



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : dennaka mebarka

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

Etude qualitative de quelques eaux de source existence dans la région de l'atlas saharien central wilaya de Laghouat .Algérie

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
BEN HASSINE ML	MAA	Président
BENCHETOUH A	MAA	Examineur
ROUIGHI T	MAA	Encadreur

Promotion : juin – 2018



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثلجي - الأغواط

كلية: العلوم
قسم: العلوم الفلاحية
مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): دناقة مباركة

ميدان: علوم الطبيعة و الحياة

شعبة: علوم التغذية

تخصص: الغذاء ومراقبة النوعية

موضوع البحث

دراسة نوعية بعض مياه الينابيع المتواجدة بالأطلس الصحراوي الأوسط ولاية الأغواط.
الجزائر

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
بن حسين	أ م أ	رئيسا
بن شتوح أ	أ م أ	ممتحن
رويغي ط	أ م أ	مؤطر

الدفعة: جوان-2018



Dédicace

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné
l'envie et la force pour mener à terme ce travail.*

*Je tiens à dédier ce mémoire à
Mes très chères parents fatna, Ahmed qui ont soutenu et encouragé.
Mon frère : Sofiane Sans oublier l'âme de mon défunt MON
Frère mokhtar, qu'il repose en paix.*

*Ma sœur :Amina Om Kalthom Djamila
ma grand mère*

*Mes toutes les fleurs de mon coeur : fatima kada
Toute la famille dennaka et yossfi , mon collègue darrora*

*Tous mes amis, tout particulièrement Nor , HASNNA ZAHRA
,CHAHRA ,AIDA ,fatima*

*Atout aidende se travail :sofian ossama et Mon fiancé
kadi mabrok lakhdar et m, hamada et sara*

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes.

Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadreur Mr Ruighi Taher et Qui ont confiance en nous et ils nous ont permis de travailler sur un sujet de mémoire, et qu'ils ont mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance BEN CHETOUH ET M BENHASIN

Nous remercions à tous les enseignants du département de Sciences agronomie .

Mes remerciements vont aussi à Mr. HNEICHE Ahmed (Ingénieur de laboratoire à l'ADE. Laghouat) pour sa

disponibilité, la qualité de ses conseils et avis sur les travaux que j'ai pu mener Je le remercie vivement. toute l'équipe du laboratoire d'ADE pour m'avoir accueillie au laboratoire et qui a bien voulu me diriger et me suivre continuellement pendant la période de mon stage.

Bien sûr, nous remercions M. HYOUY et M. marfoa

M . KUIDRI ;BEN HASSIN ET M. BEN CHATOUH et tous les enseignant de l'agronomie , Pour ses conseils et ses instructions ainsi les bonnes informations.

Finalement nous remercions toutes sonnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

SOMMAIRE	
Dédicaces	I
Remerciements	II
Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	V
Introduction	1
Première partie : Étude Bibliographique	
1.Généralités sur l'eau.	3
1. 1Composition de l'eau.	3
1.2. Types d'eau - Répartition de l'eau.	4
1.3. Cycle naturel de l'eau.	5
1.4. Répartition de l'eau sur la terre.	6
1.5. Les réserves naturelles en eau douce.	7
1.5.1. Eaux de surface.	7
1.5.2. Eaux souterraines.	8
1.6. Evaluation des ressources hydriques en Algérie .	9
2. Importance de l'eau.	10
2.1. L'eau dans l'organisme humain.	10
2.2. Utilisation de l'eau.	11
3. eau potable.	12
3.1. Définition.	12
3.2. Cycle de l'eau potable.	12
3.3. Types d'eau potable.	13
3.3.1. Les eaux du robinet.	13
3.3.2. Les eaux de source.	13
3.3.3. Les eaux minérales.	14
3.4. Les paramètres de potabilité de l'eau.	15
3.4.1. Paramètres organoleptiques.	15
3.4.2. Paramètres physico-chimiques.	16
a). Potentiel d'hydrogène « pH ».	16

b). Température.	16
c). Turbidité.	16
d). Conductivité.	17
e). Minéralisation globale.	17
f). Résidu sec.	17
g). Matières en suspension.	17
h). Matières organiques dissoutes.	18
i). Dioxyde de carbone libre (CO ₂ libre).	18
j). Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH).	18
k). Titre Alcalimétrique (TA et TAC).	19
l). Sels Minéraux Dissous.	19
A) Réglementation de la qualité des eaux potables.	21
B). Les Normes de qualité des eaux potables.	22
3.4.3 Paramètres microbiologiques.	25
3.5. Consommation de l'eau potable en Algérie.	26
Deuxième partie : Matériel et Méthodes	
	27
1. Présentation de la zone d'étude	
1.1. Situation géographique de la zone d'étude	27
1.2. Caractéristiques climatiques	28
1.2.1. LES PRECIPITATION	28
1.2.2. LA TEMPERATURE	29
1.2.3. Le diagramme OMBROTHERMIQUE de BAGNOULS et GAUSSEN	30
Matériel et méthodes	31
1..Échantillonnage et modes de prélèvements	31
1.1. Choix des sites de prélèvement	31
1.2. Prélèvement des échantillons d'eaux	32
1.3. Lieu d'expérimentation	33
2.Méthodes d'Analyses physico-chimiques	33
2.1. Analyses physique	33
a) pH (potentiel hydrogène)	33

b) Mesure de la Température	33
c) Conductivité électrique	33
d) Mesure de la salinité et du taux de sels dissous (TDS)	34
e) Minéralisation	34
2.2. Les analyses chimiques	35
a) Dosage de la dureté totale (TH)	35
b) Dosage des ions $[Ca^{2+}]$	36
c) Dosage des ions $[Mg^{2+}]$	36
d) L'azote ammoniacal : (NH_4^+)	36
e) Dosages de Sodium et Potassium	37
f) Dosage Les Chlorures	38
g) Détermination de l'alcalinité (bicarbonates HCO_3^-)	38
h) Dosage du phosphate (PO_4^{3-})	39
i) Les sulfates	39
j) Dosage des nitrates	40
k) Les nitrites	40
l) Le résidu sec	41
3. Méthode Analyses bactériologiques	41
a. Dénombrement des germes totaux	42
b. Le dénombrement des coliformes totaux	43
c. Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs	45
d. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	46
Troisième partie : Résultats et Discussions	
1-RESULTATS ET DISCUSIONS	49
1-1- RESULTATS DES PARAMETRES PHYSICOCIMIQUES	49
1-2 DISCUSIONS	55
1-2-1 la Température	55
1-2-2 POTENTIEL HYDROGENE	55
1-2-3 La conductivité et La minéralisation	56
1-2-4 La dureté totale	56
1-2-5 Sels Minéraux Dissous	57

1-2-5-1 Cations	57
1-2-5-2 les anions	59
2 - PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES	62
2-1-Coliformes fécaux	62
2-2-Streptocoques fécaux	63
2-3-Clostridium sulfito-réducteurs	63
2-4-les Germes Totaux	63
Conclusion	64
Références bibliographiques	
Résumé	

Liste des tableaux

N	Titre	Page
1	Les différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.	9
2	Précipitation (mm).	10
3	Classification des eaux en fonction de dureté.	18
4	Les normes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	22
5	Les normes algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	23
6	Les normes Algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	24
7	Principales maladies d'origine hydrique.	26
8	les données des précipitations de la région de Laghouat (2008-2017).	28
9	Les données des précipitation de la région d'aflou (2008-2017)	29
10	les données des Températures de la région de Laghouat (2008-2017)	29
11	les données des Températures de la région d'aflou (2008- 2017)	29
12	Détermination de la conductivité et classée en eau de qualité	34
13	Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité <i>Source :</i>	35
14	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source AIN ELKHADRA	49
15	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source AIN ELHADJEB	50
16	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source MILOK	51
17	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source AIN BAKAY	52
18	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source AIN ARAR	53
19	Les resultats des analyses physico-chimiques d'eau de source OUED MORRA	54
20	les teneurs en Na ⁺ et K ⁺ dans les eaux des sources échantillonnées	59
21	Teneur en nitrates des eaux (en mg/l)	61
22	Teneur en nitrites des eaux (en mg/l)	61
23	Teneur en phosphates des eaux (en mg/l).	62
24	Paramètres bactériologiques des eaux analysées des sources étudiées .	62

Liste de figure

N	TITRE	Page
1	les états d'eau	3
2	Cycle général de l'eau	4
3	cycle d'eau	5
4	Répartition de l'eau sur la terre	7
5	Schéma d'une nappe libre	8
6	Schéma d'une nappe captive	9
7	Cycle de l'eau potable	12
8	Situation de la zone d'étude	27
9	Les Reliefs d'atlas saharien central	28
10	Diagramme d'Ombrothermique de Gaussen de la région de Laghouat 2008-2017	30
11	Diagramme d'Ombrothermique de Gaussen de la région d'Aflou 2008-2017	30
12	présente de source Ain khadra	31
13	présentation Ain Bakay	31
14	présente Ain Arar Oued Morra	32
15	l'appareille multi- paramètre (HI 2550 pH/ORP et EC/TDS/NaCLMeter de marque Huch)	33
16	presente le dosage de la durte totale	35
17	dosge de calcium	36
18	Oxydation de l'azote ammoniacal	37
19	spectrophotomètre à émission de flammes	38
20	Spectrophotomètre UV visible utilisé pour la détermination du taux des nitrates	40
21	schéma présente les étapes de dénombrement des germe totaux	42
22	Photo présente milieu BCPL pour dénombrement des coliformes	43
23	Recherche et dénombrement des coliformes et <i>d'E. Coli.</i>	45
24	recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs	46
25	recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	48
26	la température mesurée des eaux des sources étudiées	55
27	présentation des pH des eaux	56

28	Teneur en calcium des eaux analysées (en mg/l).	57
29	Teneur en magnésium des eaux analysées (en mg/l).	58
30	teneur en chlorures des eaux	59
31	Teneur en sulfates des eaux (en mg/l)	60
32	Teneur en bicarbonates des eaux (en mg/l).	60

Liste des abréviations

ADE : Algériennes des eaux.

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol

CEE : Communauté économique européenne.

DJA : la dose journalière admissible

D/C : double concentration

EDTA : Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique .

F° : Degré français.

VG : valeurs guides.

MES : matière en suspension.

N : normalité.

NTU : Unité de turbidité néphélométrique.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

PH : Potentiel d'hydrogène.

S/C : Simple Concentrations.

TDS : Solide totaux dissous.

TH : Titre hydrométriques.

UV : Ultraviolet.

µS: micro siemens.

VF : Viande Foie.

L'eau est nécessaire à toute forme de vie, mais aussi un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines (Amin *et al.*, 2008). Parmi les sources en eaux exploitées, les eaux souterraines sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car sont plus à l'abri des polluants que les eaux de surface (Guergazi *et al.* 2005)

Sa contamination est la principale source de maladie à transmission hydrique comme les gastroentérites, l'hépatite virale, douleurs abdominales, typhoïdes, leptospirose... D'après la littérature, des millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson (Louis J.P. *et al.* ,1991).

Par conséquent, l'eau potable doit être propre à la consommation d'un point de vue microbiologique, chimique et physique. Elle doit satisfaire aux exigences sanitaires et microbiologiques fixées par la loi et être conforme aux valeurs de tolérance et valeurs limites fixées par l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants des denrées alimentaires. Elle doit, en outre, être irréprochable quant à son goût, son odeur et son aspect. (L. A. Hütter *et al.* ,1988).

L'accès à l'eau potable est essentiel pour la santé. Sa disponibilité, outre un droit humain de base, déclaré par la loi relative à l'eau (Joa, 2005), ainsi que '*The General Assembly of The United Nation*', demeure un critère indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique durable d'un pays (Oms, 2011).

L'Atlas saharien central est un massif montagneux bien arrosé orienté du Sud-ouest au Nord-est s'étendant sur 400 kilomètres est situé au centre du Algérie, entre la plateforme saharienne et les Hauts plateaux, et couvrant une grande superficie de ce pays. Cette masse de hautes terres est composée essentiellement de couches calcaires et des grés fissurés constituent des principales potentialités aquifères. Où débordent des centaines sources naturelles. Dans un plusieurs endroits qui reçoivent une importance patrimoniale et qui autour des quelles s'articulent les grands espaces du paysage, ce sont la source Ain Arrar située à 2 kilomètres au nord-ouest de OUED MORRA et source de Ain Bakai située à 20 km au Sud-est de village d'EL.HADJ EL MECHRI , la source de Ain khadra située à 10 km au Sud-est de ksar TAOUILA, la source de Ain Milok située à proximité de ksar EL

MARHOUN à MILOK, ces zones humides présentent de grandes particularités biologiques et occupent une place privilégiée parmi les régions sahariennes d'intérêt majeur pour la conservation des zones humides. Elles sont classées comme des sites historiques et emblématiques et c'en application de plusieurs actes juridiques entre les populations riveraines depuis plus de 3 siècles, ce ne sont pas justes des ressources en eau qui dynamisent toute la vie socioéconomique de plus de 1000 habitants, ce sont aussi des sites récréatifs de premier rang au niveau de la région.

Actuellement ces sources sont entrain de subir les effets d'une pression anthropique de plus en plus prononcée, plusieurs forages sont mis en place en train de puiser dans les eaux de la nappes phréatiques ; des mesures de captage pour répondre à une demande grandissante en eau potable et comme si ce n'est pas assez, ces sources sont des stations touristiques la plus convoitée par les riverains, un bien pour un mal, une pollution organique qui risque d'être menaçante, cette résurgence d'une valeur spirituelle aussi ancienne que l'histoire de la région, est sujette aux mêmes contraintes, peut être pas avec la même amplitude mais dans une perspective de développement durable, les risques d'une éventuelle détérioration de la qualité des ses eaux sont admirable et bien présents. (NECHAD I et al, 2014).

Aujourd'hui, le contrôle et l'amélioration de la qualité de l'eau sont une préoccupation permanente pour la protection de la santé des consommateurs et l'environnement. De ce fait l'eau doit être analysée, surveillée et l'évaluée sa qualité physico-chimiques et bactériologiques (PULIM, 1991).

Le travail est présenté en deux parties :

- La première partie bibliographique portant sur des généralités sur l'eau. et aux normes applicables aux eaux destinées à l'alimentation humaine.
- La seconde est expérimentale est vise a Étude qualitative des analyses physico-chimiques et bactériologiques de quelques eaux source existence dans l'atlas saharien central cas wilaya de Laghouat . Algérie
- Troisième partie resultats et discussions en fin conclusion .

1. Généralités sur l'eau

1.1 Composition de l'eau

La Terre est souvent appelée (la planète bleue) parce que l'eau recouvre la majorité de sa surface (environ 71% de la surface). Le volume d'eau sur terre est estimé à environ 1,4 Milliard de Km³ (Boeglin, 2008).

L'eau n'est pas seulement un ensemble de molécules de H₂O (deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène). Naturellement, elle contient une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques, des microorganismes (bactéries, virus, plancton), ainsi que des particules en suspension (fines particules d'argiles, limons et déchets végétaux). Cette composition chimique est en étroite relation avec la nature du sol mais aussi l'ambiance atmosphérique (Bouhekima et al, 2000).

Elle est Incolore, inodore, insipide, l'eau est la seule substance qui se retrouve dans la nature sous ces trois états physiques : solide, liquide et gazeux.

État solide: si le thermomètre affiche une température inférieure à 0°C (Celsius), l'eau peut se solidifier (glaciers, neige, glaçons). Elle se présente sous forme de glace issue de précipitation. Ou bien, On la trouve dans les calottes glacières d'altitude elle est évaluée à 32,5 millions Km³ soit 2,5% de l'eau de la planète.

État liquide : à une température comprise entre 0° et 100°C, l'eau se présente sous forme liquide (l'eau qui coule dans les mers, fleuves et canalisations; la pluie...). C'est la forme la plus courante. Plus de 97 % du volume total de l'eau sur le globe est à l'état liquide avec 1350 millions de Km³ représentée par les eaux douces continentales et l'eau des océans.

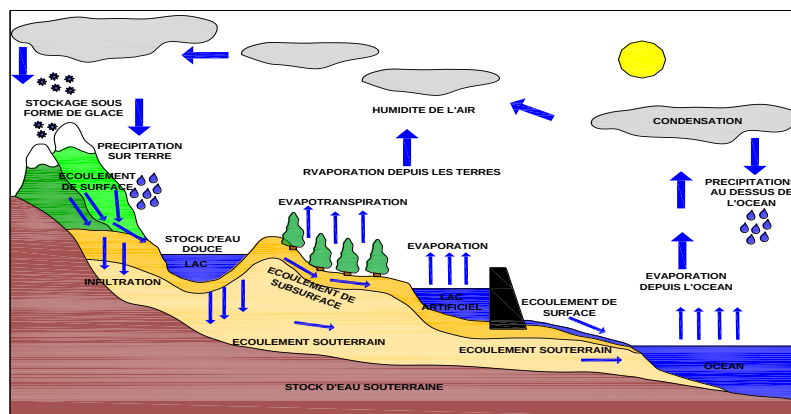


Figure 1: les états d'eau

État gazeux : dans l'atmosphère ou quand on fait bouillir de l'eau à une température Supérieure à 100°C, l'eau se présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau). La vapeur d'eau atmosphérique est l'état de l'eau issu de l'évaporation, elle est présente en permanence. Elle est évaluée à 12700 Km³, ce qui représente 0,001% de l'eau.

Pour passer d'un état à un autre, l'eau doit abandonner ou emprunter d'énormes quantités d'énergie pour subir cette métamorphose. On parle :

- D'évaporation quand l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux,
- De solidification quand l'eau à l'état liquide se congèle pour donner de la glace,
- De condensation quand elle passe de l'état gazeux à un état liquide. On dit que la vapeur d'eau se condense en altitude pour se transformer en nuage,
- De sublimation quand l'eau passe de l'état solide à l'état gazeux,
- De fusion quand l'eau passe de l'état solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur.



site d'internet : <http://ce2miri.unblog.fr/2016/05/04/>

Figure 2: Cycle général de l'eau

1.2 Types d'eau - Répartition de l'eau

L'eau recouvre presque les trois quarts de la surface de notre planète. C'est pour cette raison que celle-ci porte le doux surnom de « planète bleue ».

Une eau pure est une eau de haute qualité garantissant une bonne santé. Par contre, l'eau dans la nature contient une très grande variété de matières dissoutes telles des éléments minéraux (calcium, magnésium, sodium,...etc.), des éléments organiques (déchets, microorganismes,...) contient même des gaz. On ne la rencontre jamais à l'état pur (Hervey Et Hems, 1986).

Cette impureté est en étroite relation avec la nature du sol qu'elle emmagasine ainsi que l'ambiance atmosphérique (Bouhekima et *al*, 2000).

1.3 Cycle naturel de l'eau

L'eau se retrouve sur Terre sous 3 formes différentes :

- À l'état liquide, elle comble rivières, lacs, mers et océans; C'est la forme la plus courante. Plus de 97 % du volume total de l'eau sur le globe est à l'état liquide avec 1350 millions de Km^3 représentée par les eaux douces continentales et l'eau des océans.
- À l'état solide, elle constitue les banquises et les grands glaciers;
- À l'état gazeux, elle se trouve dans l'atmosphère.

En changeant d'état, l'eau accomplit un cycle. C'est toujours la même eau qui se transforme en permanence.

L'eau poursuit un périple perpétuel entre le ciel et la terre, en plusieurs étapes.

L'évaporation (a.) : sous l'effet de la chaleur du soleil, l'eau des océans et l'eau de surface (lacs, rivières, flaques...) se transforment en vapeur et s'élèvent vers le ciel.

La condensation (b.) : La vapeur d'eau se refroidit dans le ciel et produit des gouttes qui, ensemble, forment alors un nuage.

Les précipitations (c.) : Les gouttes d'eau contenues dans les nuages grossissent jusqu'au moment où elles deviennent trop lourdes et retombent sous forme de pluie, de grêle ou de neige (cela dépend de la température).

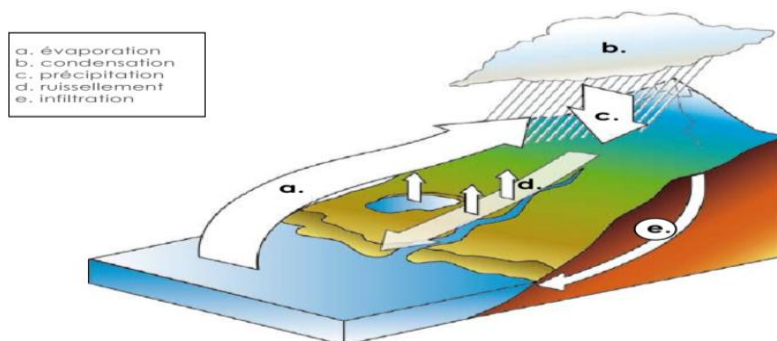


Figure 3: cycle d'eau

Le ruissellement (d.) et l'infiltration (e.)

La pluie tombe du ciel et atteint le sol.

➤ Si le sol est imperméable, l'eau ruisselle, rejoint les lacs, rivières... et retourne dans la mer.

➤ Si le sol est poreux, l'eau s'infiltré doucement. Une partie est absorbée par les végétaux pour être évaporée dans l'air par les feuilles. Le reste humidifie le sol ou s'infiltré vers le bas jusqu'à ce qu'il rencontre une roche perméable et alimente une nappe souterraine (ou aquifère). L'eau de la nappe ressort par des fissures du sol et forme une source. L'eau de source va alimenter les cours *sur la terre* d'eau, les rivières... jusqu'à la mer.

Le cycle de l'eau est bouclé !

Le soleil est le moteur de l'ensemble du cycle. C'est l'énergie solaire qui entraîne les changements d'état de l'eau dans la nature.

1.4 Répartition de l'eau

L'eau est de loin le liquide le plus abondant sur la terre dont elle recouvre les 71% de la surface, représentant un volume total estimé à 1,3 milliard de Km³. Dont Les mers et les océans représentent 97% de la totalité des eaux terrestres. Le reste est des eaux douces.

Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constitués par les sommets enneigés et les glaciers et la quasi-totalité du cinquième restant est localisé dans les nappes.

L'eau indispensable à la survie de l'espèce vivante terrestre, représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0,014% de l'eau totale. C'est pourquoi il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens de développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin (Friedli , 2002).

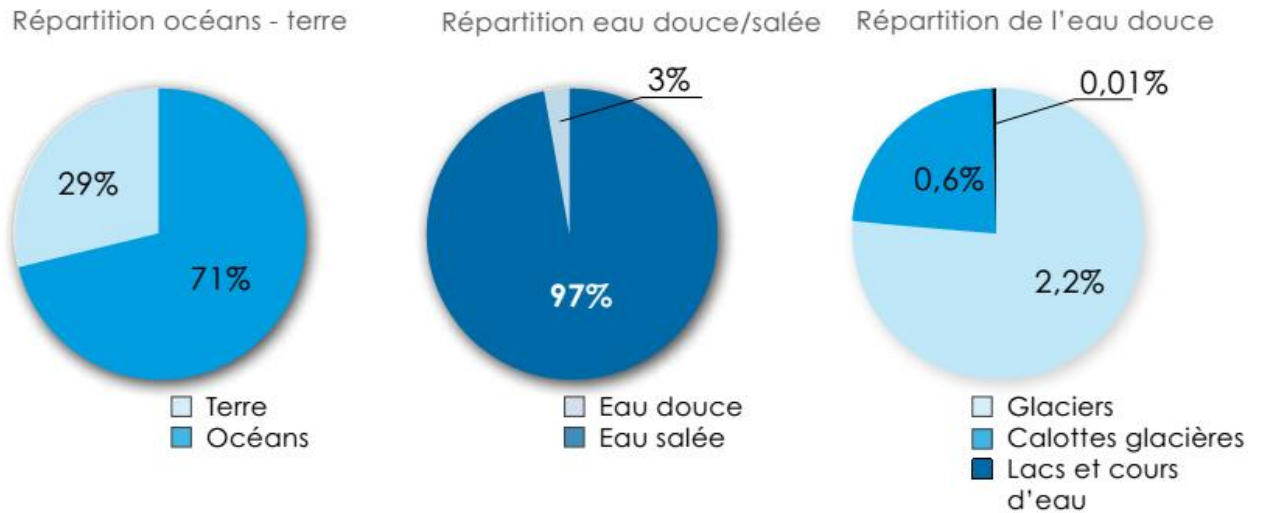


Figure 4: Répartition de l'eau sur la terre

1.5. Les réserves naturelles en eau douce :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constitués des eaux souterraines (nappes) et des eaux de surface retenus ou en écoulement (barrages, lacs, rapiers, oueds...etc.) et des eaux de mer (Dégréement, 1989).

1.5.1. Eaux de surface

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...). Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (Degremont, 2005).

- Eaux de ruissellement :

Les précipitations tombent du ciel et atteignent le sol.

- Si le sol est imperméable, l'eau ruisselle, rejoint les lacs, rivières... et retourne dans la mer.
- Si le sol est poreux, l'eau s'infiltre doucement. Une partie est absorbée par les végétaux pour être évaporée dans l'air par les feuilles. Le reste humidifie le sol ou s'infiltre vers le bas jusqu'à ce qu'il rencontre une roche perméable et alimente une nappe souterraine (ou aquifère). L'eau de la nappe ressort par des fissures du sol et forme une source. L'eau de source va alimenter les cours d'eau, les rivières... jusqu'à la mer.

1.5.2. Eaux souterraines :

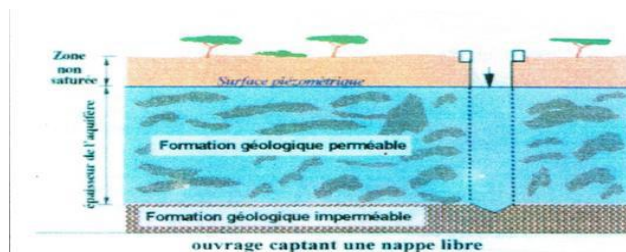
Les eaux souterraines constituent également une formidable ressource renouvelable , exploitée pour l’approvisionnement en eau potable . OFEFP (2003).

Ces eaux représentent toutes les eaux circulantes ou emmagasinées dans les terrains perméables sous forme des gouttelettes à l’intérieur des pores Constituant des nappes aquifères.

L'aquifère ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (Kettab, 1992). Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (POMEROL Et RENARD, 1997). En fonction des ces caractéristiques on distingue deux types des nappes :

a) Nappe libre

C’est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n’est pas couvert par une couche imperméable ; peu profonde et alimentées directement par les eaux d’infiltrations directes ou les écoulements d’eau de ruissellement. (Bonnin, 1982).

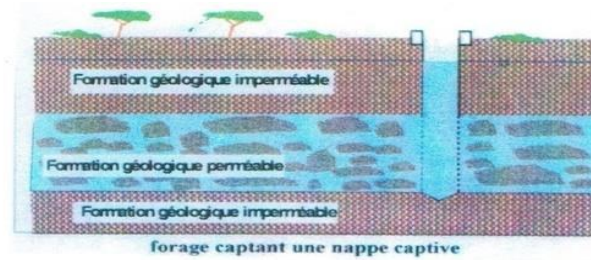


Source : (Ghedda, 2005)

Figure 05 : Schéma d’une nappe libre

b) Nappe captive

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive (Bonnin , 1982). Plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable, l’alimentation de ces nappes est assurée par l’infiltration sur leurs Bordes (Cardot, 1999).



Source : (Ghedda, 2005)

Figure 5: Schéma d'une nappe captive.

Tableau 01 : Les différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux de souterraines
Température	Variable suivant saisons.	Relativement constant.
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée.	Faible ou nulle.
Couleur	Liée surtout aux MES (argile, algues) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humique).	Liée surtout en matière solution (acides humique par exemple).
Minéralisation Globale	Variable en fonction des terrains de précipitation des rejets...	Sensiblement constante générale nettement plus élevée que dans les eaux de surfaces la même région
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	Généralement absents	Généralement présents
CO ₂ agressif	Généralement absents	Souvent présent en grande quantité
O ₂	Le plus souvent au voisinage de la saturation, absent dans le cas d'eaux très polluées	Absent la plupart du temps
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevé
Micropolluants Minéraux et Organique	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absent, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal, et végétal)	Férobactéries fréquentes

Source : (Degrement, 1989).

1.6. Evaluation des ressources hydriques en Algérie

L'Algérie dispose de ressources en eau très limitées. Tout au moins au nord où vivent les trois quarts de la population. Sur les 100 milliards de m³ que constituent les précipitations, nous concédons 85% à l'évaporation alors que sur les 12,5 milliards de m³ qui ruissellent 50% partent à la mer ou dans les chotts. Au nord, seuls 3,5 milliards de m³ sont « régularisables » (Kehal, 2007).

La pluviométrie est le paramètre le plus important dans l'évaluation des ressources en eau. Elle varie de plus de 2000 mm/an sur les hauts reliefs en bordure de la mer méditerranéenne et à moins de 100 mm/an au nord de Sahara (Kehal, 2007).

Les moyennes annuelles des précipitations suivent une zonalité générale Nord-Sud, qui définit les zones climatiques. Cependant, on note également des écarts notables entre l'Est et l'Ouest du pays. La région Oranaise (Ouest) est en général moins arrosée que le constantinois (Est), comme on peut le constater au Tableau.2 Les précipitations sont croissantes d'Ouest vers l'Est. La pluviométrie a imprimé les grands traits de la répartition générale des ressources en eau, superficielles et souterraines, et explique, en grande partie, les différences régionales.

Tableau 2 : Précipitation (mm) (Kehal, 2007).

Region	Precipitations en (mm)		
	Ouest	Centre	Est
Littoral	400	700	900
Atlas Tellien (plaines)	500	450	700
Atlas Tellien (reliefs)	600	700-1000 800-1600	
Haut plateaux Tellien	-	-	400
Haut plateaux Steppiques	50	250	-
Atlas Saharien	200	200	400-700
Sahara Septentrional		50	50-150

2 . Importance de l'eau

2.1 L'eau dans l'organisme humain

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation (Balderacchi, 2009).

Puisqu'elle ne contient ni protéines, ni glucides et ni lipides, l'eau n'est pas un aliment. Elle ne fournit pas d'énergie brute. Par contre, l'eau est essentielle à la vie. C'est grâce à l'eau que le corps peut utiliser l'énergie présente dans les aliments (Dumoulin et Mantha, 2009).

Au moment de la digestion, outre l'eau apportée par les boissons et les aliments ingérés, l'organisme fournit lui-même plusieurs litres d'eau à l'estomac et à l'intestin grêle pour faciliter la circulation et la digestion des aliments.

En fin de digestion, une faible proportion de toute cette eau descend dans l'intestin qui l'élimine avec les résidus de la digestion. Mais la plus grande part traverse les parois de l'intestin grêle et du colon pour aller Rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons (Huot, 2010).

2.2 Utilisation de l'eau

L'eau est prélevée pour des besoins divers :

- **Pour les besoins domestiques :**

Pour se laver, cuisiner, boire, arroser les plantes, nettoyer la maison..., Il nous suffit de tourner un robinet. Un geste devenu tellement banal que nous oublions la chance que nous avons de pouvoir bénéficier d'une eau potable à toute heure du jour et de la nuit. Il n'en est pas de même partout dans le monde. Dans de nombreuses régions, Il faut faire des kilomètres un bidon sur le dos pour ramener de l'eau à la maison.



- **Pour les besoins de l'agriculture :**

Pour l'irrigation ou l'arrosage des cultures : dans certaines régions, il faut arroser 600 litres d'eau pour produire 1 kg de blé !
Pour l'alimentation du bétail, le nettoyage des étables...
(Une vache boit environ 100 litres d'eau par jour).



- **Pour les besoins de l'industrie :**

L'eau est une matière indispensable à la fabrication de nombreux produits :
il faut environ 50 litres d'eau pour produire 1 Kg de sucre, 5 litres pour produire 1 litre de bière...

L'eau sert de moyen de refroidissement dans les centrales thermiques, les industries sidérurgiques, chimiques...

L'eau est utilisée dans les teintureries, les car-wash...

L'eau sert aussi à produire de l'électricité (barrages; il faut environ 200 litres d'eau pour produire 1 kWh), à transporter des marchandises par péniches...

Sur le plan quantitatif, les activités humaines consommatrices d'eau traitée

Sont réparties selon les domaines:

- l'agriculture: 68 % (pour l'irrigation)
- la consommation humaine (eau potable) : 24 %
- l'industrie: 5 %
- production d'énergie: 3 %.(Jean-Marie, 2009).



3. Eau potable

3.1 Définition

L'eau de boisson ou l'eau potable peut être définie, en se référant seulement l'OMS, comme étant« une eau ne renferme ni quantité dangereuses ni substance chimique, ni germes nocifs pour la santé » (Bountoux, 1983).

Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques, biologiques et en outre doit répondre à des critères organoleptiques essentiels appréciés par le consommateur (elle doit être incolore, insipide, inodore et fraîche). L'organisation mondiale de la santé (OMS) a édité des normes internationales pour l'eau de boisson. La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit impérativement être conforme aux normes de potabilité. Si de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas le même dans la plupart des pays en développement (Bernard, 1989 ; Moll, 1990 ; Vilagines, 2000).

3.2 Cycle de l'eau potable (Cycle domestique de l'eau, appelé aussi cycle anthropique de l'eau).

L'homme dévie l'eau de son milieu naturel pour ses propres besoins. C'est le cycle anthropique de l'eau. La circulation de l'eau résulte de l'intervention humaine, depuis les points de captage jusqu'aux stations d'épuration avant un retour au milieu naturel.

3.3 Types d'eau potable

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

C'est le décret exécutif 04-196 en date du 15 juillet 2004 (Joradp n°45 du 18 juillet 2004) qui définit et réglemente les eaux minérales naturelles et les eaux de source.

Auparavant, c'était l'arrêté du 26 juillet 2000 (Joradp n°51) qui réglementait l'exploitation de l'eau minérale.

3.3.1 Les eaux du robinet

L'eau du robinet ou eau de distribution, est une eau potable que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. (Gassambe, 2012).

3.3.2 Les eaux de source

L'eau de source est directement potable à l'état naturel car elles sont issues de nappes d'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines. (JORA, 2004).

Elles sont classées en :

a). Eau de source

L'eau de source est une eau de source introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients. (Jora, 2004).

b). Eau de source gazéifiée

L'eau de source gazéifiée désigne une eau de source qui, sous réserve des traitements éventuels autorisés, est rendue effervescente par addition de gaz carbonique (Jora, 2004).

3.3.3 Les eaux minérales

Les eaux minérales sont des eaux microbiologiquement saines, souterraines donc provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain et ayant des propriétés particulières : leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur teneur constante et spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants (Gassambe, 2012).

Elles sont classées en :

a). Eau minérale naturelle non gazeuse

L'eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau.

b). Eau minérale naturelle naturellement gazeuse

Une eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel, compte tenu des tolérances techniques usuelles, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau.

c). Eau minérale naturelle dégazéifiée

Une eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel conformément à la section 3.1.1 et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui ne dégage pas visiblement et spontanément de gaz carbonique dans des conditions normales de température et de pression.

d). Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source

L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui fait l'objet d'adjonction en gaz carbonique émanant de la source.

e). Eau minérale naturelle gazéifiée

L'eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autre Provenance (Jora, 2004).

3.4 Les paramètres de potabilité de l'eau

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques (DEVILLERS et *al*, 2005). En ce sens, les normes fixent les concentrations maximales admissibles (CPA), c'est-à-dire la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement tout au long de sa vie.

3.4.1 Paramètres organoleptiques

a. La couleur

Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV. Elle peut être due à certaines impuretés minérales (fer) mais également à certaines matières organiques acides humiques, fulviques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire (Alpha, 2005).

b. Goûts et odeurs

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur agréable. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère (Monique, 1991).

c. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, la pluviométrie joue un rôle important vis-à-vis de ce paramètre dans les superficielles et souterraines selon leur origine (Savary, 2010).

3.4.2. Paramètres physico-chimiques

a. Potentiel d'hydrogène « pH »

L'eau naturelle pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement.

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre (Rodier, 2005).

Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH. **(RODIER J., 1996).**

b. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pHEtc. (RODIER , 2005).

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS., 1994). Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. **(RODIER J., 2005).**

c. Turbidité

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (Lanteigne J., 2003). C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis L., 2005).

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (JEAN J.C., 2002).

Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (RODIERJ., 2005).

La turbidité se mesure en unité néphelométrique. (NTU) (LANTEIGNE J., 2003).

d. Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (RODIER J., 2005).

Elle s'exprime en micro siemens par centimètre (µs/cm) (GAUJOUS D, 1995).

e. Minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (DEGREMONT G., 1990). La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles.

Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (RODIER J., 2005).

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (RODIER J., 2009).

f. Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (RODIER J., 2005).

Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (Who., 1994).

g. Matières en suspension

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau (Satin M. et SELMI B., 1999).

Une eau potable ne doit pas contenir de matières, en suspension décantables, Pour une eau qui contient des suspensions à des teneurs de quelques milligrammes par litre, ne pose pas de problèmes majeurs (Degremont G., 2005).

h. Matières organiques dissoutes

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi Les quelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total (Codex Stan Et Coin, 1981).

On distingue deux origines de ces matières : les matières organiques acides d'origines animales et les matières organiques basiques d'origines végétales (CODEX STAN Et COIN, 1981). Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur (Jean J.C., 2002).

i. Dioxyde de carbone libre (CO₂ libre)

Le gaz carbonique CO₂ joue un rôle important dans la chimie des eaux. Le CO₂ combiné à l'eau, possède effectivement des propriétés acides, ce qui donne naissance notamment aux carbonates et bicarbonates de calcium et de magnésium (Dupont A., 1974).

j. 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 (Marcel F.R., 1986).

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). (W,H ,O., 1994).

Tableau03 : classification des eaux en fonction de dureté

Valeurs de TH	Nature d'eau
0 à 5°F	Eau très douce
5 15°F	Eau douce
15 à 25°F	Eau moyennement dure
25 à 35°F	Eau dure
> 35°F	Eau très dure

k. Titre Alcalimétrique (TA et TAC)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « 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 (BERNE F. Et CORDONNIER J., 1991).

L . Sels Minéraux Dissous

Ions calcium : Ca²⁺

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 kilogramme de calcium essentiellement dans le squelette (Mercier J., 2000). L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (Rodier J., 2005).

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 (Gaujoux D., 1995).

Ions Magnésium: Mg²⁺

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 (KEMMER F., 1984).

Ions de Sodium : Na²⁺

C'est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé....) ;
- Humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ;
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (RODIER J., 2005).

Ions de Potassium : K^+

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (Mercier J., 2000). Il est 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 (Kemmer F., 1984)

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) (Gaujour D, 1995).

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 (Rodier, 1996).

Ion Fer : Fe^{2+}

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 À 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés (Rodier J., 2005).

Ion 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 (Rodier J., 2005).

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 (Rodier , 2005).

Ions Sulfates : SO_4^{-2}

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (Kemmer, 1984)

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 considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (Rodier, 2005).

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^+) (Gaujour, 1995).

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 (Lepeltie, 2005).

Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (Coulais, 2002).

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (GANJOUR D., 1995).

A) Réglementation de la qualité des eaux potables

L'OMS a évalué les informations concernant les aspects sanitaires liés à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Les valeurs des différents paramètres de qualité des eaux sont, à titre de recommandation, sous forme de valeurs guides (VG) qui correspondent à la concentration à laquelle l'eau ne présente pas de risque sensible pour la santé du consommateur et conserve ces qualités organoleptiques (Monteil et Duguet, 2000).

B). Les Normes de qualité des eaux potables

L'eau potable nécessaire à l'alimentation doit présenter certaines qualités physico-chimiques et biologiques complexes, définies à l'échelle mondiale par l'organisation de la santé (OMS). Si de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas de même dans la plupart des pays en développement, où le manque d'eau potable constitue aujourd'hui le problème environnemental le plus grave (Bernard, 1989). Les normes définissent les doses maximales admissibles pour une substance donnée correspondant à la quantité qu'un individu peut absorber sans danger pour sa santé tout long de sa vie. Elles représentent les valeurs à ne pas dépasser. Les principales normes sont les suivantes :

- Normes internationales pour l'eau de boisson OMS 1971.
- Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada, ministère de la Santé nationale et du bien-être social 1978.
- Normes européennes applicables à l'eau de boisson OMS 1979.
- Normes Américaines. Actuellement plusieurs normes sont en vigueur aux États-Unis.
- Règlement sur l'eau potable éditeur officiel de Québec 1984.
- Normes algériennes JORA 2004.

❖ Les normes internationales de l'eau potable

Les normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine suivant l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Communauté Européenne des eaux (CEE) sont présentées dans le tableau 04 (Document de l'ANRH).

Tableau 04: Les normes de qualité physico-chimique de l'eau potable.

Paramètre	Unités	OMS	CEE
Paramètres physico-chimiques			
Turbidité	FTU	5	4
Température	°C	-	25
pH	Un. pH	6.5 à 8.5	-
Conductivité	µs/cm	-	-
Résidu sec	Mg/l	2000	1500

Chlorures	Mg/l	250	200
Sulfates	Mg/l	400	250
Calcium	Mg/l	-	100
Magnésium	Mg/l	200	150
Sodium	Mg/l	200	150
Potassium	Mg/l	-	12
Nitrates	Mg/l	44	50
Nitrites	mg/l	3	0.1
Ammoniaques	mg/l	-	0.5
Hydrocarbures	µg/l	-	10
Fer	µg/l	-	10
Manganèse	µg/l	300	200
Cuivre	µg/l	1000	-
Zinc	µg/l	5000	5000
Fluorure	µg/l (8-12°C)	1500	1500
MES	µg/l	-	-
Cadmium	µg/l	5	5
Chrome	µg/l	50	50
Nickel	µg/l	50	50
Plomb	µg/l	50	50
Chlore	Mg/l	50	50
Dureté totale	°F	0.1	-
Minéralisation	Mg/l	50	10-35
Alcalinité	°F	-	-

Source : Document de l'ANRH.

❖ Les normes Algériennes pour la qualité physico-chimique de l'eau potable

L'Algérie s'est basé sur les normes internationales, pour établir ses propres normes, on Peut dire que c'est une combinaison de différentes normes qui existent sur le plan International (tableaux 05 et 06) (Document de l'ANRH).

Tableau 05 : les normes algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.

Paramètres	Valeurs	Unités
Paramètres organoleptiques		
couleur	25	mg/1 pt-Co
Odeur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Turbidité	1-2	NTU
Saveur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Paramètres physico-chimiques		

température	25	°C
pH	6.5 -8.5	-
conductivité	2800	µs/cm
Résidu sec (110)	2000	mg/l
calcium	75 -200	mg/l
Magnésium	150	mg/l
sodium	200	mg/l
potassium	20	mg/l
chlorure	200-500	mg/l
sulfates	200 -400	mg/
Co3--co3H-	-	-
aluminium	0.5	mg/l
Substances indésirables		
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0.1	mg/l
Ammonium	0.05-0.5	mg/l
Phosphates	0.5	mg/l
Ox.kMnO4(acide)(MO)	3.5	mg/l
Bore	0.3	mg/l
Fer	0.3	mg/l
Cuivre	0.05-1.5	mg/l
Zinc	1 -5	mg/l
manganèse	0.5	mg/l

Source : Document de l'ANRH.

Tableau 06 : Les normes Algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.

Paramètres	Valeurs	Unités
Substances indésirables		
Baryum	0.7	mg/l
Phénols	-	-
Fluorure	0.8-2	mg/l
Agent	-	-
Carbone Organique total	-	-
Azote	2	mg/l
Substances Toxiques		
Arsenic	0.05	mg/l
Cadmium	0.01	mg/l

Cyanure	0.05	mg/l
Mercure	0.001	mg/l
Plomb	0.05	mg/l
Chrome	0.05	mg/l
Nickel	0.02	mg/l
Antimoine	0.005	mg/l
Sélénium	0.01	mg/l
Epichlorhydrine	-	µg/l
1.2-dichloroéthane	30	µg/l
Tétrachloroéthylène	40	µg/l
Benzo(a)pyrène	0.7	µg/l
Benzène	-	µg/l
Tétrachlorure de carbone	2	µg/l
Chlorure de vinyle	5	

Source : Document de l'ANRH

3.4. 3 Paramètres microbiologiques

Le risque microbiologique d'origine hydrique (ou risque infectieux) correspond à la présence dans l'eau de microorganismes pathogènes, ou potentiellement pathogènes (opportunistes) et ce en quantité supérieure au seuil d'infection fixé par l'OMS.

Parmi ces microorganismes, on distingue les virus, les bactéries et les protozoaires. Le risque microbiologique provient donc du pouvoir pathogène de ces germes qui est conditionné non seulement par les propriétés de l'agent infectieux, mais aussi par la réceptivité de l'hôte. Il convient de préciser que la mise en oeuvre de procédés élémentaires de désinfection telle que la chloration de l'eau, permet d'éradiquer totalement les fléaux tels que le cholera, la dysenterie bacillaire ou les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes (Tableau 07) ;(Lebleu, 2007).

Tableau 07 : Principales maladies d'origine hydrique d'après (Haslay Et Leclerc, 1993)

Origine	Maladies	Agents pathogènes
Parasitaire	Dysenterie amibienne	<i>Entamoeba histolyca</i>
	Gastro-enterites	<i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium parvum</i>
Bactérienne	Fievres typhoïde et paratyphoïde	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i> A et B
	Dysenterie bacillaire	<i>Shigella</i>
	Cholera	<i>Vibrio cholerae</i>
	Gastro-enterites	<i>Escherichia coli</i> enterotoxinogène <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Yersinia enterocolitica</i>
Virale	Hépatites A et E	Virus hépatite A et E
	Poliomyélite	Virus poliomyélitique
	Gastro-enterites	Rotavirus Enterovirus Calicivirus Adenovirus...

3.5. Consommation de l'eau potable en Algérie

De par sa rareté, l'eau en Algérie, comme dans la plupart des pays du Sud de la méditerranée, est un facteur limitant du développement et source de tensions sociales. La rareté est appréhendée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accroître avec le changement climatique.

Avec moins de 600 m³ par habitant et par an, l'Algérie (36 millions d'habitants en 2010) se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques, au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent subir des traitements en fonction de l'eau brute, pour fournir une eau respectant la norme algérienne de potabilité des eaux (NA6360-1992), inspirée des recommandations de l'OMS et tenant compte des paramètres organoleptiques, paramètres bactériologiques (selon la destination des eaux), facteurs physico-chimiques et les facteurs indésirables ou toxiques (Ali larbi et Belarroussi, 2007).

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la zone d'étude :

La zone étudiée appartient aux monts du Djebel Amour dans la région d'Aflou et se situe à environ 350 km au Sud d'Alger (figure N° 08). Les monts du Djebel Amour constituent la partie centrale de l'Atlas saharien, et sont limités au Sud-ouest par les Monts des Ksour et au Nord-Est par les Monts des Ouled Naïl (figure N°09). L'aspect général de la région est celui de reliefs dénudés allongés suivant la direction SW-NE qui encadrent des vallées ou de vastes steppes planes couvertes d'un tapis végétal constitué surtout par l'armoïse et l'alfa. L'altitude moyenne des vastes steppes est comprise entre 800 et 1200 mètres.

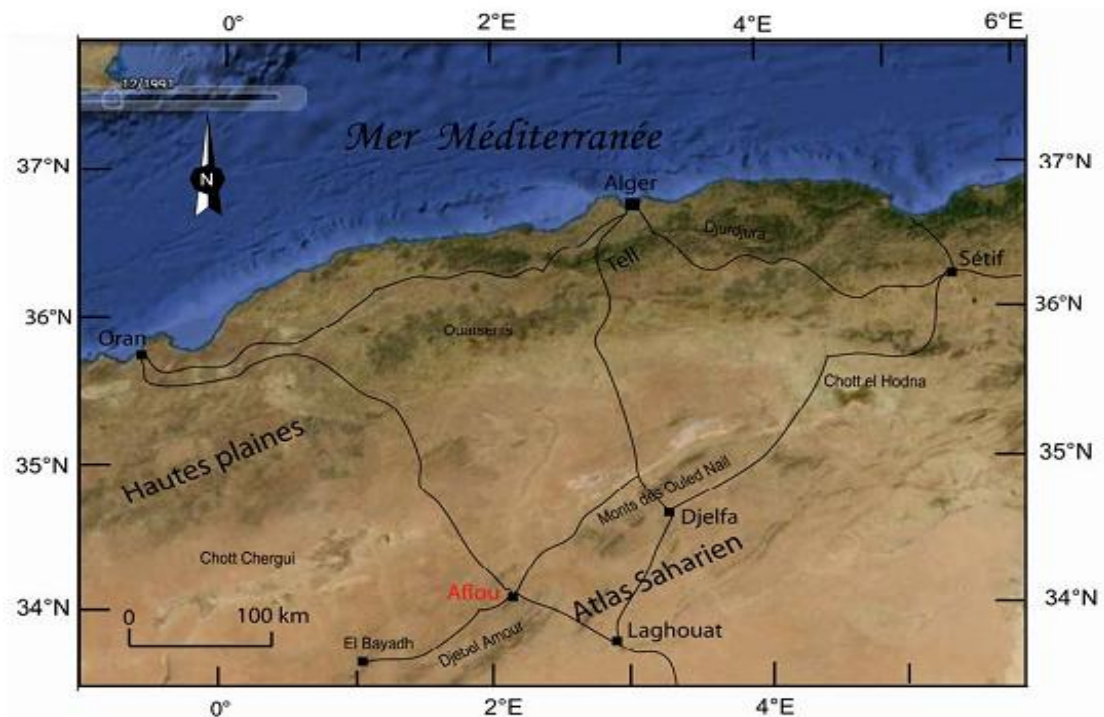


Figure 08 : Situation géographique de la zone d'étude

Les crêtes qui forment les reliefs montagneux s'élèvent de 150 à 400 mètres au-dessus des plaines environnantes et atteignent leur maximum d'altitude près d'Aflou (Dj. Guern-Arif : 1721 m ; Dj. SidiOkba : 1707 m ; Dj. Gourou : 1706 m ; Dj. Zlag : 1583 m) (figure N°09).

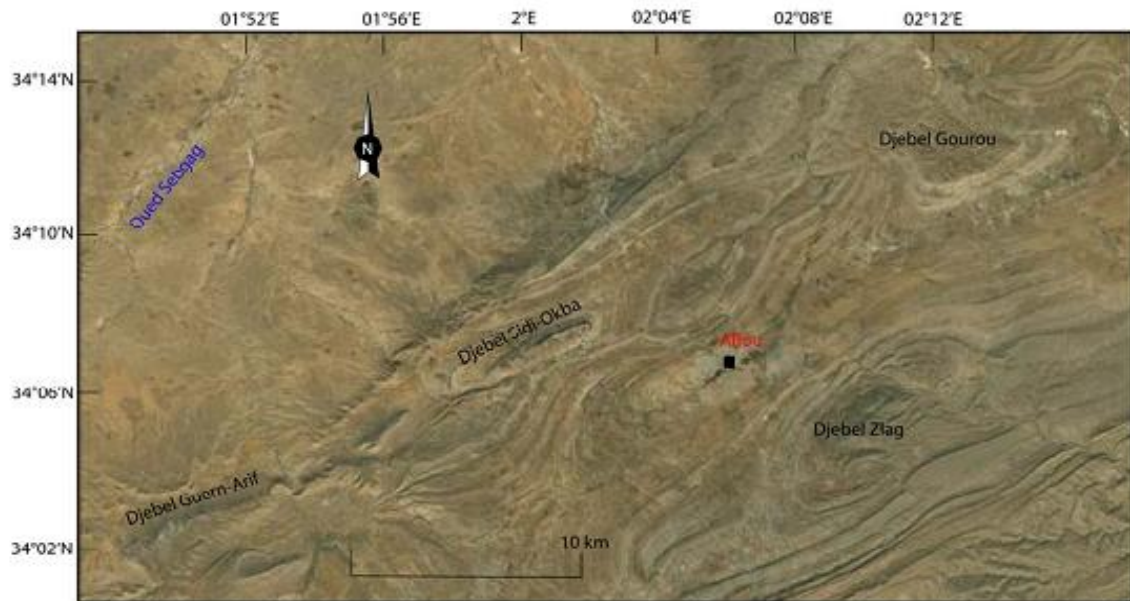


Figure 09 : Les Reliefs d'atlas saharien central

1.2. Caractéristiques climatiques :

Les facteurs climatiques jouent un rôle important dans le comportement hydrologique des cours d'eau alimentant un bassin versant. Ce sont les précipitations surtout solide, qui constituent le facteur essentiel intervenant par :

- Leur répartition annuelle et mensuelle, leur total journalier et surtout les averses génératrices des crues.
- Ces différents aspects des précipitations sont plus ou moins modifiés selon un effet combiné des autres paramètres physiques (altitude et exposition) et climatiques : la température, l'évapotranspiration, le vent et l'humidité aussi ; des facteurs qui influent sur l'écoulement et régime hydrologique du bassin (Bebba, 2016).

1.2.1. Les Précipitation

Les données des précipitations de la région d'étude sont collectées pour la période allant de 2008 à 2017 sont récapitulées dans le (Tab 08). A partir des données enregistrées au niveau des deux stations météorologiques (station de Laghouat et station d'Aflou) sur une période de 10 ans (2008-2017).

a) Station de Laghouat

Tableau08 : les données des précipitations de la région de Laghouat (2008-2017)

Mois	Jan	Feb	mar.	Avr	Mai	Juin	juil.	Aout	sep	Oct.	nov.	des
Précipitation(mm)	9,77	8,58	10,56	18,72	9,93	7,45	7,96	10,85	27,53	23,31	12,45	19,35

Chapitre II : matériels et méthodes

La précipitation moyenne annuelle est d'environ 155,27 mm à la station de Laghouat. La période la plus pluvieuse est répartie entre le mois Septembre et le mois Octobre avec de moyenne de 27, 53 mm en Septembre. Cependant, le mois le plus sèche est Juin avec de moyenne de 7 ,45mm.

b) Station d'Aflou

Tableau09 : les données des précipitation de la région d'aflou (2008-2017)

Mois	jan	Five	Mar	Avril	mai	Juin	juil.	Aout	sep	Oct.	nov.	des
P(mm)	26,13	34,49	31,56	31,6	22,64	13,17	10,2	14,8	50,29	31,57	33,01	24,49

D'après la (Tableau : 09) ci-dessus, on déduit que le mois de septembre est le mois le plus humide avec un cumul pluviométrique mensuel moyen de 50,29 mm, alors que la valeur minimale du cumul pluviométrique mensuel moyen a été enregistrée au cours du mois de Juillet 10,2 mm.

1.2.2. La Température

La température est élément du climat le plus important était donnée que tous les processus métabolique en dépendant (Dajoz, 2006). Les températures de la région de Laghouat collectées durant la période allant de 2008 à 2017 sont récapitulées dans le Tableau10.

a) Station de Laghouat

Tableau10 : les données des Températures de la région de Laghouat (2008-2017)

Source : (ONM, 2018)

Mois	Jan	FIV	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	T
T°C	8,73	9,88	13,62	18,04	22,61	28,01	32,20	30,94	25,36	19,99	12,89	8,97	231.24

D'après ces données, nous notons le mois le plus froid dans la région de Laghouat est le mois de Janvier avec une température minimale de 8,73 °C, tandis que le mois le plus chaud est celui de Juillet avec une température maximale de 32,20 °C.

b) Station d'Aflou

Tableau11: les données des Températures de la région d'aflou (2008-2017)

Mois	Jan	five	mar.	Avril	mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Des
Tem. C°	4,31	3,87	7,4	11,67	16,56	20,93	24,46	23,31	19,06	13,88	8,01	4,35

Source : (ONM, 2018)

D'après le tableau ci-dessus, on déduit que le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une valeur de 24,46°C, alors le mois le plus froid est celui de février 3,87°C.

1.2.3. Le diagramme OMBROTHERMIQUE de BAGNOULS et GAUSSEN

D'après Dajoz (1979), la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius ($P \text{ (mm)} < 2T \text{ (°C)}$). A cet effet, nous pouvons constater, en se référant aux données météorologiques, que la région de Laghouat subit une période sèche durant toute l'année. Pour localiser les périodes humides et sèches de la zone d'étude, nous avons tracé diagramme Ombrothermique pour les périodes allant de 2008-2017 pour la région de Laghouat.

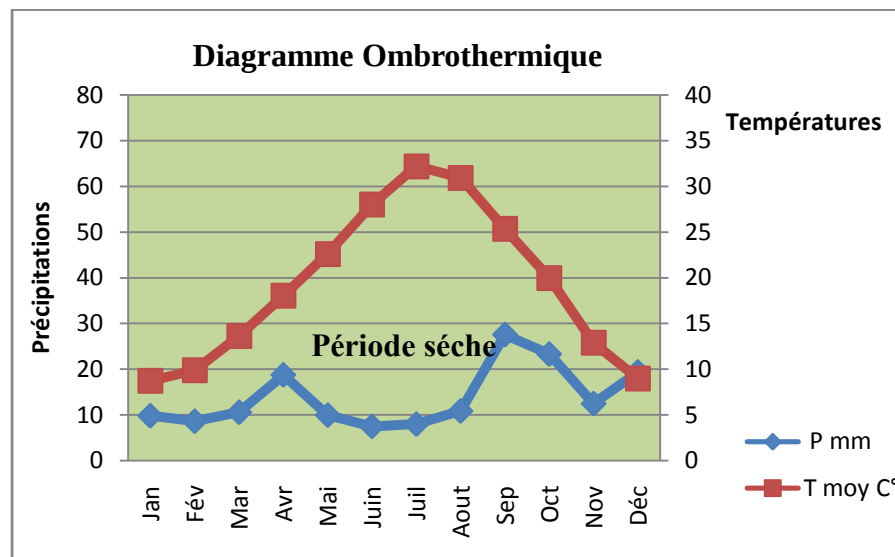


Figure10: Diagramme d'Ombrothermique de Gaussen de la région de Laghouat 2008-2017

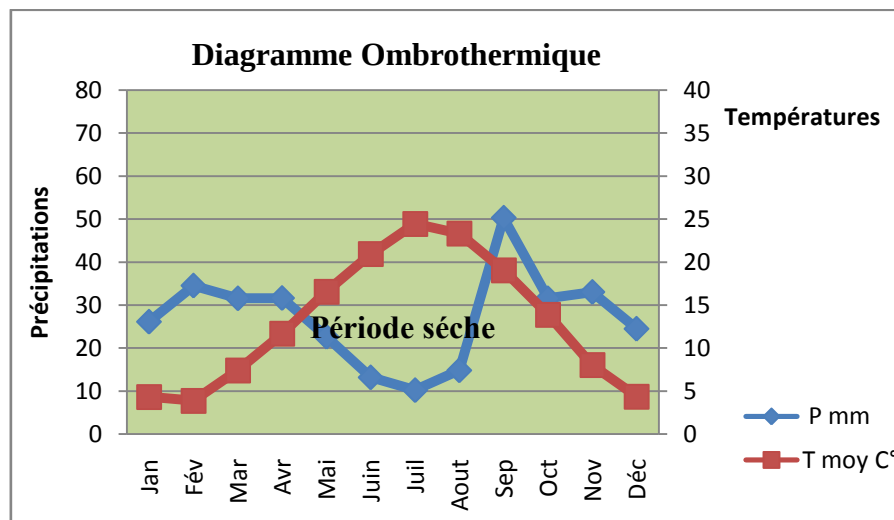


Figure11 : Diagramme d'Ombrothermique de Gaussen de la région d'Aflou 2008-2017

MATERIEL ET METHODES

1. Échantillonnage et modes de prélèvements

1.1. Choix des sites de prélèvement

Pour mettre en évidence l'influence du milieu extérieur sur la qualité hygiénique et la qualité physico-chimique de l'eau, nous avons choisis six sites d'eau de sources naturelles existants au niveau de l'Atlas saharien central (djabel amour)

- **Ain khadra** ; est située dans la région Taouiala est une commune de la wilaya de Laghouat en Algérie, située à 93 km du chef lieu de la wilaya et à 337 km au sud d'Alger, d'un débit de 8 l/s.



Figure 12 : de source Ain khadra

- **Source Ain Bakay** est située dans la région hadj mechri



Figure 13 : source Ain Bakay

- **La source de Milok** : est située dans la région Nord-Ouest de la wilaya de Laghouat, à environ 20km au Nord de département de la wilaya, se trouve dans djebel Milok qui est limitée par la chaine des monts de djebel amour au Nord de Laghouat, d'un débit de 5 l/s
- **Source Oued Morra** : est située au voisinage de la ville oued morra vers localité de madna (djebel el gaada) .
- **Source Ain Arar** : est situe dans la commune de oued Morra a Un village Arar d'un débit de 12 l/s



Figure14 : source Ain Arar Oued Morra

1.2. Prélèvement des échantillons d'eaux

a) Période de prélèvement

Deux (2) campagnes d'échantillonnage ont été effectuées. La première le 21/12/2017, la deuxième le 5/03/2018 l'ensemble des échantillons ont été prélevés au niveau des 6 stations

b) Prélèvement d'un échantillon

Prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate a laquelle le plus grand soin doit être apporter , il conditionne les résultat analytiques et l'interprétation qui sera donné, l'échantillon doit etre homogène et représentatif et ne pas modifier les caractéristiques physico- chimique de l'eau.

- L'usage des flacons en matières plastique s'est largement répandue en raison des facilités qu'il présente pour le transport.
- Pour le prélèvement on procède de la manière suivant :
- Eau de source : on prolonge doucement le flacon dans l'eau et on prélève la quantité a environ 50 cm du fond (Rodier ,1979)
- On utilise dans notre travail 6flacon d'une capacite de chacun :deux litre .

1.3. Lieu d'expérimentation

Les différentes analyses ont été effectuées au niveau des laboratoires de l'Algérienne Des Eaux (ADE) Laghouat.

2. Méthodes d'Analyses physico-chimiques

Les analyses visent à vérifier la stabilité de la composition de l'eau de source en ses constituants essentiels et ses caractéristiques de qualité conformément aux spécifications et les caractéristiques de qualité des eaux de source (JORA, 2006)

2.1. Analyses physiques

a) pH (potentiel hydrogène)

La mesure du pH donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité des eaux.

Il est important pour la croissance des micro-organismes est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau (Rodier, 1996)

Ceci consiste à faire des mesures à T 20°C en plongeant l'électrode dans l'échantillon puis on laisse le pH-mètre se stabiliser pendant quelque secondes, enfin on lit la valeur du pH.



Figure 15 : l'appareille multi- paramètre (HI 2550 pH/ORP et EC/TDS/NaCLMeter de marque Huch) .

b) Mesure de la Température :

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes Répercutions écologiques (leynaud , 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987). Le Température est mesuré directement à l'aide d'un thermomètre précis multiéléments (Rodier *et al.*, 2005).

c) Conductivité électrique

La conductivité représente la résistance qu'une eau oppose au passage d'un courant électrique. Et est un indicateur direct de sa salinité. La conductivité varie également en fonction de la

température. Elle a, la plupart du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains lorsqu'il pleut.

Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité. La mesure de la conductivité électrique a été faite à l'aide d'une conductimètre.

Les résultats affichés sur l'écran de l'appareil (multi-paramètre) et sont exprimés en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). (ADE)

Selon la conductivité, l'eau peut être classée en eau de qualité plus ou moins bonne (Tableau 12).

Tableau 12: Détermination de la conductivité et classée en eau de qualité

Conductivité	Nature de l'eau
50-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Eau excellent
400-750	Eau de bonne qualité
750-1500	Eau de moyenne qualité
1500>	Eau médiocre

d) Mesure de la salinité et du taux de sels dissous (TDS)

Le mesure de salinité et TDS est effectué par l'appareille multi- paramètre même principe que la mesure de la conductivité. On garde l'électrode de conductivité dans le recepaient qui contient l'eau à examinée puis on appuis une fois sur le bouton de conductivité pour donne le résultat de taux des sels dissous. Et deuxième fois pour donner le résultat de salinité. Les résultats obtenus par lecture directe sont donnés en 0/00 et en mg/l pour la salinité et le taux de sels dissouts respectivement.

e) Minéralisation

La minéralisation correspond aux taux de sels dissous. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. Toutefois, la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité (tableau 13) (Rodier et al, 2005).

Tableau 13: Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité *Source : (RODIER, 2009).*

Chapitre II : matériels et méthodes

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minéralisation (mg/L)
< à 50	$1,365079 \times \text{Conductivité}$
Entre 50 et 166	$0,947658 \times \text{Conductivité}$
Entre 166 et 333	$0,769574 \times \text{Conductivité}$
Entre 333 et 833	$0,715920 \times \text{Conductivité}$
Entre 833 et 10000	$0,758544 \times \text{Conductivité}$
> à 10000	$0,850432 \times \text{Conductivité}$

2.2. Les analyses chimiques

a) Dosage de la dureté totale (TH)

La dureté totale est un indicateur du niveau de calcaire dans l'eau notamment le calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}). est déterminée par un dosage complexométrique par l'EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique).



Figure16 : Dosage de la dureté totale

Mode opératoire

- Un ajout de 10 gouttes de solution tampon TH (pH 10)
- quelques gouttes de NET dans 10 ml d'eau prélevée
- La solution vire en rouge. et dosage la solution par l'EDTA il est terminé quand la solution rouge vire à la bleue. la valeur de la dureté est indiquée par le volume de l'EDTA versé (en $^\circ\text{f}$).

f3. Expression des résultats

$$[\text{TH}] = \frac{N_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}} \times 1000}{V_{\text{eau}}} = \text{en meq/l}$$

V E. Analysée

- TH : C'est le titre hydrométrique en meqg (1 meqg = 5 °F)
- NEDTA : Normalité d'EDTA ;
- VEDTA: Volume d'EDTA ;
- V E .analysé : Volume de l'échantillon.

b) Dosage des ions $[Ca^{2+}]$

- On Met 10ml de l'eau à analyser dans un bécher
- on ajoute 3 gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (NaOH, pH = 12)
- une pincée de l'indicateur de Ca^{2+} (calcon + NaCl),
- ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rose au bleu

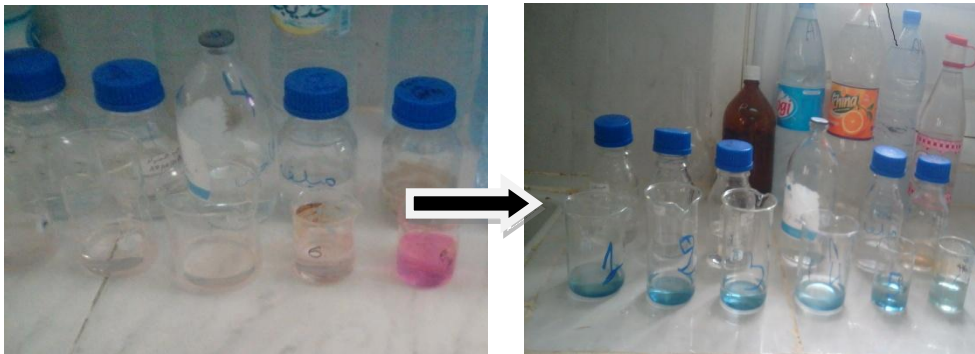


Figure 17: dosage de calcium

$$[Ca^{2+}] = \frac{\text{volume EDTA} \cdot \text{Normalité EDTA} \cdot 1000}{\text{Volume de l'eau à analyser}}$$

c) **Dosage des ions $[Mg^{2+}]$** : se fait par calcul comme le suivant :

$$[Mg^{2+}] = [TH] - [Ca^{2+}]$$

d) L'azote ammoniacal : (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) (Gaujour , 1995). 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 (Rodier , 1996).

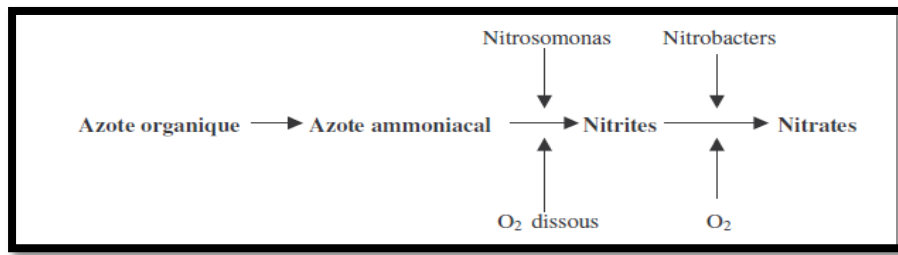


FIGURE 18 : Oxydation de l'azote ammoniacal

Mode opératoire

- Prélever 40ml de l'eau à analysée dans un bécher,
- On ajout 0,4reactif I
- Et réactif II on vire en couleur vert claire
- Et attendre 1h puis lecture le résultat par spectrophotométrie

e) Dosages de Sodium et Potassium

La présence de sodium et potassium dans tout les échantillons à des concentration significatives est liée à la lithologie de la région étant donné que ces éléments entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans la majorité des couches géologiques.

Ils peuvent également avoir comme origine le lessivage des engrais sur les sols pauvres en humus. Il est à signaler que l'excès du Potassium et sodium est contrôlé par l'organisme, soit par transpiration ou par élimination urinaire, Or chez les sujets présentant des complications rénales, le contrôle de cet élément est impératif, sachant qu'une hypercalcémie peut provoquer un arrêt cardiaque.

D'une façon générale, la spectrométrie de flamme est la méthode la plus indiquée pour le dosage de sodium et potassium

Mode opératoire :

- On introduit successivement les solutions tampons des radiations et les échantillons dans une série de tubes de chaque cation Na^+ , K^+
- On agite rigoureusement avant d'effectuer puits on fait la lecture au spectrophotométrie de flamme a longueur d'onde de 585nm pour le sodium et 766,5nm pour le potassium après avoir réglé la maximum de transmittance de l'appareille sur les tubes
- On trace la courbe d'étalonnage et l'on déduit la concentration de l'élément en question
- Les concentrations pour nos échantillons sont déterminées graphiquement grâce à la gamme étalon de potassium.



Figure 19 : spectrophotomètre à émission de flammes

f) Les Chlorures

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Humbert et Pommier, 1988 in Tarik, 2005) La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence de chromate de potassium (K_2CrO_4).

Les ions chlorures réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble et précipitant. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier et *al*, 2005).

Mode opératoire

- On prélever 10ml de l'eau à analyser, dans un bécher.
- Ajoute 1ml de l'indicateur chromate de potassium donnée coloration jaune
- puis fait le titrage avec la solution Nitrate d'argent (0.02N) jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre (Rodier et *al*, 2005).

Le taux de chlorures, en mg/l, est donné par l'équation suivante :

$$[\text{Cl}^-] = \frac{\text{volume AgNO}_3 \times \text{Normalité AgNO}_3 \times 1000}{V \text{ E analysé}}$$

g) Détermination de l'alcalinité (bicarbonates HCO_3)

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de Sels d'acides faibles (Rodier, 2009). Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré (Rodier et *al*, 2005).

2- Mode opératoire

- On a pris 10 ml d'échantillon d'eau
- ensuite on lui a ajouté 2 gouttes d'orange de méthyle ((indicateur coloré)
- Et a titré avec Acide sulfurique (H₂SO₄) 0,0865N.

3-Résultats et calculs

$$[HCO_3^-] = \frac{V_{\text{eq}}(H_2SO_4) * \text{Normalité}(H_2SO_4) * 1000}{V \text{ E. Analyseé}}$$

Avec :

- MHCO₃= la masse molaire des bicarbonates (61g/mol)

h) Dosage du phosphate (PO₄³⁺)

Les phosphates (PO₄³⁺) font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains. En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, le phosphate réagit. Puis le complexe formé est réduit par l'acide ascorbique et développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique (Rodier et al, 2005).

- Prélever 40ml de l'eau à analyser dans un bécher,
- ajouter 1ml acide ascorbique et 2ml du réactif mixte et attendre 10 minutes jusqu'à le développement d'une coloration bleue.
- On note la DO à 880 nm.

La densité optique affichée sur le spectrophotomètre UV/Vis donne la concentration des ions phosphates dans l'eau en mg/l.

i) Les sulfates :

Les sulfates peuvent être d'une origine naturelle à partir du gypse ou pyrite ou d'une origine industrielle ou à partir des produits de traitement agricole.

Les ions sulfates sont précipités et passent à l'état de sulfate de baryum, en présence de Chlorure de baryum (BaCl₂), La turbidité est proportionnelle à la concentration de l'eau en sulfates. la mesure de la turbidité a été faite à une longueur d'onde de 650nm (Rodier, 2009).

- Prenez 50ml eau analyse
- Ajoute 3-4gouttes de bleu de prométhéole pour SO₄
- Titree par chlorure de baryum (0,1N)

j) Dosage des nitrates

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote et ils se trouvent naturellement dans les eaux de surface ainsi que dans les eaux souterraines. Les nitrates sont nécessaires à la croissance des végétaux mais leur présence excessive dans le sol peut contaminer les sources d'alimentation en eau. Transformés en nitrites par l'organisme, ils peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine en "méthémoglobine" et provoquer un mauvais transfert de l'oxygène vers les cellules. Cette pathologie peut affecter les nourrissons de moins de 6 mois. Le risque est très difficile à établir. Partant d'un principe de précaution, la norme de potabilité pour l'eau a été fixée à 50 mg/l. Au-delà de 100mg/l, l'eau ne doit pas être consommée.

Mode opératoire :

La méthode utilisée est la méthode spectrophotométrique.

- Prenez 10ml d'échantillon à analyser, ajouter 4 gouttes d'acide acétique, laisser reposer pendant 5 minutes.
 - ajouter 0,5mg de salicylate de sodium
 - Sécher la solution à 80°C dans l'étuve
 - Ajouter 16gouttes d'acide sulfurique et laisser refroidir pendant 15 minutes
 - Ajouter 10ml de la soude NaOH 20%
- Effectuer la lecture à l'aide de spectrophotométrie étalonnée Les nitrites



Figure 20: Spectrophotomètre UV visible utilisé pour la détermination du taux des nitrates

k) Dosage des nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés. Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates.

Mode d'opérateur :

Le dosage des nitrites est effectué par la méthode de

- prenez 50 ml eau analyse
- Ajoute 1ml réactifs mixte de NO₂

- Attendre 10minute L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .
- Effectuer la lecture à 543 nm.

1) Le résidu sec

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (Rodier et *al* , 2005).

- On nettoie bien les creusets avec l'eau distillée et on les place dans l'étuve pour le séchage.
 - Après le séchage, on pèse les creusets vides et on enregistre la masse m_0 .
 - On tare 25ml de l'eau à analysée, et on place les creusets dans une étuve réglée à 180 °C pendant 4 heures et laisser refroidir $\frac{1}{4}$ d'heure dans un dessiccateur.
 - Peser immédiatement et rapidement et en enregistré la masse m_1 .

Les résultats, de la teneur en résidus secs (RS), exprimés en mg/l sont calculés suivant

Les résultats sont donnés en mg/l.

$$(PP - PV) 10 \times 1000 = \text{mg/l de RS}$$

PP : est le poids plein de la capsule.

PV : est le poids vide de la capsule

3. Méthode Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but la recherche et le dénombrement des germes existant dans les échantillons d'eau à analyser. Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes (Rodier, 2005).

En raison de la diversité des espèces bactériennes, virales et parasitaire, des germes test vont être analysés qui représenteront par la suite l'aspect microbiologique de ces eaux. Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants :

- Germes totaux ;
- Coliformes totaux et fécaux ;
- Streptocoques fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs.

a. Dénombrement des germes totaux

La recherche et le dénombrement des germes revivifiabiles se réalisent à deux températures différentes afin de cibler les micro-organismes psychrophiles (22°C) et les microorganismes mésophiles (37°C).

Le milieu de culture est de la gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure (TGEA) fondue puis refroidie à 45±2°C (**Rodier 2005**).

a1. Mode opératoire

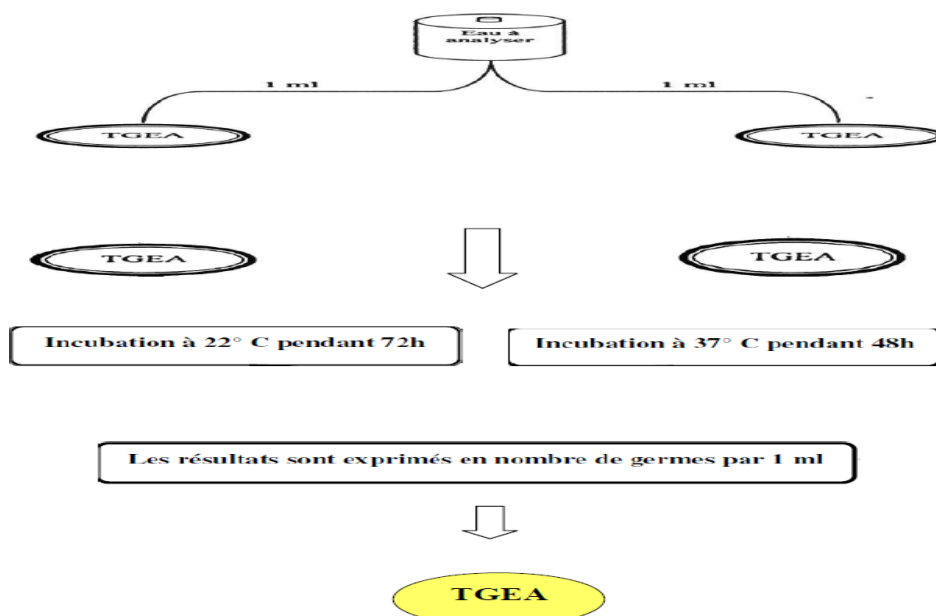
- On prend deux boites de pétri stériles et on note sur chaque boite la date et la température d'incubation ;
- Près d'un bec benzène, on prélève 1 ml d'eau à analyser et on ensemence dans chaque boite ;
- On fait couler environ 19ml la gélose préalablement fondue et refroidie à 45 °C ;
- On agite doucement par un mouvement circulaire en forme de « 8 », pour assurer un mélange homogène

Les boites seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à 22±2C° pendant 24h ± 4 h
- La deuxième série sera incubée à 37±2C° pendant 24h ± 4 h

Lecture : après 24 heures il apparait un mélange de colonies blanches et jaunes.

Le dénombrement est exprimé en UFC/100 ml.



Il n'existe pas des germes totaux

Figure21 :schéma présente les étapes de dénombrement des germe totaux

b. Le dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes se présentent sous forme des *bacilles à Gram négatifs (BGN)*, non *sporogones*, *oxydase négative*, *aero-anaérobies* facultatifs, capables de croître en présence de sels *biliaires* et capables de *fermenter* le *lactose* avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C.

La Technique en milieu liquide sur *BCPL*, fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- Le test de présomption ; réservé à la recherche des *coliformes totaux*
- Le test de confirmation ; encore appelé test de *MAC KENZIE* et réservé à la recherche des *coliformes fécaux* à partir des tubes positifs du test de présomption. en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C (**figure 5**) (**RODIER 2009**).



Figure 22 : photo présente milieu BCPL pour dénombrement des coliformes

1^{ère} étape: Test présomptif de la présence ou l'absence des coliformes.

On ensemence à partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 2 fois 10ml dans un flacon contenant 10 ml de milieu *BCPL D/C* muni d'une cloche de *Durham*.
- 2 fois 1 ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu *BCPL s/C* muni d'une cloche de *Durham*.
- 2 fois 0,1 ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu *BCPL S/C* muni d'une cloche de *Durham*

Le gaz présent éventuellement dans les cloches de *Durham* doit être chassé et bien mélangé le milieu et l'*inoculum*. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h. Seront considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Expression des résultats des *Coliformes totaux*

Le nombre des coliformes totaux par 100 ml est obtenu en comptant le nombre

des tubes positifs en se référant à la table de Mac Credy qui nous donne le nombre le

plus probable (NPP).

2eme étape: Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*E. Coli*.

_ On repique chaque tube de BPCL positif 2 à 3 gouttes par une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham ;

_ On incube à 44 °C pendant 24 heures ;

_ On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois ;

_ Un trouble avec un dégagement gazeux ;

_ Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par

E. Coli Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs.

6.2.3. Expression des résultats des *Coliformes fécaux*

Le dénombrement d'*E. Coli* s'effectue de la même façon que celui des coliformes totaux sur la table de Mac Credy

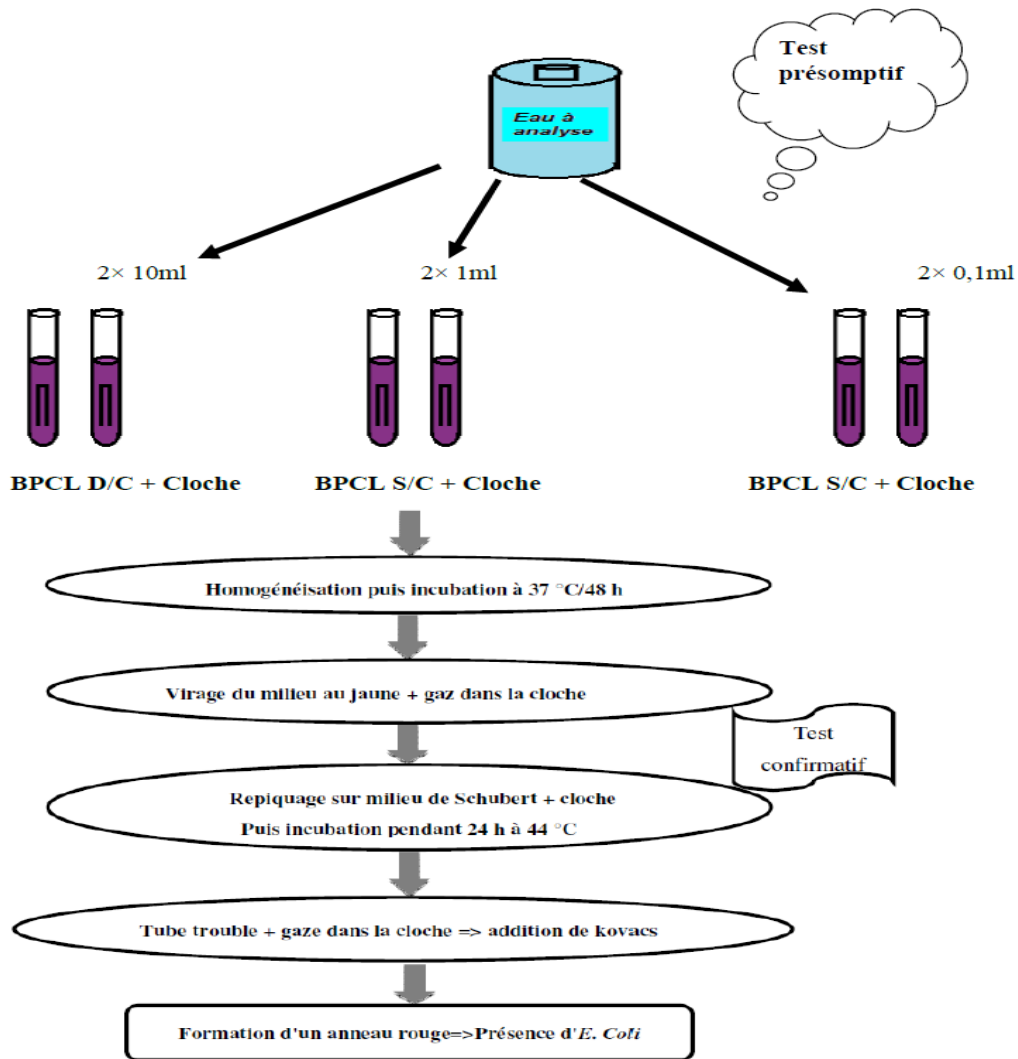


Figure23: Recherche et dénombrement des coliformes et *d'E. Coli*.

c. Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries à Gram+. Elles se développent entre 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (LEBRES et MOUFFOK, 2008).

c1. Mode opératoire

Il faut chauffer préalablement la suspension mère 10 minute à 80°C. Cette étape de chauffage permet de préparer les spores à la germination. On appelle cette étape l'activation. La germination consiste en un gonflement de la spore, pertes des différentes résistances, augmentation de l'activité métabolique. De nombreux composés favorisent la germination après l'activation,

notamment les acides-aminés et les sucres. La germination est suivie de la croissance bactérienne.

- On repartit le milieu Viande et foie (VF) dans des tubes est autoclave à 15mn à 121°C. Puis on refroidie à 45-50°C et ajouter à chaque tube les solutions tièdes suivantes :
- On introduit dans 6 tubes à essai 20 ml d'échantillon d'eau à analyser (5 ml dans chaque tubes) ;
- 0,5 ml d'une solution aqueuse de sulfate de Na a 5% stérilise
- 2goutter d'un solution aqueuse d'alun de fer (citrate de fer ammoniacale) ,
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h

L'apparition des taches noires qui représentent les colonies de Clostridium ; ces taches noires sont des sulfures de fer qui résultent de la réduction des sulfites. L'apparition des tubes complètement colorés en noire est due probablement à la durée de conservation prolongée (température élevée).

Après une incubation de 24 heures à 37°C on n'observe pas de colonies noir caractéristiques. L'eau à analyser ne contient donc pas spores de Clostridium sulfito-réducteur

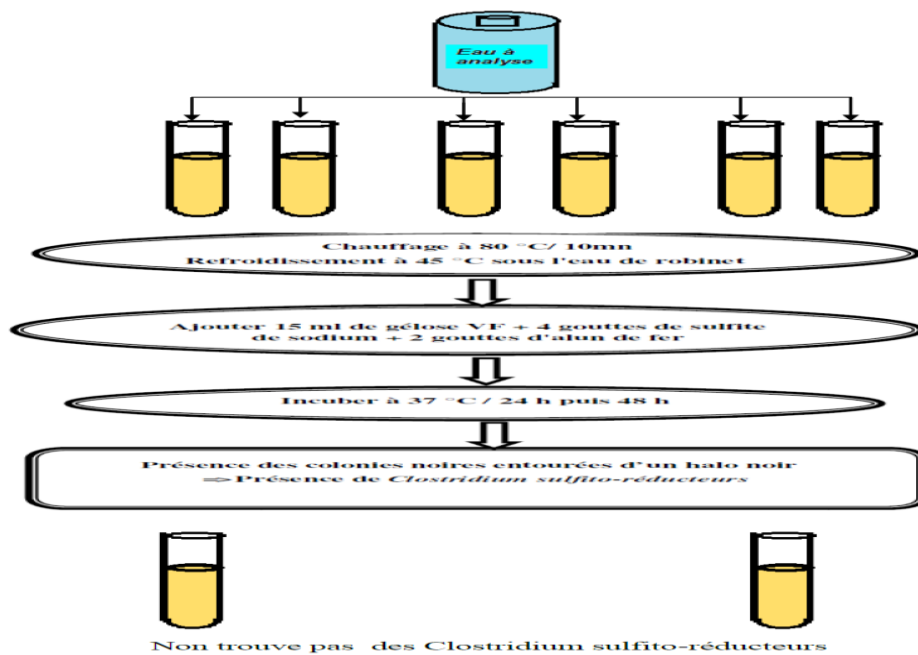


Figure24 :recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

d. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les Streptocoques fécaux (*Enterococcus* ou *Streptocoques D*) sont des commensaux de l'intestin. Le nombre de Streptocoques étant en général peu élevé,

On utilise dans un premier temps un milieu d'enrichissement relativement sélectif, le milieu de Un trouble microbien permet de conclure que dans les tubes correspondants a cultivé au moins un Streptocoque fécal présumé provenant e l'inoculum.

On doit donc vérifier dans un deuxième temps si les bactéries qui ont cultivées sont bien des streptocoques .on utilise l'action de deux agents sélectifs en repiquant une anse des milieux positifs dans le milieu de Litsky

d1. Test de présomption :

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 2 fois 10 ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C(double concentration) ;
 - 2 fois 1 ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (simple concentration),
 - 2 fois 0.1ml dans 2 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C:
- On mélange bien le milieu. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
 - La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

d2. Test de confirmation

- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des *Streptocoque fécaux* éventuellement présents dans le test de présomption. Après l'agitation des tubes de Rothe positifs, prélevée de chacun un millilitre à l'aide d'une pipette Pasteur dont faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu Litsky Eva .
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures. Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
- Un trouble microbien.
- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

Chapitre II : matériels et méthodes

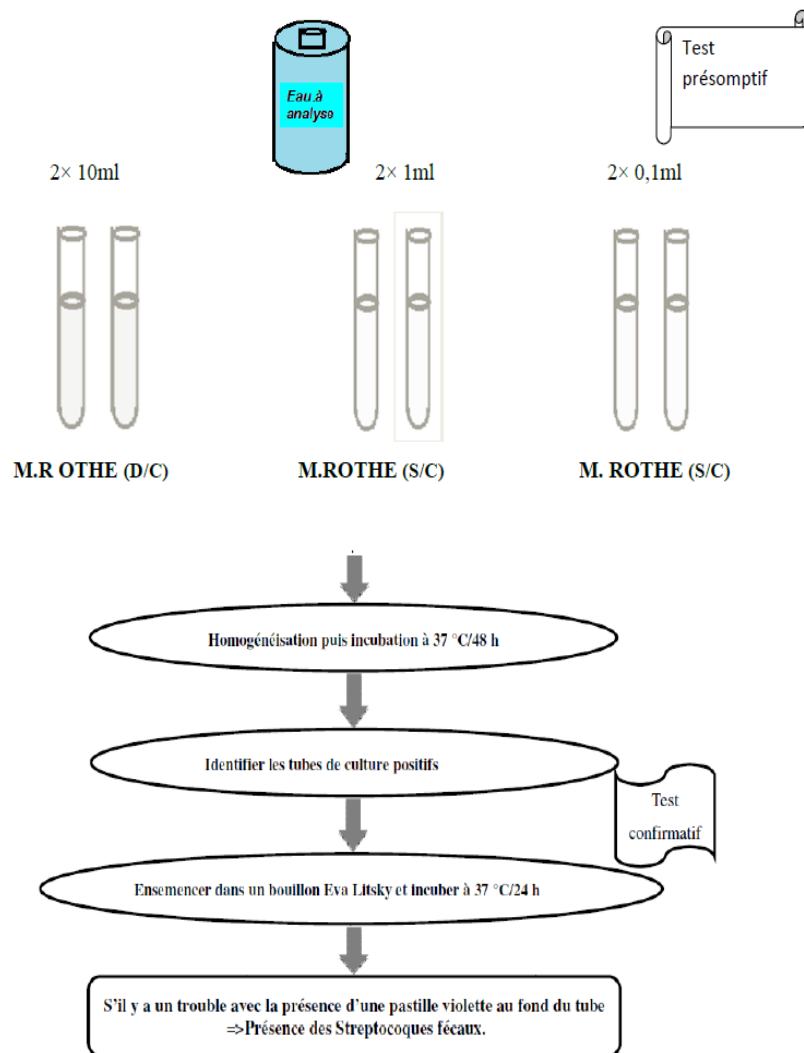


Figure25 : recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

1-RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- 1- RESULTAT DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES

Les résultats des analyses d'eau des sources prospectées sont notés dans les tableaux en dessous, ils ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des sources naturelles existantes au niveau de Djebel amour wilaya de Laghouat.

AIN EL KHADRA

Tableau14: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de source Ain El Khadra

Paramètres	1 ^{er} analyse 13/12/2017	2 ^{ème} analyse 05/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
Ph	7,52	7,94	6.5-8.5	6.5-8.5	-
Conductivité	565	541	-	2800	µs/cm
Salinité	0,3	0,2	-	-	g/l
TDS	283	270	-	-	NTU
TH (dureté totale)	34	20	0.1	50	°F
Ca ⁺²	80 ,32	40 ,08	-	200	mg/L
Mg ⁺²	34,048	24,32	200	150	mg/L
CL ⁻	184,6	42,6	250	500	mg/L
Na ⁺	24,88	20,48	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	158,1	105	-	-	mg/L
K ⁺	1,13	1,77	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0,039	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0	0,42	0.5	0.5	mg/L
Phosphores P			-	5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	0.2	0.1		0.5	mg/L
R S	224	399,33	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	124,08	86,4	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	7,9	1.88	44	50	mg/L
Minéralisation	404,49	387	-	-	mg/L

RESULTATS ET DISCUSSIONS

AIN HADJEB

Tableau15: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de source de Ain Hadjeb

Paramètres	1 ^{er} analyse 14/12/2017	2 ^{eme} analyse 06/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,8	7,96	6.5-8.5	6.5-8.5	-
Conductivité	1068	992	-	2800	µs/cm
Salinité	0.2	0.2	-	-	g/l
TDS	212	214	-	5	NTU
TH (dureté totale)	52	44	-	50	°F
Ca ⁺⁺	59	40.08	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	12	34.04	200	150	mg/L
CL ⁻	16	42.54	250	500	mg/L
Na ⁺	9	9,88	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	152	105.53	-	-	mg/L
K ⁺	3	2.43	-	12	mg/L
Nitrites (NO ⁻)	0	0.032	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0	0.46	0.5	0.5	mg/L
Phosphores P				5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	0.17	0.08	-	0.5	mg/L
R S	330	313.75	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	65	115	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	15-20	5.6	44	50	mg/L

AIN MILOK

Tableau16: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de source e de MILOK

Paramètres	1 ^{er} analyse 17/12/2017	2 ^{ème} analyse 7/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,81	7,06	6.5-8.5	6.5-8.5	-
Conductivité	2632	2681	-	2800	µs/cm
Salinité	1,3	1.3	-	-	g/l
TDS	1312	1339	-	-	NTU
TH (dureté totale)	200	180	0.1	50	°F
Ca ⁺⁺	90,36	60,15	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	42,58	72,96	200	150	mg/L
CL ⁻	34,08	71	250	500	mg/L
Na ⁺	28,98	28,98	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	158,1	157,3	-	-	mg/L
K ⁺	0 ,17	0 ,17	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0.045	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0.3	0	0.5	0.5	mg/L
Phosphores P Phosphates (PO ₄ ³⁻)	0.03	0.02	-	0.5	mg/L mg/L
RS	384	384	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	307,2	480	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	30,52	12,7	44	50	mg/L
Minéralisation	1989,1	2033	-	-	mg/L

AIN BAKAY

Tableau17: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de source D'Ain Bakay

Paramètres	1 ^{er} Analyse 18/12/2017	2 ^{ème} Analyse 8/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
Ph	7,7	7,62	6.5-8.5	6.5-8.5	-
Conductivité	520	525	-	2800	µs/cm
Salinité	0.3	0.2	-	-	g/l
TDS	260	262	-	5	NTU
TH (dureté totale)	30	30	0.1	50	°F
Ca ⁺⁺	60,24	60,24	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	36,48	36,48	200	150	mg/L
CL ⁻	99,4	63,9	250	500	mg/L
Na ⁺	20,48	9,89	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	210,8	316,5	-	-	mg/L
K ⁺	0,15	0,49	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0.043	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0.6	0.1		0.5	mg/L
Phosphores P	0.03		-		mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)		0.1		0.5	mg/L
R S	384	387,6	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	124,8	76,8	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	10	1,44	44	50	mg/L
Minéralisation	372,278	375,8	-	-	mg/L

AIN ARAR

Tableau18: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau source d'Ain Arar

Paramètres	1 ^{er} ANALYSE 19/12/2017	2 ^{eme} ANALYSE 11/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,32	7,8	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	410	367	-	2800	µs/cm
Salinité	0,2	0,1	-	-	g/l
TDS	240	184	-	-	NTU
TH (dureté totale)	42	28	0.1	50	°F
Ca ⁺⁺	56,224	72,14	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	68,096	24,32	200	150	mg/L
CL ⁻	99,4	85,2	250	500	mg/L
Na ⁺	16,90	8,98	200	-	mg/L
HCO ³⁻	105,4	263	-	-	mg/L
K ⁺	0,17	0,81	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0.036	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0	0.34		0.5	mg/L
Phosphores P	0.87	0.12	-	0.5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)					mg/L
RS	301	271	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	153,6	48	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	5,2	1,02	44	50	mg/L
Minéralisation	293,527	262	-	-	mg/L

AIN OUED MORRA

Tableau19: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau de source d'Oued Morra

Paramètres	1 ^{er} analyse 20/12/2017	2 ^{eme} Analyse 12/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,4	8,15	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	1237	1337	-	2800	µs/cm
Salinité	0,6	0,7	-	-	g/l
TDS	669	992	-	-	NTU
TH (dureté totale)	66	57	0.1	50	°F
Ca ⁺⁺	25,70	80,16	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	42	88,7	200	150	mg/L
CL ⁻	184,6	441,8	250	500	mg/L
Na ⁺	40,48	49,98	200	-	mg/L
HCO ³⁻	158,1	158,2	-	-	mg/L
K ⁺	1,7	1,45	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0.071	3	0.1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0	2,2		0.5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	0.08	0.07	-	0.5	mg/L
RS	764	932,33	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	153,6	134,4	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	22,6	15,6	44	50	mg/L
Minéralisation	938	1014	-	-	mg/L

1-2-DISCUTIONS

1-2-1 la Température

En effet la température joue un rôle très important dans la solubilité des gaz et des sels et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes). (Rodier ,1984).

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS., 1994) Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. (RODIER J., 2005).

D'après les analyses, La température mesurée pour les six sources, est varie entre 13,3°C - 17,6°C, cette variation thermique peut être en fonction de la profondeur de l'aquifère, et au climat, mais elle reste dans la norme (25°C), on peut conclure que les eaux étudiées sont potables.

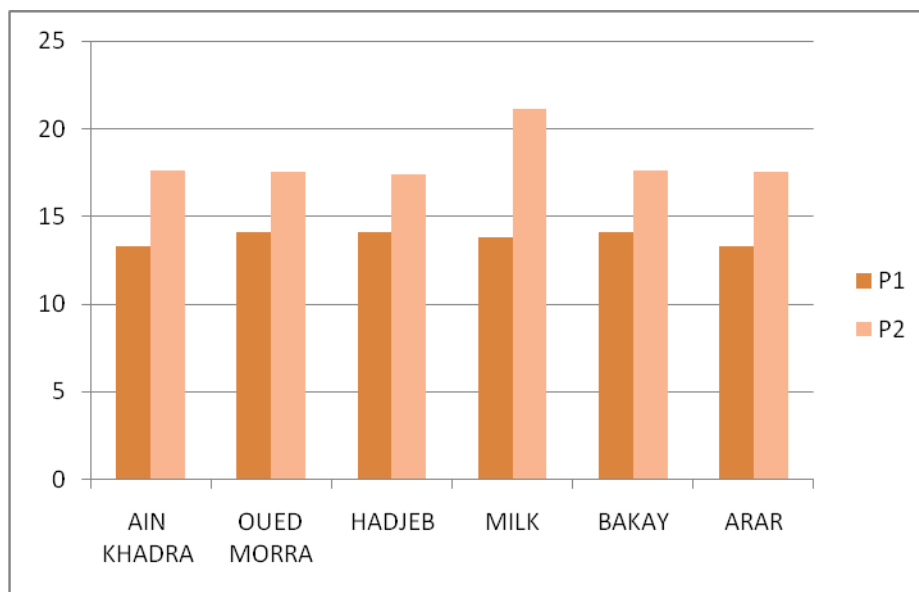


Figure 26 : la température mesurée des eaux des sources étudiées

1-2-2 POTENTIEL HYDROGENE

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (Dussart, 1966; Bermond et Vuichard, 1973).

Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable.

Dans la plupart des eaux sources naturelles étudiées présentent des pH proches, qu'est compris entre 7.32 à 8.15. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les sources. Les différentes eaux sont considérées comme potables selon l'OMS et la norme algérienne où ils fixent le pH ; allant de 6.5 à 8.5.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans la 2^{ème} analyse, nous remarquons une augmentation progressive de pH, qui est due à la solubilité du gaz carbonique dissous et des sels.

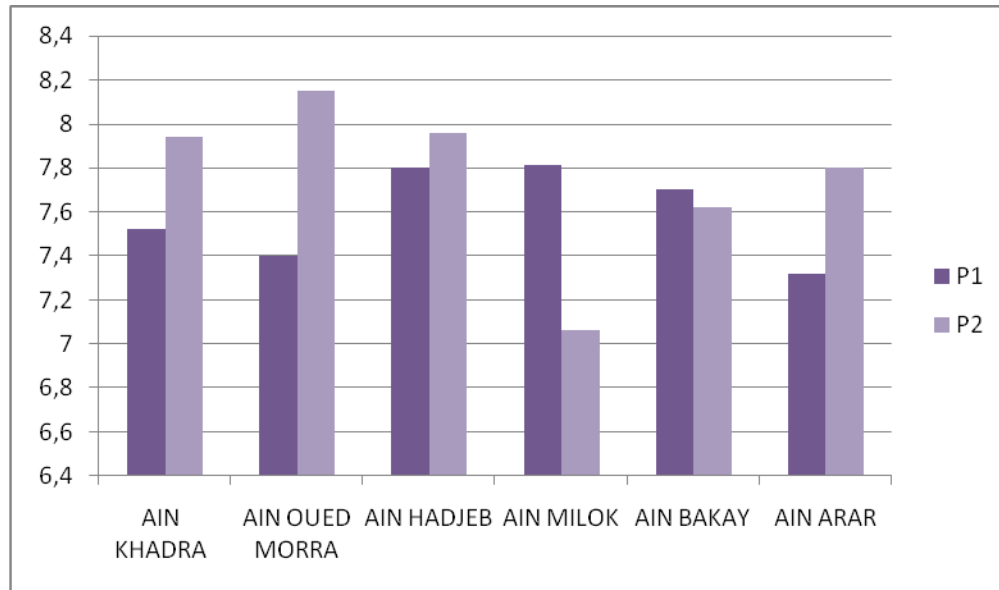


Figure27 : présentation des pH des eaux

1-2-3 La conductivité et La minéralisation

D'après les mesures effectuées pour la première analyse et la deuxième analyse de chaque eau de source explorée, on observe une réduction des valeurs de la conductivité électrique des eaux des sources existants dans la partie d'Aflou, une élévation des valeurs de la conductivité électrique des eaux des sources existants au niveau de la région de Laghouat, qui est due soit à la recharge par les précipitations (infiltration) Le contexte géomorphologique, la profondeur de la nappe et la nature géologique des formations aquifères qui sont autant de facteurs qui influencent les variations de la conductivité.

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité ; D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux profondes que dans les eaux superficielles.

Les résultats obtenus du taux de minéralisation, montrent que l'eau de source de oued Morra et Ain de Milok contient plus de minéraux par contre Ain Arar est la moins minéralisée avec un taux de 262mg/l.

1-2-4|La dureté totale

La dissolution du Ca^{2+} et du Mg^{2+} provient principalement de l'infiltration des eaux de surface à travers les formations rocheuses calcaires et dolomitiques. Cette dissolution est accrue par la présence dans l'eau de gaz carbonique provenant de l'atmosphère et des couches superficielles du sol (tardat et beaudry, 1984).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les eaux étudiées sont au dessus de la norme algérienne (50°F) sauf les eaux de la source d'oued Morra, nous constatons que nos eaux présentent un aspect douce lorsqu'il ya des fortes précipitations mais elles deviennent moyennement dure à dure au cours des périodes sèches.

1-2-5- Sels Minéraux Dissous

1-2-5-1- les Cations

Le Calcium : Ca^{2+}

Le calcium est le cinquième élément le plus abondant de la croûte terrestre facilement lessivable par l'eau, il est très important pour le métabolisme ; (plus de 3%) et c'est un cation essentiel pour la matière organique.

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés, l'influence de calcium de l'eau sur la santé du consommateur a été discutée, cependant les recherches et les études statistiques ont montrées qu'il n'y aurait pas de relation doses - effets sur la santé de l'individu (**Rodier et al, 2005**).

Tout Les échantillons analysées présentent un teneur en calcium acceptable à l'énorme qui est de 200 mg/l.

L'échantillon d'eau d'Ain de Milok et ain d'oued Morra semblent avoir les teneurs les plus élevés en calcium. Mais elles respectent les normes.

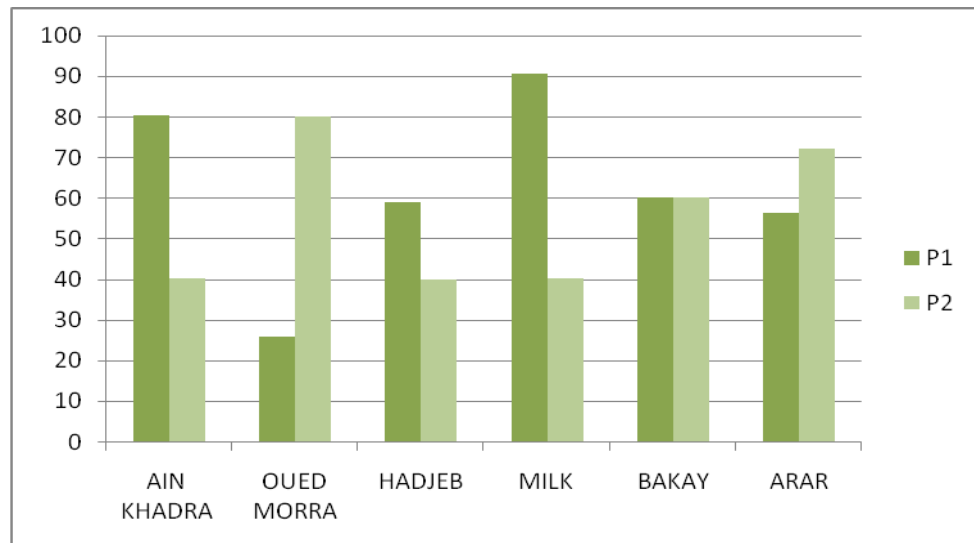


Figure 28: Teneur en calcium des eaux analysées (en mg/l).

Magnésium Mg^{2+}

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. La plupart des sels de magnésium sont très solubles dans l'eau même le carbonates peut être dissous (jusqu'à 300mg/l à 20°C) (Rodier et al, 2005).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus montrent que les différentes eaux ont des teneurs en magnésium dans les normes de l'OMS et les normes algériennes de potabilité de l'ordre de 150mg/l au maximum (Jora, 2000).

D'après **Rodier, 2009**, cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire par contre il peut communiquer un goût amer à l'eau à partir de 100mg/l.

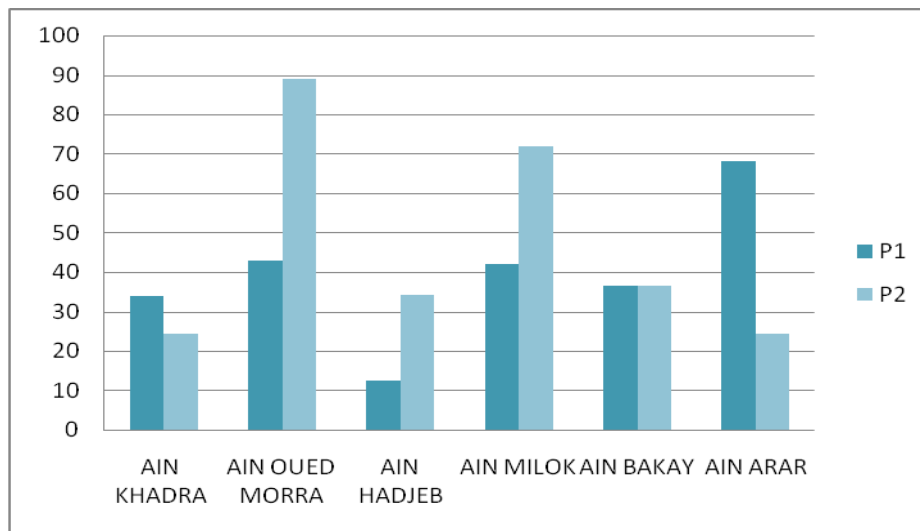


Figure 29 : Teneur en magnésium des eaux analysées (en mg/l).

Sodium et Potassium

Le sodium c'est l'élément minéral le plus important des liquides du corps humain. Il participe à l'équilibre du " milieu intérieur " et joue un rôle important dans la régulation de la pression artérielle. La modification du pH à l'aide d'hydroxyde de sodium peut aussi augmenter cette teneur de 12 mg/L, en fonction de l'effet tampon de l'eau. Le sodium est un élément vital qui participe à des fonctions essentielles dans l'organisme. Il est nécessaire de fournir 2000 mg/jour à l'organisme adulte (enfant : 200 mg/jour).

Le Potassium est un élément principalement rencontré dans les roches sédimentaires et surtout les argiles.. Il joue un rôle essentiel dans la transmission du courant nerveux et de la contraction musculaire. Une carence, qui affecte le système neuromusculaire, peut aller jusqu'à la paralysie et l'arythmie cardiaque, Ces carences ont souvent lieu lors de régime amaigrissant associé à des prises de diurétique ou de laxatif, surtout s'ils sont associés à des vomissements volontaires, pour lequel les besoins de l'organisme sont de l'ordre de 1.5 à 4 g/jour. Une carence en potassium provoque des dysfonctionnements cardiaques.

La présence de sodium et potassium dans tous les échantillons à des concentrations significatives est liée à la lithologie de la région étant donné que ces éléments entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans la majorité des couches géologiques.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus montrent que les différentes eaux ont des très faibles teneurs en sodium par rapport à les normes de l'OMS (200mg/l). Et des teneurs en Potassium respectent les normes algériennes de potabilité de l'ordre de (12mg/l)

Tableau20 : les teneurs en Na⁺ et K⁺ dans les eaux des sources échantillonnées

SOURCE	P1 Na ⁺ (mg/l)	P2 Na ⁺ (mg/l)	P1 K ⁺ (mg/l)	P2 K ⁺ (mg/l)
AIN KHADRA	2,448	2,048	0,113	0,177
AIN OUED MORRA	4,048	4,998	0,017	0,145
AIN HADJEB	5,498	4,898	0,305	0,369
AIN MILK	2,898	0,998	0,177	0,257
AIN BAKAY	2,048	0,998	0,015	0,049
AIN ARAR	1,698	0,898	0,017	0,081

1-2.5.2.les Anions

Chlorures

La teneur en chlorures des eaux semble être conforme aux normes de l'OMS de l'ordre de 250mg/l et les normes algériennes qui fixent le seuil à 500 mg/l .

D'ailleurs, la teneur en chlore augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (**Henry, 1992**). L'inconvénient majeur des chlorures est la saveur désagréable qu'elle communique à l'eau à partir de 250 mg/l.

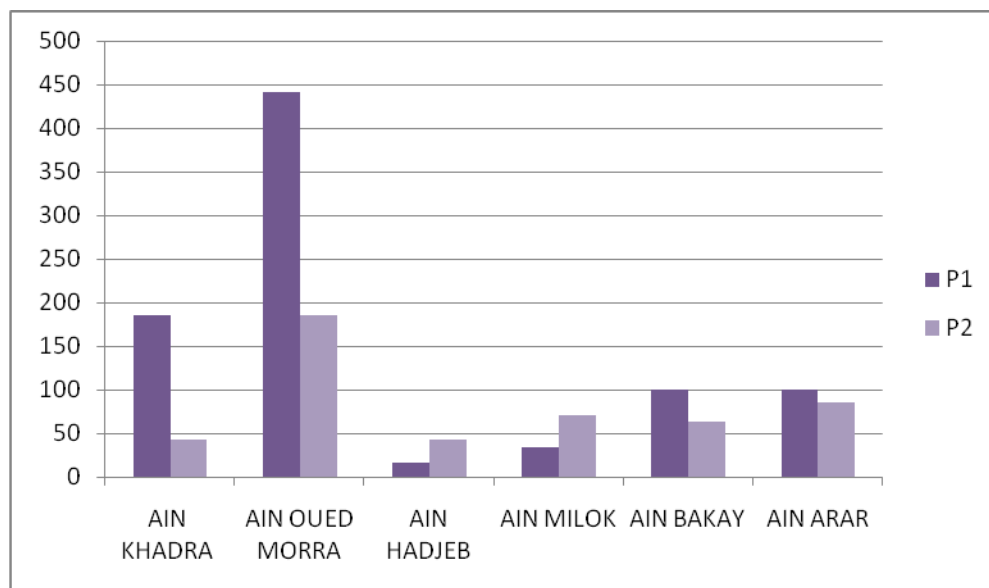


Figure 30 teneur en chlorures des eaux

Sulfates (SO₄²⁻)

D'après nos résultats d'analyse des eaux, Les teneurs en sulfates semblent être dans les normes de l'OMS de 400 mg/l ,

Cet élément donne un gout désagréable aux eaux de consommation et les rendent corrosives vis-à-vis des conduites et accélère la corrosion du fer surtout si sa teneur dépasse 300mg/l. Également la teneur en sulfates observée dans l'eau d'Ain milok est nocive pour la végétation (Rodier et *al*, 2005). Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à

RESULTATS ET DISCUSSIONS

l'eau ainsi que les diarrhées chez les enfants, On peut également signaler certains effets laxatifs des Sulfates en particulier s'ils sont au Magnésium et au Sodium (Haïk, 1989).

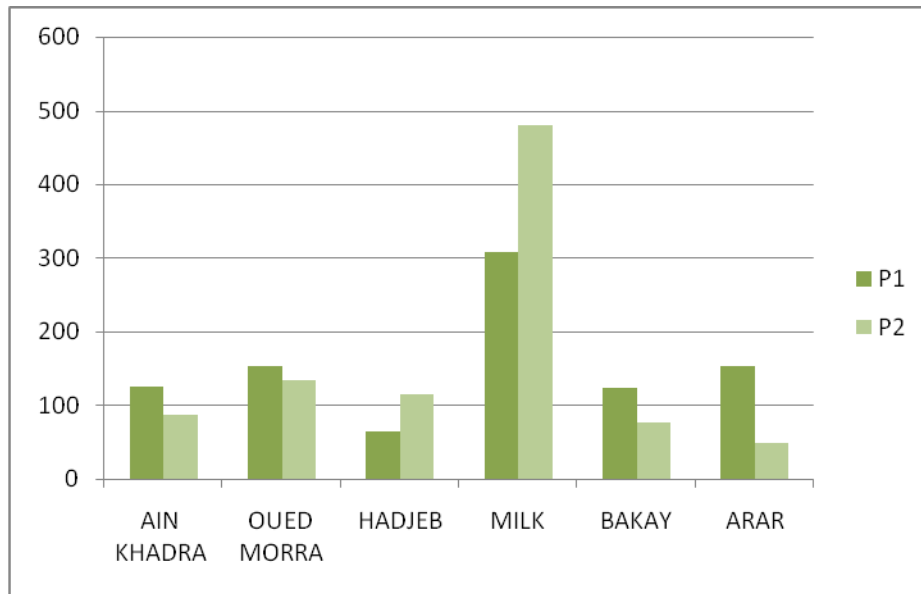


Figure 31 :Teneur en sulfates des eaux (en mg/l)

Bicarbonates (HCO_3^-)

Les bicarbonates sont considérés comme les anions les moins réponsus dans les eaux. Les normes algériennes ne fixent pas de limites pour ce paramètre. Les bicarbonates sont proportionnellement liés à l'alcalinité de l'eau.

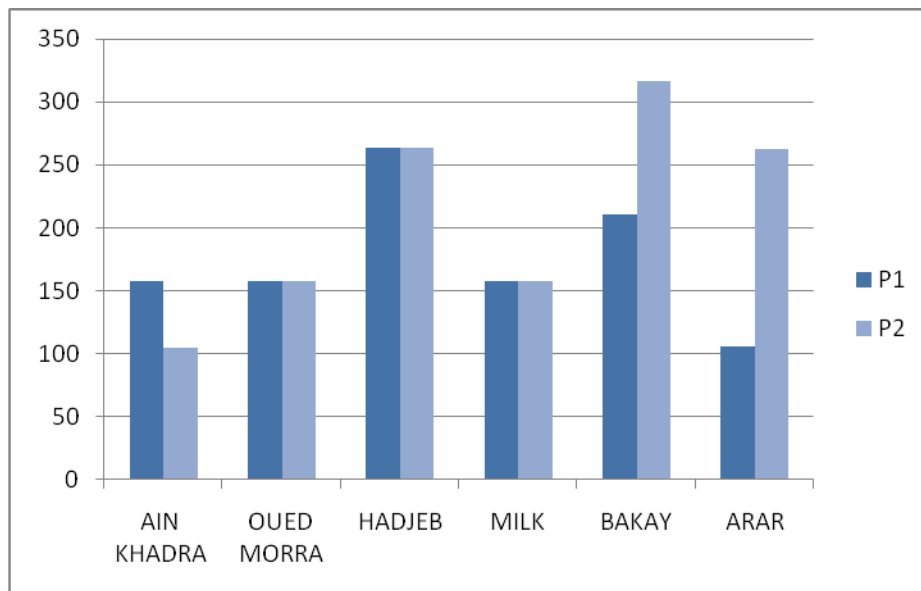


Figure 32 : Teneur en bicarbonates des eaux (en mg/l).

Nitrate

Le teneur en nitrates dans les différentes eaux des sources inspectées varie de 0.6 mg/l pour HADJEB à 30,52 mg/l pour l'eau de Ain de milok. Ces taux semblent être dans les normes de l'OMS de l'ordre de 44 mg/l et aussi dans les normes algériennes et du CEE qui sont de 50 mg/l.

Les nitrates étant un élément nocifs à fortes dose, des doses supérieures à 100mg/l, les

RESULTATS ET DISCUSSIONS

nitrate sont capables de former *in vivo* des dérivés « les nitrosamines » à pouvoir cancérigène. L'OMS fixe la dose journalière admissible pour les nitrates (DJA) à 3.7 mg de NO₃⁻/kg/jour (Montiel, 1999 ; Chausse et al, 2003)

Tableau 21: Teneur en nitrates des eaux (en mg/l)

Source	Analyse 1	Analyse 2
	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)
AIN KHADRA	7,9	1,88
AIN OUED MORRA	22,6	5,6
AIN HADJEB	9	0,6
AIN MILOK	30,52	12,7
AIN BAKAY	10	1,44
AIN ARAR	5,2	1,02

Nitrite

Les teneurs en nitrites dans tous les échantillons restent dans la norme qui est de 0 ,1 mg/l. Les Nitrites constituent une phase intermédiaire instable dans l'eau en raison de son oxydation biologique rapide en nitrate, de ce fait son existence dans l'eau est à très faibles doses.

L'existence d'une grande quantité des ions nitrites dans l'eau potable cause un état d'abaissement de pression chez les adultes et un état de suffocation à cause du manque d'oxygène dans le sang chez les nouveaux - nés (IL haïk, 1989)

Tableau 22: Teneur en nitrites des eaux (en mg/l)

Source	Analyse 1	Analyse 2
	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)
AIN KHADRA	0	0,039
AIN OUED MORRA	0	0,071
AIN HADJEB	0	0,036
AIN MILOK	0	0,045
AIN BAKAY	0	0,043
AIN ARAR	0	0,036

Ortho Phosphates (PO₄³⁺)

Les teneurs en PO₄³⁺ semblent d'être conformes aux normes de l'OMS (0.5mg/l) donc toutes les eaux sont potables. Ortho Phosphates (PO₄³⁺) aide à maintenir l'équilibre acido-basique dans l'organisme lorsqu'est admissible.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tableau 23 : Teneur en phosphates des eaux (en mg/l).

Source	Analyse 1 PO_4^{3-} (mg/l)	Analyse 2 PO_4^{3-} (mg/l)
AIN KHADRA	0,2	0,1
AIN OUED MORRA	0,08	0,07
AIN HADJEB	0,1	0,11
AIN MILOK	0,03	0,02
AIN BAKAY	0,03	0,1
AIN ARAR	0,27	0,12

2 - PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES

Tableau 24 : Paramètres bactériologiques des eaux analysées des sources étudiées .

Paramètres	AIN KHADRA	OUED MORRA	MILOK	HAJEB	AIN BAKAY	AIN ARAR	Normes Algériennes	Unité
Coliformes Totaux	00	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
Coliformes fécaux	00	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
Streptocoq ues fécaux	00	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
Clostridiu m sulfito– Réducteurs	FV :00 FS : 00	FV :00 FS : 00	FV : 00 FS : 00	FV : 00 FS : 00	FV : 00 FS : 00	FV : 00 FS : 00	02 00	UFC/100ml
Germes Totaux à 37°C	00	00	00	00	00	00	10	UFC/1ml
Germes Totaux à 22°C	00	00	00	00	00	00	100	UFC/1ml

Concernant les analyses bactériologiques des eaux de six sources étudiées ont permis de retenir les résultats suivants :

2-1-Coliformes fécaux

La lecture montre l'absence de colonies, le résultat est négatif.

–**E. coli** 1^{ère} Lecture : Des colonies jaunes ont été observées après 24 heures d'incubation.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

- On effectue le test confirmatif c'est-à-dire le repiquage sur un milieu liquide de Schubert muni d'une cloche de Durham et une incubation à 44° C pendant 24 heures.

2^{ème} Lecture : malgré la confirmation, il n'existe pas de production de gaz dans la cloche de Durham. De ce fait, on peut dire qu'il n'existe d'E. Coli dans l'eau.

2-2-Streptocoques fécaux

La lecture montre qu'il n'y a pas de colonies jaune orangé.

2-3-Clostridium sulfito-réducteurs

pour ce paramètre, il n'y a aucune colonie noire sur la membrane ce qui traduit l'absence de spores dans l'eau.

Suivant ces résultats, l'eau de ces sources est de bonne qualité bactériologique.

2-4-les Germes Totaux

La lecture montre qu'il n'y a pas de colonies blanches et jaunes

Conclusion

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. (TRAVI, 1993). L'eau potable donc doit satisfaire à des exigences de qualité fixées par des normes nationales. Diverses études en Algérie ont porté sur la qualité physicochimique, et bactériologique, des eaux. Elles ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine

L'étude menée au cours de ce travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des sources naturelles existantes au niveau de Djebel amour wilaya de Laghouat. Nous avons pris six source : eau de source Ain el khadra, eau source Ain hadjeb , eau source Ain milok, eau source Ain Bakay , eau source Ain Arar et eau source Oued Morra sur lesquels des analyses physicochimiques ont été effectuées. D'après Les résultats des l'analyses physico-chimiques des eaux sources étudiées, nous avons constaté que les paramètres physiques mesurées ont subis à des changements modérés :

- la température mesurée pour les six échantillons d'eaux de sources analysées est comprise entre 13,3à 21,08°C.
- le pH des six échantillons des eaux sources naturelles étudiées présentent des pH proches, qu'est compris entre 7.32 à 8.15. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les sources Dans la 2^{ème} analyse, nous remarquons une augmentation progressive de pH, qui est du à la solubilité du gaz carbonique dissous et des sels.
- La conductivité électrique D'après les mesures effectuées pour la première analyse et la deuxième analyse de chaque eau de source on observe une réduction dans la partie d'Aflou, au maximum a Ain khadra 565et minimum a Ain arar 367 une élévation au niveau de la région de Laghouat entre 992-2681

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité et minéralisation montrent que l'eau de source de oued Morra et Ain de Milok contient plus de minéraux par contre Ain Arrar est la moins minéralisée avec un taux de 262mg/l.

- La dureté (TH) très importante Les eaux étudiées sont au dessus de la norme algérienne (50°F) sauf les eaux de la source d'oued Morra, nous constatons que

nos eaux présentent un aspect douce lorsqu'il ya des fortes précipitations mais elles deviennent moyennement dure à dure au cours des périodes sèches.

Mais pour les teneurs en éléments chimiques tels que: le HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ et K^+ .

Pour les composants négatives (anions) nous observons que :

- Les teneurs en HCO_3^- , Les bicarbonates sont proportionnellement liés à l'alcalinité de l'eau. Et ne trouve pas des nomes limitées
- La teneur en chlorures des eaux semble être conforme aux normes de l'OMS de l'ordre de 250mg/l et les normes algériennes qui fixent le seuil à 500 mg/l .
- D'après nos résultats d'analyse des eaux, Les teneurs en sulfates semblent être dans les normes de l'OMS de 400 mg/l sa teneur dépasse 300mg/l. Également la teneur en sulfates observée dans l'eau d'Ain milok est nocive pour la végétation (**Rodier et al, 2005**).
- les teneurs en NO_3^{2-} et NO_3^{3-} acceptable les norme

Pour les composants positives (cations) nous notons que :

- Les échantillons analysées présentent un teneur en teneurs en magnésium et calcium acceptable à les normes de l'OMS et les normes algériennes de potabilité de l'ordre de 150mg/l au maximum (**JORA, 2000**). Mais d'eau d'Ain de Milok et Ain d'oued Morra semblent avoir les teneurs les plus élevés en calcium. Mais elles respectent les normes.
- Pour Les teneurs en K^+ et Na^+ reste stables dans tous les échantillons.
- Les teneurs en PO_4^{+} doit être conformes aux normes de l'OMS (0.5mg/l) donc toutes les eaux sont potables.
 - Les teneurs en NH_4^{+} acceptable a les normes (0.5mg/l)
- Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous ces types des germes indicateur de pollution telle que mentionné par les normes algériennes. Les résultats obtenus prouvent la bonne qualité bactériologique de l'eau d'adduction. Elle ne présente aucun risque pour la consommation humaine.
 - En général, les valeurs des paramètres physicochimiques et bactériologie restent toutes conformes aux normes admises. Ceci nous permet de constater que la quasi-totalité des échantillons renferment des eaux d'une bonne qualité physico-chimique et bactériologie.

REFERENCE

- **Alpha S.M., 2005.** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produit et distribuer par l'EDMSA dans la ville de Bamako. Doctorat en pharmacie, université debamako.
- **Amin N.C., Lekadou K.S., Attia A.R., Claon J.S., Agbessi K. et Kouadio K.I. 2008.** Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d'adduction publique de huit communes en Côte d'Ivoire. J.sci.pharm.biol., vol.9, n°1.
-
- **Andriamiradis L., 2005.** Mémento technique de l'eau. 2eme édition: Degremont.P: 8.
- **Balderacchi R., 2009.** L'eau dans l'organisme. Centre national de la recherche scientifique (CNRS).
- **Benblida M., 2011.** L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude national Algérie. Plan bleu, Sophia Antipolis, centre d'activité régionale. PNUE / PAM.
- **Bernard J., 1989.** Mémento technique de l'eau, Edition. Paris-France.
- **Berne F. et Cordonnier J., 1991.** Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14.
- **Boeglin J.C ., 2008.** Contrôle des eaux douces et de consommation humaine. Ed Techniques de l'ingenieur.
- **Bonnin J., 1982.** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24-27.
- **Bontoux J., 1983.** Introduction à l'étude des eaux douces, Cebedoc. Belgique.
- **Bouchenga S, Lahreche A., 2006,** mémoire de fin d'étude : Etude la qualité microbiologique des eaux de puits, Zone urbaine et agricole (Ghardaïa).
- **Boucheckima .B Bernade. G, Ouahes .R, Diboun M., 2000.** Etude théorique et application pratique du distillateur solaire à film capillaire, Int .J. Thermo..SCI. 39, 442,459.
- **Cardot C., 1999.** Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus: génie de l'environnement. Edition Elipses.71p.
- **Chaussee K., Phaneuf D. et Levallois P., 2003,** Nitrates /Nitrites-Fiche synthésseur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, P64.
- **Codex S. et Coin, 1981.** La pratique de l'eau : usages domestiques .Collectif industriel .Édition : Moniteur. Paris : 3-29-326-327.

- **Coulais J .M., 2002.** Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. Des ateliers.
- **Dégréement, 1989.** Memento technique de l'eau. Ed. Lavoisier, Paris, Tome 1, 581p
- **Degremont G., 1990.** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2eme édition: Copy right degremont. P: 129.
- **Degremont G., 2005.** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.
- **Devillers J., Squilbin M., Yourassowsky C., 2005.** Qualité physico chimique et chimique des eaux de surface. Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à bruxelles. Fiche 2.
- **Document de l'ANRH.** Rapport technique : les forages.
- **Dumoulin L., Mantha M.M.** Boire de l'eau pourquoi et combien ? Révision médicale : Dr Paul Lépine, M.D., D.O. Le 26 septembre 2005, Mise à jour : mai 2009.
- **Dupont A., 1974.** Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ».Tome 1.3eme édition: Eyrolles. Paris .P: 26-28-34-64
- **Duval C. 1971.** L'eau. 2ème édition.
- **El Haik N., 1989.** Pollution et traitement des eaux : copie en arabe. 63p.
- **Figarella J., Leyra G.. 2000.** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et Techniques. Ed Scérén CRDP d'aquitaine. Paris. 217p.
- **Foka S. 2006.** Les critères de choix d'une eau minérale.
- **Friedli C., 2002.** Chimie générale pour ingénieur. Edition : presse polytechniques.
- **Gaujour D., 1985.** La pollution des milieux aquatiques: Aide mémoire. Édition: revue et augmenté. P: 49.
- **Gaujour D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2eme édition : Lavoisier. P : 49.
- **Guergazi S., Achour S., 2005.** Larhyss Journal. 4, 119.
- **Hamki A., 2006.** Traitement de l'eau de source Bousfer : Mémoire. Université d'Oran.
- **Haslay C. et Leclerc H. (1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation .technique etdocumentation –Lavoisier édition, Paris.
- **Hevrey M. et Hems J. 1986.** Aquarium d'eau douce. Office des publication universitaires. Alger.

- **Huot A., 2010.** Eau et santé. La revue Bio contact, n°200.
- **Jean L.C., 2002.** La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Direction de l'espace rural et de la forêt. Paris.
- **Journal officiel de la république algérienne.** 2004. n° 45 du 18 Juillet 2004, Alger, pp : 9-10.
- **Journal officiel de la république algérienne.** 2006. n° 27 , 26 avril 2006. pp : 10-11.
- **Kehal S., 2007.**Rétrospective et perspective du dessalement en Algérie. Désaliénation, 204, pp. 403-415
- **Kemmer F., 1984.** Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation .P: 95- 96-112.
- **Kettab A., 1992.** Traitement des eaux. Les eaux potables. Edition: Office des Publications Universitaires. Alger: 4. P 118-111-123.
- **Lanteigne J., 2003.** Encyclopédie de l'agora.
- **Larbi A. et Belarroussi F.. 2007.** Suivi de qualité des eaux de distribution de la wilaya d'Oran, aperçu sur l'état de santé des eaux souterraines. Mémoire d'ingénieur : département de chimie . UST-Oran.
- **L. A. Hütter, Wasser und Wasseruntersuchungen; 1988.** ANALYSE D'EAU POTABLE, D'EAUX INDUSTRIELLES ET D'EAUX USÉES 6ème édition, Editions Salle und Sauerländer (mod.)
- **Lebleu N., 2007.** Désinfection des eaux par procédés membranaires, étude des mécanismes de transfert des bactéries, thèse de doctorat, spécialité génie des procédés et del'environnement. Université de Toulouse.
- **Leemans, M., Bawin, C., Bellon, J., Bovy, C., 2008.** *Livre bleu tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées* .3eme édition, Ed. Fédération Belge du Secteur de l'eau asbl, 5p.
- **Lepeltier S., 2005.** Un bon état écologique des eaux.
- **Louis M.** Commissaire européen au Développement et à l'Aide humanitaire.
- **Nechad I., ELHARCHLI E., FADIL F. (2014).**Caractérisation physicochimique des eaux de la source Tataw à Imouzzer Marmoucha (Maroc),ScienceLib, Editions Mersenne., Vol. 6, n° 140103.

- **Marcel F.R., 1986.** Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition: Masson.P: 94.
- **Margat J., 1992.** L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.
- **Mens et Derouane, 2000.** État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.
- **Mercier J. ,2000.** Le grand livre de l'eau. Edition: La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.
- **Moll. 1990.** Circulations in the western Mediterranean's; oenological acta (2).pp : 134-149.
- **Monique H., 1991.** Les eaux naturelles et les eaux de consommation saint Laurent.
- **Montiel A.. 1999.** Contrôle de la pollution de l'eau .Ed .Techniques de l'ingénieur, 62p.
- **Montiel A et duguet J.P., 2000.** Analyses et norme de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.
- **Organisation mondiale de la santé (OMS).** Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition, Volume 1 : Recommandations. OMS; 2004-2006.
- **OFEFP (2003).** Guide pratique : Echantillonnage des eaux souterraines publié par l'office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, OFEFP, Berne.
- **OMS (Organisation mondiale de santé), 1994.** Protection et amélioration de la qualité de l'eau.2eme édition. Volume 1.Genève:18.
- **Pomerol C. et Renard M., 1997.** Élément de géologie.11eme édition: Masson. P:523.
- **PULIM, 1991.** L'eau et la santé en Afrique tropicale colloque pluridisciplinaire Géographique. Médecine limoges, 2 octobre
-
- **Rejesk F. 2002.** Analyse des eaux Aspects réglementaires et techniques. Édition CRDP. Paris.
- **Retiel. N, F. Abdessemed et M. Bettahar., 2008.**Etude expérimentale d'un distillateur solaire plan amélioré. Revue des Energies Renouvelables. Vol. 11 N°4, P635 – 642.
- **Rodier J., 1996.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.

- **Rodier J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8ème édition: Dunod, Paris
- **Rodier J., 2009.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9ème édition: Dunod, Paris. Energies Renouvelables, Chemss ,p 91-97.
- **Satin M. et Selmi B., 1999.** Guide technique de l'assainissement. 2ème édition: Moniteur. P:75.
- **Savary P. (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau .territorial éditions .p75-115.
- **Shilton A.N., Elmetria I., DrizobA. ,Pratta S. , Haverkampa R.G. et Bilbyc S.C.. 2006.** Phosphorus removal by an 'active' slagfilter—a decade of full scale experience. Water research, Vol 40. pp 113– 118.
- **Vilagines R., 2000.** Eau, environnement et santé publique, éd. médicales nationales, Londres – Paris – New York. 174p.
- **WHO (World HealthOrganization), 1994.** Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2ème édition. Vol 2.Genève.
- **<http://ce2miri.unblog.fr/2016/05/04/>).**

Étude qualitative de quelques eaux source existence dans l'atlas saharien central wilaya de Laghouat . Algérie

Nom: dennaka

Prénom: mebarka

Encadreur: Rouighi Taher

Résumé :

Les eaux souterraines sont généralement de meilleure qualité que les eaux de surface et sont donc à privilégier lorsqu'une nouvelle source d'eau est recherchée. Toutefois, il faut se rappeler que ces eaux ne sont pas à l'abri d'une contamination et qu'un suivi étroit doit être effectué afin de s'assurer de la qualité de la source

il y a plusieurs endroits dans l'atlas saharien (dj. Amour) qui fait partie de la wilaya de Laghouat revêtent une importance patrimoniale, régionale touristique qui autour des quelles s'articulent les grands espaces du paysage, ce sont la source Ain Arrar, source de Ain Bakai , la source de Ain khadra, la source de Ain Milok. Ces zones humides sont aussi des sites récréatifs de premier rang au niveau de la région. Actuellement Elles subissent par ailleurs une très forte pression anthropique du fait de l'utilisation humaine et agricole de cette ressource en eau plus en plus prononcée, les risques d'une éventuelle détérioration de la qualité des ses eaux sont admirable et bien présents.

A cet effet Un diagnostic plus complet de la situation actuelle de la qualité physicochimique et bactériologiques de l'eau de ces sources s'avèrent d'une grande nécessité pour la sauvegarde . C'est dans cette perspective que s'inscrit notre travail dont le but de faire une caractérisation physico-chimique des eaux de ces sources, et évaluer la qualité de ces eaux en référence aux normes de potabilité ou d'irrigation.

Mots clé : sources naturelles, Laghouat, physico-chimique, potabilité

دراسة نوعية بعض المياه الينابيع الموجودة في الأطلس الصحراوي في وسط ولاية الأغواط . الجزائر

المؤطر: رويغي الطاهر

الاسم: مباركة

اللقب: دناقة

الملخص:

تعتبر المياه الجوفية ذات جودة أفضل بصفة عامة من المياه السطحية ، ولذلك فهي تفضل عند البحث عن مصدر جديد للمياه . ومع ذلك ، يجب أن نتذكر أن هذه المياه ليست محصنة ضد التلوث وأن الرصد الدقيق يجب أن يتم لضمان جودة المصدر . هناك العديد من الأماكن في الأطلس الصحراوي (جبل العمور) والتي هي جزء من ولاية الأغواط ذات أهمية تراثية ، والسياحة الإقليمية التي تعبر حولها مساحات واسعة من المناظر الطبيعية ، هي منبع ، عين عرعار ، منبع عين بكاي ، منبع عين خضراء ، منبع عين مبلق . هذه الأراضي الرطبة هي أيضا مواقع ترفيهية بارزة في المنطقة . وهي تخضع حالياً لضغوط بشرية قوية جداً بسبب الاستخدام البشري والزراعي لهذا المورد المائي بشكل متزايد ، كما أن مخاطر التدهور المحتمل لنوعية مياهه جدية بالإعجاب وحاضرة للغاية . ولتحقيق هذه الغاية ، فإن التشخيص الأكثر اكتمالاً للوضع الحالي للجودة الفيزيوكيميائية والجرثومية للمياه من هذه الينابيع له أهمية كبيرة في الحفاظ عليه . ومن هذا المنظور ، فإن عملنا ، الذي يهدف إلى وصف فيزيوكيميائي لمياه هذه المصادر ، وتقييم جودة هذه المياه في ضوء معايير الشرب أو الري .

الكلمات المفتاحية : المصادر الطبيعية ، الأغواط ، فيزيوكيميائية ، الشرب

Comparative qualitative study among some existence in the atlas source waters Saharan central province of Laghouat. Algeria

Name: dennaka

First Name: mebarka

Framer: Rouighi Taher

Abstract:

Ground water is generally of better quality than surface water and is therefore preferred when a new source of water is sought. However, it must be remembered that these waters are not immune to contamination and that close monitoring must be carried out to ensure the quality of the source.

there are several places in the Saharan Atlas (dj.AMOUR) which is part of the wilaya of Laghouat are of heritage importance, regional tourism which around which articulate the wide spaces of the landscape, are the source Ain Arrar, source of Ain Bakai, source of Ain khadra, source of Ain Milok. These wetlands are also prominent recreational sites in the region.

Currently They also undergo a very strong anthropic pressure because of the human and agricultural use of this water resource increasingly pronounced, the risks of a possible deterioration of the quality of its waters are admirable and very present.

To this end A more complete diagnosis of the current situation of the physicochemical and bacteriological quality of water from these sources is of great importance for the safeguarding. It is in this perspective that our work, whose purpose is to make a physicochemical characterization of the water of these sources, and to evaluate the quality of these waters in reference to the standards of potability or irrigation.

Key words: natural sources, Laghouat, physicochemical, potability