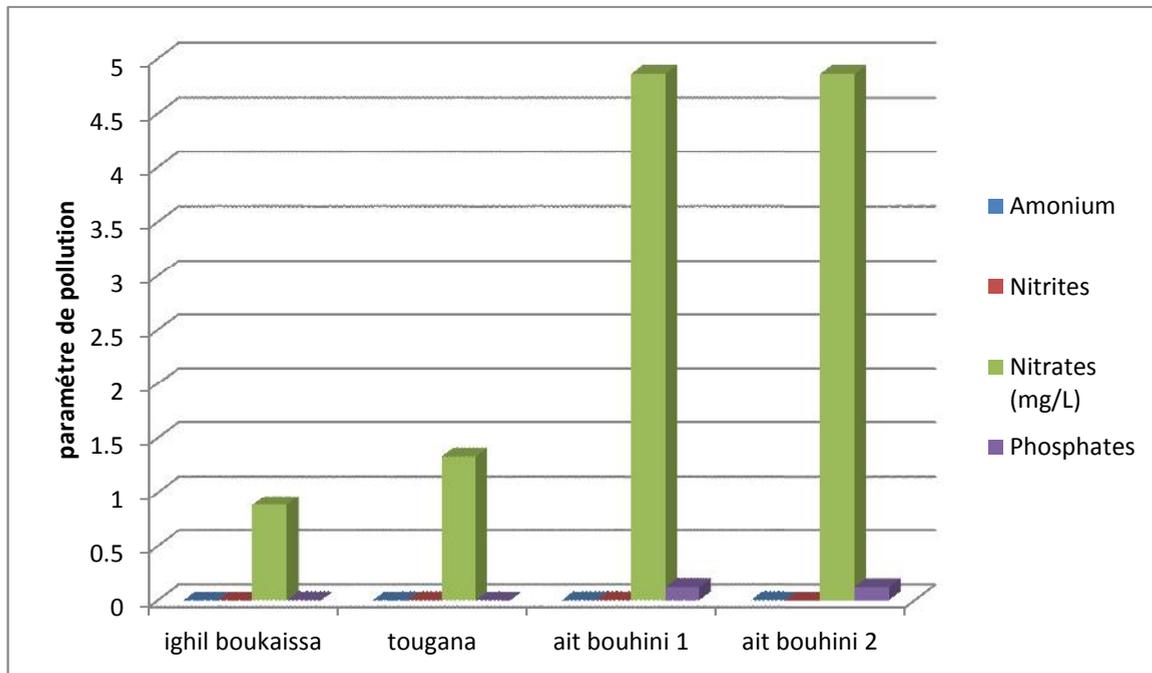


Figure 15: Concentration des paramètres de pollution de l'eau pour les différentes sources étudiées.

III-3-3 Ion nitrate :

La concentration en nitrate obtenue est de 0.88 mg/L pour la source Boukaissa et de 1.33 mg/L pour Tougana et 4.86 mg/L pour l'eau de les deux sources d'Ait Bouhini. En effet, ces teneurs restent inférieures à la concentration admissible décrétée par les normes algériennes et l'OMS (50 mg/L). Généralement, la concentration en nitrate dans les eaux souterraines est basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines (RODIER, 2005)

III-3-4 Ion phosphate :

Nous avons des teneurs supérieures à 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution selon la norme exigée par l'OMS. En effet, l'eau des sources étudiées a enregistré une teneur de 0mg/L en phosphate pour nos deux sources Boukaissa et Tougana et de 0.12 mg/L pour les deux autres sources dites Ait Bouhine.

III-3-5 Matière –Organique

La teneur en matière organique observée des sources de Boukaissa ainsi que celle de Bouhini 1 est de 0.08 mg/L et 0.66 mg/L pour l'eau de source de Boukaissa, et de 1.69 mg/L pour Bouhini 2. L'eau de nos quatre sources étudiée est conforme à la norme fixée par l'Algérie (5 mg/L).

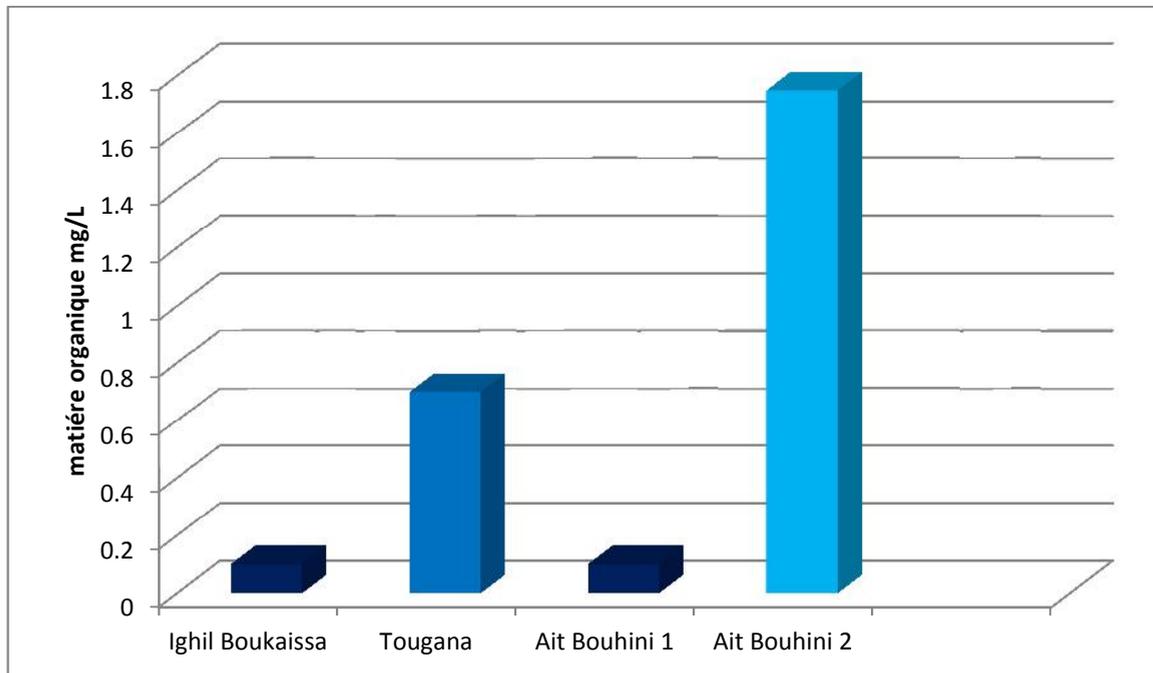


Figure 16: Teneur en matière organique de l'eau pour les différentes sources considérée.

Conclusion

Il ressort des résultats d'analyses physicochimiques effectuées au sein du laboratoire de l'ADE que l'eau des quatre sources étudiées (la période du prélèvement) est de bonne qualité du point de vue physicochimique. Puisque l'ensemble des valeurs des paramètres de qualité est en dessous des normes d'eau potable exigées par l'OMS et l'Algérie.

Ø L'eau de source de nos quatre sources ont enregistré un pH acide. Cette eau est très douce est exemptée de pollution chimique, parce que les sources sont situées sur les hauteurs.

CONCLUSION GENERALE

Sans eau, la vie n'est pas possible, c'est pour cela que c'est un besoin indispensable à l'homme.

Le travail entrepris dans le cadre de ce projet est une contribution à l'étude de la qualité des eaux de source de la région de Yakouren.

Les analyses physicochimiques effectuées sur l'eau de nos sources étudiées montrent que c'est eau de bonne qualité de point de vu chimique.

Les résultats obtenus, nous avons aboutis aux conclusions suivantes :

Les valeurs de la TA de nos sources sont nulles, ce qui indique l'absence d'ion carbonate. Ceci est confirmé par la valeur du pH légèrement acide.

La dureté des eaux étudiées présente une valeur de 2.25 mg.L⁻¹ pour la source de Tougana ainsi que Ait Bouhini 2, une valeur de 1.25 mg.L⁻¹ pour la source de Boukaissa, enfin une valeur de 4.25 mg.L⁻¹ pour la source d'Ait Bouhini 1.

Ces valeurs sont comprises entre $0 < TH < 75$, cela indique que c'est une eau douce.

Pour les sources d'Ait Bouhini 1 et 2, nous avons les valeurs de 38.22 mg.L⁻¹ et 39.33 mg. L⁻¹ respectivement .ce sont donc des eaux chlorées.

Pour la source de Boukaissa, nous avons noté une valeur de 40.5 mg.L⁻¹, c'est donc une eau sulfatée.

Recommandation :

Afin de protéger le consommateur en eau de source, un appel est adressé aux responsables de :

- Veiller pour les analyses physicochimiques de chaque source à travers tout le pays soit faite au moins deux fois par an en hiver et en été.
- mettre ces résultats d'analyses, bien sûr, visés par le responsable à la disposition du
- consommateur par affichage devant chaque source.
- Sauvegarder l'eau des sources potables par la protection de son environnement.
- Refaire les canalisations en PVC.

Références

- **ANDI., (2015)** .agence national de développement de l'investissement.
- **MEDJEBER BELLEHMER., (2010)**. guide touristique Tizi-Ouzou.
- **VILAGINES R. (2003)**.Eau, environnement et santé publique: introduction à l'hydrologie. 2èmeEd, Lavoisier, Paris. ISBN 2-7430-0604-8 (HY.43).
- **SCHWARTZBROD L. (2000)**. Virus humains et santé public conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agricultures conchyliculture. Université de NANCY France.
- **BOUZIANI, M. (2000)** : L'eau de la pénurie a la maladie .Édition IBNKHALDOUN.
- **GEURSEN R.HEER P., KIRKNESS B., LOEWESTEIN P., MEES S., MUSCHART J. M. et PICKAERT M.C. (2004)**. Poliomyelitis.
- **OMS (2008)**.
- **RODIER (2009)**.
- **GEURSEN (2004)**.

Résumé

Dans cette étude, les analyses physico-chimiques telles que la turbidité, la dureté, les matières organique en milieu acide, le titre alcalimétrique complet.... ont été utilisés pour l'évaluation de la qualité des eaux de source en période d'hiver. Différentes sources ont été utilisées à savoir donne le nom des eaux ou des sources.... D'après les résultats obtenus, les eaux de nos différentes sources montre une bonne aptitude pour la production de l'eau potable, notamment pour l'irrigation. Les teneurs des paramètres étudiés des eaux traitées pour la potabilité sont toujours inférieurs aux valeurs maximales admissibles et conformes aux normes Algérienne et aux recommandations de l'OMS.

Mots-clés : *donne le nom de l'eau, analyse physico-chimique, eau potable, traitement de l'eau.*

Abstract

In This study, physicochemical analyzes such as turbidity, hardness, organic matter in acid medium, complete alkalimetric titre were used for water quality evaluation during winter period. Different sources of water were used Viz. donne le nom des eau ou des source... The obtained results, the different waters sources show a good production of drinking water, mainly for irrigation. The values of the studied parameters of treated water for potability are always lower than the maximum admissible values and been within the Algerian standards and in accordance with WHO recommendations.

Keywords: *donne le nom de l'eau, physicochemical analysis, drinking water, water treatment.*