



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: SCIENCE

DEPARTEMENT : SCIENCES AGROMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Toaiba Amal

DOMAINE : Science de Nature et de vie (SNV)

FILIERE : Sciences Agronomiques

OPTION : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Contribution à l'étude de la qualité hygiénique de certaines eaux potables dans les communes de Laghouat et El Assafia, Wilaya de Laghouat , Algérie.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	qualité
Mr. Saidi R	Président
Mr. Goudjal Y	Examineur1
Mr. Rouighi T	Encadreur

Promotion : Juin 2017



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية/معهد: العلوم
قسم: العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): طعيبة امال

ميدان: علوم طبيعية والحياة

شعبة: العلوم الفلاحية

تخصص: صناعات غذائية ومراقبة النوعية

موضوع البحث

مساهمة في دراسة الجودة الصحية لمياه الشرب ببلديات
الأغواط و العسافية- ولاية الأغواط- الجزائر..

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
عضو 1 سعيدي رضوان		رئيسا
عضو 2 قوجال ياسين		ممتحن أول
عضو 3 رويغي طاهر		مؤطر

الدفعة: جوان - 2017

Remerciements

Je remercie ALLAH le tout puissant qui nous a donnés la a termine la force et patience pour mener a bien ce modeste travail.

Au terme de ce travail je voudrais remercie en premier lieu

Monsieur «**Tahar Rouigui**» maitre assistance de l'université de Laghouat d'avoir accepté d'encadrée ce travail sa disponibilité constante associée a son esprit critique ont largement contribué a l'orientation et a la réalisation du continue de ce manuscrit. Je lui en grand gratitude

Je adresse mon plus vifs remerciement le service de l'ADE: Monsieur Abd ALLAH, hamada, Ilham, Sara, Messaouda». Pour leur gentilles et son encouragement.

A notre jury de mémoire, qu'ils ne soient ainsi permis de vous remercier très sincèrement pour avoir spontanément accepté de juger de mémoire afin d'obtenir diplôme de master ACQ

Et a tous nos enseignements de primaire jusqu'à l'université et tous personnes qui de pré au des loin ont contribué a ce travaille.

I

Dédicace

Je dédie le fruit de ce travail

A mes chers parents qui m'ont aidé dans mon cursus d'apprentissage et qui ont un grand effet de ma réussite, grâce à vous ; j'ai obtenu des bons résultats je vous dis, si je travaille la vie je ne peux pas rendre.

L'équivalent de toutes les bonnes choses qui vous m'avez données.

Je dédie ce travail a grand-mère et grand père.

A mes chères sœurs : Souhiala Fatna, Maroua, Kaltoume a mes chères

Frères : Ibrahim et Mouhammed ,Youssef et Houssine.

A mes oncles « Houssine et Mohamed et Nadji qui j'ai remercié qui m'ont aidé dans ce travail ».

Et je n'oublie pas mon professeure et mon encadreur Ms "Rouigui Tahar" qui aide moi par ces conseils et ses guidage.

Et a tous mes amis de mon promo Master d'Agro-alimentaire et Control de Qualité ACQ, et à tous les personnes qui j'ai connue dans ma vie et mon amis LAHDEB MESSAOUDA.

Je n'oublie pas mes enseignants universitaires notamment les enseignants

*Du primaire et secondaire, pour tous les savoirs faire être m'avez
inculqué.*

AMAL TOAIBA

LISTE DES TABLAUX

Tableau 01 : Les potentialités en eau dans l’Algérie	4
Tableau 02 : Valeurs des températures et pluviométrie moyenne mensuelle (1996-2016) données climatique dans la station de KHENEG	15
Tableau 03 : Humidité moyenne mensuelle 2005-2015	17
Tableau 04 : Sites de prélèvement	19
Tableau 05 : Détermination de la minéralisation à partir conductivité	22
Tableau 06 : Les formules caractéristiques et facies chimique	48
Tableau 07 : Sites des échantillons	50
Tableau 08 : Sites des échantillons	52

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
01	Figure 1 : Cycle de l'eau dans la nature	2
02	Figure 2: Situation géographique de la wilaya de Laghouat	14
03	Figure 3 : Variation de la température moyenne mensuelle période 1996-2016	16
04	Figure 4 : Variation moyenne mensuelle des précipitations période 1996-2016	16
05	Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN la région de Laghouat 1996-2016	17
06	Figure 6: Variation mensuelle de l'humidité période 2005-2015	18
07	Figure 7 : Distributions le sites de prélèvements	20
08	Figure 8: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau	31
09	Figure 9: Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau	34
10	Figure 10: La température des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	37
11	Figure 11: Potentiel Hydrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	37
12	Figure 12 : Conductivité électrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	38
13	Figure 13 : Minéralisation des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	38
14	Figure 14 : Dureté hydrotimétrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	39
15	Figure 15 : Magnésium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	40
16	Figure 16 : Calcium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	40
17	Figure 17: Potassium et sodium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	41
18	Figure 18 : Chlorures (Cl^-) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	42
19	Figure 19 : Sulfates (SO_4^{2-}) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	43
20	Figure 20 : Nitrates des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	43
21	Figure 21 : Nitrites (NO_2^-) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	44
22	Figure 22 : Phosphate (PO_4^{3-}) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	45
23	Figure 23 : Clore résiduel des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet)	45
24	Figure 24: Représentation graphiques des échantillons d'après diagramme PIPER	49

25	Figure25 : Représentation graphiques des échantillons d'après STBLER	51
26	Figure26 : Représentation graphiques des échantillons d'après Schoeller Berkaloff	53

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE	Algériennes des eaux
BCPL	Bouillon lactosé au poupre de bromocrésol
D/C	Double concentration
EDTA	Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique
N	Normalité
N.E.T	Noir d'Eriochrom T
n°	Numéro
NA	Norme algérienne
NPP	Nombre le plus probable
OMS	Organisation mondiale de santé
P	Précipitation
S/C	Simple concentration
TGEA	Glucose tryptonée à l'extrait d'agar
UNF	Unité formant une colonie
UV	Ultra violet
µS	Micro siemens
MTH	Maladie a transmission hydrique

Titre de mémoire : contribution à l'étude de la qualité hygiénique de certaines eaux potable dans les communes de Laghouat et El Assafia.W.de laghouat.algérie.

Nom : Toaiba

Prénom : Amal

Encadreur : Rouigui Taher

Résumé : L'eau est un élément essentiel pour l'organisme humain et sa consommation journalière directe et indirecte.

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. La qualité de ces eaux a connu ces dernières années une grande détérioration. Pour mettre en évidence l'influence du milieu extérieur sur contribution à l'étude de la qualité hygiénique de certaines eaux potable, une enquête a été effectuée durant la période du mois Février 2017 jusqu'à le mois d'Avril 2017 dans les eaux de réservoirs (**Assafia Chargia et Garebia, Borij Snouci, Mokran, Lafran, 104,2000, 2000*2, Wiam**) et les eaux de robinet (**Assafia Chargia et Garebia, Borij Snouci, Maamoura, Shetit, Gouatine, Ouisis nord haut et bas, Mhafir, Wiam**) située dans les communes de Laghouat et El Assafia. Cette dernière a fait l'objet des différentes analyses selon les techniques d'évaluation de qualité de l'eau potable décrites par le journal officiel de la république algérienne.

L'analyse physico-chimique des différents point de prélèvement a démontrée que les eaux de réservoirs et les eaux de robinet présentent certains paramètre non conforme aux normes recommandées par la législation algériennes .de point de vue bactériologique les une absence totale des germes recherchés.

La majeure partie de la présente étude est qualifiée d'une eau sulfatée calcique.

Mots clés : eau potable, qualité hygiénique, la qualité physico-chimique, eau de réservoir eau de robinet, analyse.

Memory title: Contribution to the study of the hygienic quality of certain drinking waters in the communes of Laghouat and El Assafia.W.de Laghouat. Algeria

Name: Toaiba

First name: Amal

Directed by: Rouigui Taher

Abstract: Water is an essential element for the human organism and its daily direct and indirect consumption.

Ground water is an invaluable supply of drinking water for humanity. The quality of these waters has deteriorated in recent years. In order to influence of the external environment the contribution to the study of the hygienic quality of certain drinking water, a survey was carried out during the period from February 2017 until April 2017 in reservoirs of water (Assafia Chargia and Garebia, Borij Snouci, Maamoura, Shetit, Gouatine, Ouisis, north and south, Mhafir (Assafia Chargia and Garebia, Borij Snouci, Mokran, Lafran, 104,2000, 2000 * , Wiam) located in the communes of Laghouat and El Assafia. The latter has been the subject of various analyzes according to the techniques of evaluation of quality of drinking water described by the official journal of the Algerian Republic. The physicochemical analysis of the different simpling points showed that the reservoirs of waters and tap water have certain parameters that do not comply with the standards recommended by the Algerian legislation from a bacteriological point of view, a total absence of the sought-after germs.

The cheerleader of this study is called Sulphated calcium. water.

Key words: Drinking water, hygienic quality, physicochemical quality, tap water tank water, analysis.

عنوان المذكرة :مساهمة في دراسة الجودة الصحية لمياه الشرب ببلديات الاغواط و العسافية لولاية الاغواط الجزائر..

المؤطر : طاهر رويغي

الاسم :امال

اللقب :طعيبة

ملخص: الماء ضروري للجسم البشري والاستهلاك المباشر وغير المباشر اليومي.

المياه الجوفية هي مياه الشرب لا تقدر بثمن للبشرية. نوعية المياه لديها في السنوات الأخيرة شهدت تدهورا.تم تسليط الضوء على تأثير البيئة الخارجية على المساهمة في دراسة الجودة الصحية لبعض مياه الشرب، أجريت الدراسة خلال الفترة ممتدة من شهر فبراير 2017 وحتى شهر أبريل 2017 لخزانات المياه (العسافية الغربية و الشرقية،برج السنوسي، مقران، لفران، 104، 2000، 2000*2 و الونام) وكذلك مياه الحنفية (العسافية الغربية و الشرقية، برح السنوسي، المعمورة، الشطيط، القواطين، الواحات الشمالية، المحافير والونام).الواقعة بولاية الاغواط.وكان هذا الأخير موضوع تحليلات مختلفة وفقا لتقنيات تقييم نوعية مياه الشرب التي وصفها الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية. وقد أثبتت التحاليل الفيزيائية من مختلف نقاط اخذ العينات بان الخزانات و مياه الحنفية لديها بعض العامل غير مطابقة للمعايير الموصى بها من قبل التشريع الجزائري ومن جهة التحاليل البكتيرية، أظهرت النتائج الغياب التام للجراثيم المطلوبة.أغلبية المياه من هذه الدراسة تصنف كبريتية كلسية.

الكلمات مفتاحية : مياه الشرب ، الجودة الصحية ،الجودة الفيزيائية و الكيميائية، مياه الخزانات ،مياه الحنفية ،تحاليل

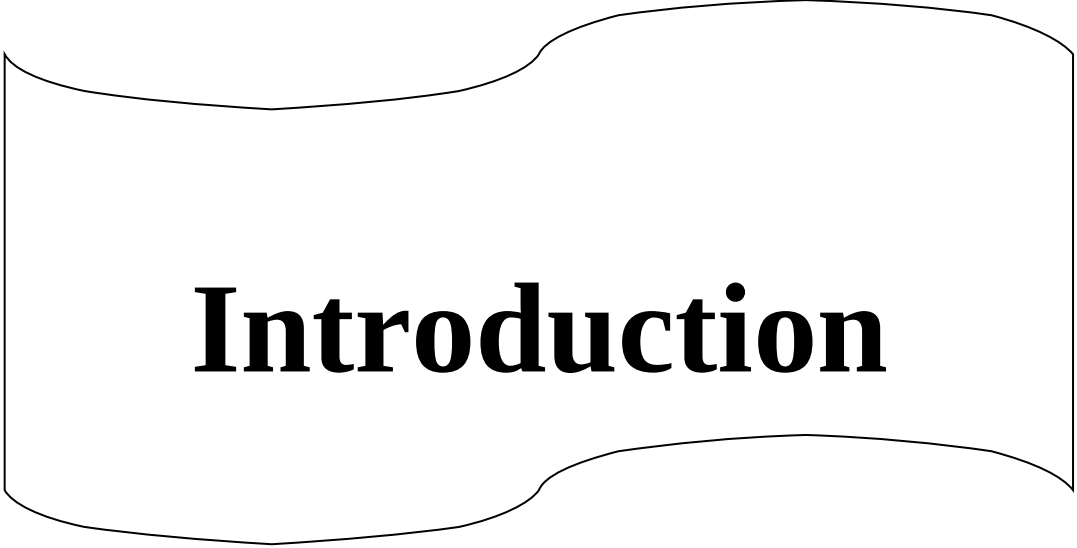
Table des matières

Remerciements	I
Dédicace	II
Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	V
Résumé	VI
Introduction	1
Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Généralités	2
I.1. Définitions de d'eau	2
I.2.Cycle de d'eau	2
I.3. L'eau en Algérie	3
I.4. Eau potable	3
I.5.Consommation de l'eau potable en Algérie	3
I.6. La pollution des eaux	4
I.7. Sources de pollution de l'eau	5
I.8. Traitement des eaux	5
I.9. les maladies à transmission hydriques (MTH) en Algérie	6
I.9.1. Les maladies hydriques d'origine bactérienne	7
I.9.2. Maladies hydriques provoquées par des virus	8
I.9.3.Problèmes sanitaires en relation avec la constitution des eaux	8
II. Paramètres de l'eau	8
II.1. Paramètres physico-chimiques de l'eau	8
II.1.1. pH	8
II.1.2. Température	9
II.1.3. Alcalinité	9
II.1.4. Conductivité électrique	9

II.1.5. Titre hydrotimétrique	9
II.1.6. La matière solide dissoute totale (TDS)	9
II.1.7. Ion Calcium	10
II.1.8. Ion Potassium	10
II.1.9. Ion Sodium	10
II.1.10. Ion Magnesium	10
II.1.11. Ion Chlorure	10
II.1.12. Ion Sulfate	10
II.1.13. Indice de Langelier de saturation (LSI)	11
II.2. Paramètres organoleptiques d'eau	11
II.2.1. La couleur	11
II.2.2. Le goût	11
II.2.3. L'odeur	11
II.2.4. La turbidité	11
II.3. Paramètres bactériologiques de l'eau	12
II.3.1. Les coliformes totaux	12
II.3.2. Les coliformes fécaux	12
II.3.3. Les streptocoques fécaux	12
II.3.4. Clostridium sulfito-réducteurs	13
Partie II : Matériel et Méthodes	
I. Présentation de la région d'étude Laghouat	14
I.1. Situation géographique de la zone d'étude	14
I.3. Situation climatologique	15
I.3.1. Températures et précipitation	15
I.3.1.1. Temperatures	15
I.3.1.2. Precipitation	16
I.3.1.3. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	17
I.3.2. Humidité	17
II.1. Methodologies	18
II.2. Choix des sites de prélèvement	18

II.3.Prélèvement	19
II.3.1.Réseau	19
II.3.2. Transport et conservation au laboratoire	21
II.4.Analyses physico-chimiques	21
II.4.1. Dosage du chlore libre	21
II.4.1.Mesure de la température	22
II.4.2. Détermination du pH	22
II.4.3. Mesure de conductivité, salinité, taux des sels dissous (TDS)	22
II.4.4. Minéralisation globale	22
II.4.5. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)	23
II.4.6. Détermination du calcium (Ca²⁺) et du magnésium (Mg²⁺)	23
II.4.7. Détermination de Mg⁺²	24
II.4.8. Détermination des chlorures (Cl⁻)	24
II.4.10. Détermination de l'alcalinité (HCO₃⁻)	24
II.4.11.Dosage des nitrates par spectrophotomètre UV visible	25
II.4.12.Dosage des nitrites (NO₂⁻)	26
II.4.13 Détermination des phosphates (PO₄³⁻)	27
I I.4.14.Détermination des Sulfates (SO₄²⁻)	27
III Analyses bactériologiques	27
III.1Coliformes totaux	28
III.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	32
III.3. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito- réducteur	35
III.4. Dénombrement des germes totaux	36
Partie II : Résultats et discussion	
I.les paramètres physiques	37
I.1. La température	37
I.2. pH	37
I.3. Conductivité électrique	38
I.4. Minéralisation globale	38

I.5. Dureté Hydrotimétrique	39
II. Les paramètres chimiques	40
II.1. Magnésium	40
II.2. Calcium	40
II.3. Potassium et sodium	41
II.4. Chlorures	42
II.5. Sulfates	43
II.6. Nitrate	43
II.7. Nitrite	44
II.8. Phosphate (PO_4^{3-})	45
II.8. Le chlore	45
III. Représentation des échantillons d'après la formule caractéristique	46
III.1. Facies chimiques des eaux	46
III.2. Classification des eaux d'après la présentation graphiques des échantillons	49
III.2.1. Diagramme PIPER	49
III.2.2. Diagramme de type STBLER	51
III.2.3 Diagramme de type Schoeller Berkloff	53
IV. Les analyses bactériologiques	54
IV.1. Coliformes totaux	54
IV.2. Coliformes fécaux	55
IV.3. Streptocoques fécaux	56
IV.4. Clostridium sulfito-réducteurs	56
IV.5. Germes totaux	57
IV.6. La suite de l'interprétation	58
Conclusion	59
Références bibliographiques	
Annexes	



Introduction

Introduction

L'eau est un élément indispensable à la vie. elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants (70 % du poids du corps humain) (**Leemans et al ., 2008**).

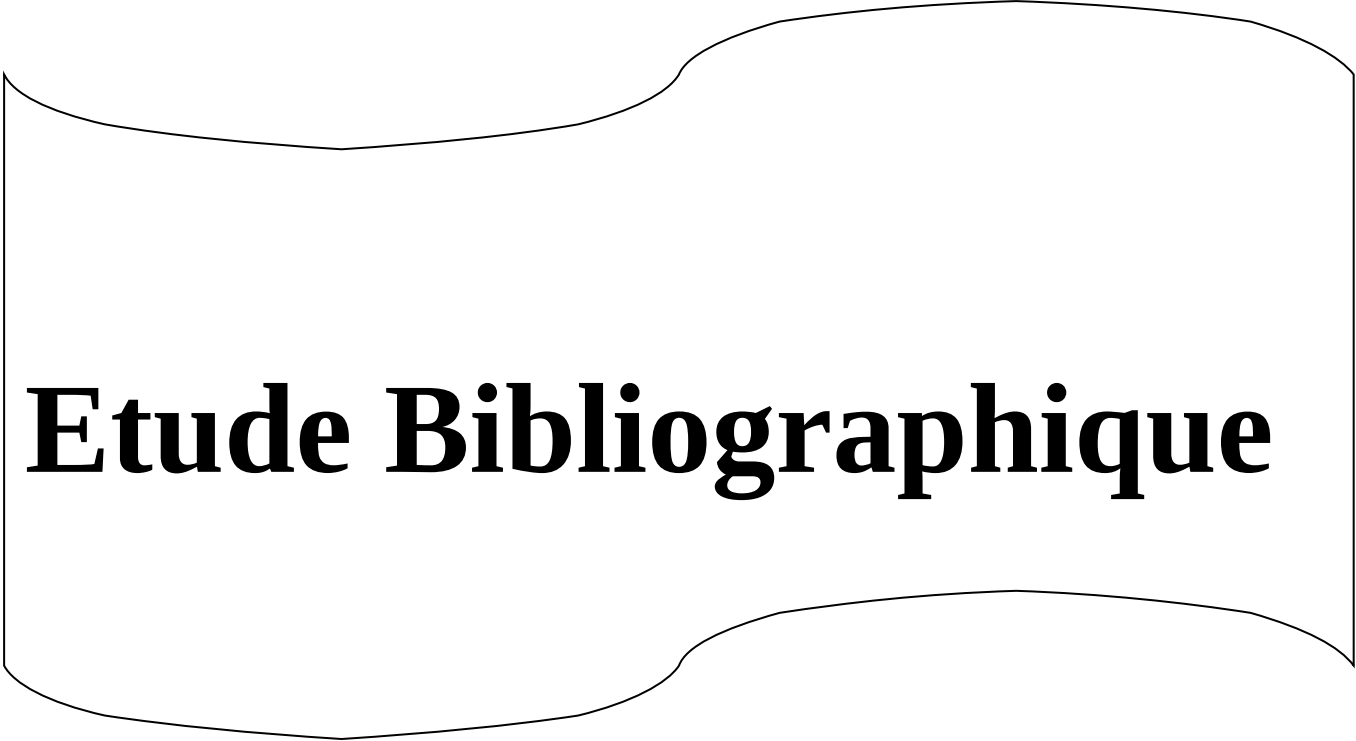
Sa contamination est la principale source de maladie à transmission hydrique comme les gastroentérites, l'hépatite virale, typhoïdes, leptospirose... D'après la littérature, des millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou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

Certains habitants de la ville de Laghouat ne consomment pas l'eau du robinet mais il consomme soit de l'eau minérale ou transportée de l'eau de la zone dite Milok, à cause de la forte dureté de ces eaux de robinet qui ont provoquées des problèmes gastrique et rénale chez les citoyens.

À cet effet, nous avons entamé ce sujet à fin de déterminer quelles sont les principaux facteurs influant sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de la ville de Laghouat et El Assafia. Et pour cela, nous suivons le plan suivant :

- Analyser les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux potables
- Caractérisation des eaux
- Déterminer les éléments présentant un risque pour la santé
- Faire des propositions d'amélioration de la qualité des eaux de la ville de Laghouat



Etude Bibliographique

I. Généralités

I.1. Définition d'eau

L'eau c'est la vie (**Thielborger, 2014**). L'eau est un élément primordial du patrimoine culturel de l'humanité à travers les mythes et les symboles. Ceux liés à l'eau entourent la création des formes terrestres, la naissance, la vie, le renouveau et la mort. Les sciences, l'art et les civilisations même ne sont pas pensables sans la présence de l'eau (**Olivaux, 2007**).

L'eau à accompagné la vie des êtres humains. Elle est au cœur de nos pratiques sociales, économiques et sanitaires ; l'eau s'inscrit au cœur même du vivant et conditionne la civilisation humaine (**Olivaux, 2007**).

« H₂O » est la formule chimique de cette molécule, elle est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène.

I.2. Cycle d'eau

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre : c'est le cycle de l'eau. L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement ¼ pénètre, ¼ ruisselle, quant au ¼ restants, il s'évapore à son tour (**Vilagines, 2003**).

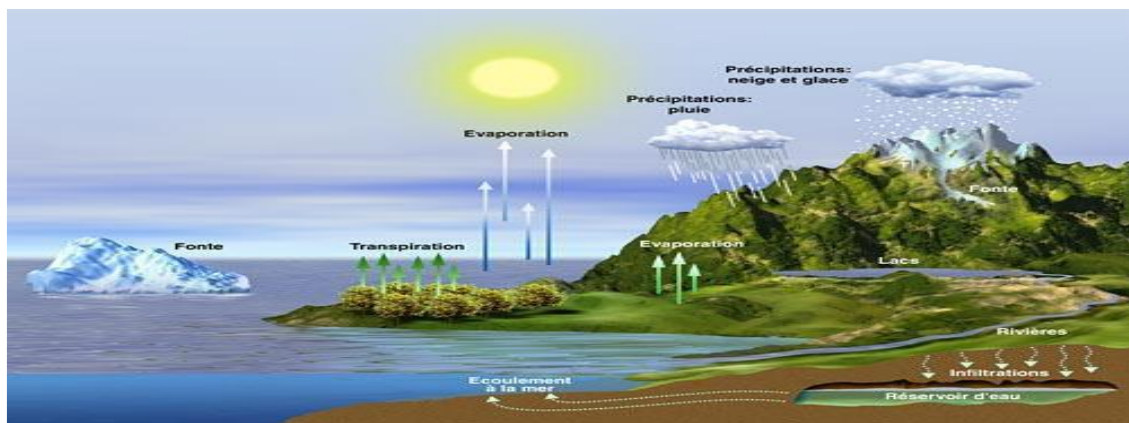


Figure 1 : Cycle de l'eau dans la nature (Aubourg et al. 2000).

I.3. L'eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi-aride et aride, dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement irrégulières et localisées :

- Dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'Zab, Saoura, etc. sinon, ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossiles, et qui sont très peu utilisées.
- Dans le nord d'Algérie l'apport principale vient du ruissellement, après précipitation. Le régime d'un oued est caractérisé par le fait que durant des mois, voire des années, le lit mal délimité est parcouru par un filet d'eau trompeur et que, tout-à-coup, et pendant un temps bref, il roule jusqu'à 5000 m³/second provoquant une crue dévastatrice. En effet, elles sont croissantes d'Ouest en Est et affectent successivement les Monts de Tlemcen, le versant nord de l'Ouarsenis, le massif de la Kabylie, le nord Constantinois et enfin le massif des Aurès (**Arrus, 1985**).

I.4. Eau potable

La définition d'une eau potable repose sur des normes établies par une réglementation. Cette dernière varie d'une communauté économique ou d'un pays à l'autre et est évolutive. (**Olivaux, 2007**).

Selon certaines normes, une eau potable est une eau qui ne porte pas atteinte à la santé. En fait, il faut avoir à l'esprit qu'il existe deux définitions de l'eau potable, l'une est une définition réglementaire et l'autre est une définition médicale.

***Définition réglementaire :**

Une eau potable et une eau conforme aux normes réglementaires. Dans cette optique, l'eau du robinet et les eaux minérales embouteillées sont généralement potables, sauf accident.

***définition médicale :**

Une eau potable et une eau qui ne rend pas malade, même à long terme. Dans cette optique médicale, ni l'eau du robinet ni les eaux minérales embouteillées ne sont pas potable, sauf exception (**Olivaux, 2007**)

I.5. Consommation de l'eau potable en Algérie

La demande en eau douce, croit chaque année de 4à5% (**Tableau1**), tandis que les ressources naturelles restent invariables pour ne pas dire qu'elles diminuent (problème de pollution de plus en grand).cette équation que bientôt la demande sera supérieur aux ressources.

Tableau 01 :Les potentialités en eau en l'Algérie.

Année	1962	1990	1995	1998	2000	2020
m ³ /habitant/année	1500	720	680	630	500	430

(Ahmed, 2001)

La consommation d'eau distribuée est de 161 L/hab./j.pou les 20 années à venir et afin de résoudre le problème de la pénurie d'eau, l'investissement est estimé à 17 milliards de dollars, sans parler de la réhabilitation et le renouvellement des différentes infrastructures (300 millions de \$), soit au total 1.2 milliard de \$/an.

En Algérie, la population était estimée à 23millions en 87 ;28 en 95 ;32 en 2000 ; 36en 2010 ; et 46 en 2020, soit une consommation potable et industrielle de l'ordre de 5 milliards de m³alors que la mobilisation actuelle est à peine de 2 milliards de m³. Il faudrait mobiliser dans les 20 ans à venir 3 milliards de m³, en excluant les eaux d'irrigations et les fuites dans les conduites. Les superficies irriguées sont estimées à 450000 Ha, l'objectif à atteindre à court terme étant de 770000 ha , et si l'on suppose qu' en moyenne, il faut 8000m³/ha ,il nous faudrait mobiliser 6.2 milliards de m³.

En conclusion, il faudrait mobiliser en 2020, plus de 11 milliards de m³ d'eau, alors que nos capacités théoriques sont de 6 milliards, un réel défi à relever, mais surtout une stratégie et une politique à définir.

Le problème de la ressource en eau est lie principalement à l'érosion des sols ; au stockage ; dépôt de sédiments et à la qualité des eaux ; les moyens de lutte : sont le reboisement de bassins versants ; la surélévation des digues ; la construction de barrages de décantation ; et les dragages des barrages qui sont actuellement insuffisants (**Ahmed, 2001**)

I.6. La pollution des eaux

L'impact écologique d'une substance polluante dépend de sa toxicité aigue et/ou chronique, de son temps de dégradation dans un milieu et de sa capacité à se diffuser dans l'espace et le temps (**Olivaux, 2007**).

Concernant la pollution de l'eau, il convient de distinguer deux types de polluants :

- Ceux qui proviennent d'un excès d'éléments qui sont normalement présents à l'état naturel dans le milieu (exemple des nitrates et phosphates).

- Ceux qui sont issus de molécules de synthèse, introduits par l'homme dans le milieu naturel (exemple des pesticides). Pour la plus part de ces derniers, leurs impacts et leur devenir (accumulation, dispersion, transformation) sur l'environnement et les organismes vivants sont largement méconnus ;deus catégories de pollutions ; *les pollutions ponctuelles* (la source de pollution est facilement localisable, c'est un point précis. Ainsi, les pollutions industrielles sont qualifiées de ponctuelles) et *les pollutions diffuses* (la source de la pollution est difficilement localisable, par exemple, les pollutions agricoles par les nitrates sont qualifiées de diffuses) (**Olivaux, 2007**).

Il existe 3 localisations des polluants :

- Les polluants des eaux brutes: Matières organiques, pesticides, métaux lourds, médicaments, cosmétiques, micro-organismes.
- Les polluants des méthodes de traitement de l'eau : Le chlore, ozone, sels toxiques.
- Les polluants des conduites d'eau : Métaux lourds, micro-organismes (**Olivaux, 2007**).

I.7.Sources de pollution de l'eau

En général, les eaux souterraines sont moins vulnérables à la pollution que les eaux de surface (**Fawell et Nieuwenhuijsen, 2003**).

Il existe des sources naturelles de contamination des eaux, tels que les ressorts des poisons, les suintements de pétrole, l'érosion et la sédimentation; mais la plupart des discussions sur la pollution de l'eau se rapportent aux changements d'origine humain qui affectent la qualité de l'eau ou son utilisation (**Cunningham, 2003**).

La pollution de production peut être considérée sous la rubrique des quatre grands secteurs d'activités humaines: l'industrie, l'énergie, le transport et l'agriculture. Avec l'augmentation marquée de la population et l'industrialisation, un nouvel ensemble des polluants est apparus (**Goldstein, 2002**).

I.8. Traitement des eaux

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour leur santé qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (**Valentin, 2000**).

Si une protection contenue de la source aux consommateurs ne peut être garantie, il sera impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisante (**OMS, 1994**).

I.9. les maladies à transmission hydriques (MTH) en Algérie

L'eau ressource naturelle, indispensable à la vie, mais aussi elle est devenue de manière directe ou induite la première cause des maladies et de mortalité dans le monde. Les effets de l'eau sur la santé de l'homme ont été aperçus depuis l'antiquité, mais ce n'est que durant le siècle dernier que le rôle de certains micro-organismes présents dans l'eau a été démontré dans l'apparition des affections hydriques (les travaux de John Snow et Robert Koch sur les diarrhées et le choléra).

actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et leur mode de transmission (**Rodier, 1999**).

Les maladies hydriques appelées par contraction (m t h) sont des maladies « de l'eau sale » causée par une eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. Selon l'Organisation mondiale de la Santé l'OMS, plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à une eau salubre et 30 millions de personnes meurent suite d'une épidémie ou d'une contagion due à la pollution. Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique (**François Anctil, 2008**).

De manière générale, la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes ou par des substances toxiques. Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants : diarrhées ou rarement constipation, crampes abdominales, fièvre et vomissement. Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels) (**François Anctil, 2008**).

I.9.1. Les maladies hydriques d'origine bactérienne

Depuis l'indépendance la tendance évolution des maladies à déclaration obligatoire montre la pré-dominance des maladies liées à l'hygiène du milieu en général et des maladies à transmission hydrique en particulier

En effet, les maladies à transmission hydrique (surtout le choléra, la fièvre typhoïde les dysenteries, hépatite, virale « a »,...) sont en termes de morbidité les premières maladies à déclaration obligatoire notifiées au ministère de la santé, elles représentent 39% de l'ensemble des maladies déclarées (**Briere,2000**).

Ce sont des maladies des réseaux parce que la majorité des cas sont dues à des cross connexions entre réseau d'ADE et assainissement . parmi les causes principales qui ont entrainé l'apparition des épidémies on citera :

- Infiltration des eaux usées dans les puits individuels.
- Cross-connexions au niveau du réseau d'AEP et d'assainissement.
- Non respect aux normes de réalisation des réseaux.
- Vétusté des réseaux.
- Irrigation des cultures par les eaux usées.

I.9.1.1. Le choléra

Le choléra est une maladie aiguë et diarrhéique provoquée par une infection d'intestin par la bactérie vibrion-Cholérique. La maladie peut s'étendre rapidement dans les secteurs où le traitement des eaux usées et l'eau potable est inadéquat.

I.9.1.2. Fièvre typhoïde

Fièvre d'origine bactérienne qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation. Cette maladie, qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1% des cas (**Foligut, 1982**).

I.9.1.3. Dysenterie

Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de colique, de nausées et de vomissement, dysenterie bacillaire ou

shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase(causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20% (**Foliguetj, 1982**).

I.9.1.4. Diarrhées infectieuses

Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort (**Briere, 2000**).

I.9.2. Maladies hydriques provoquées par des virus

L'hépatite se transmet par les mains sales « maladies de mains sales » et les aliments souillés. L'évolution clinique de l'infection varie de la maladie anictérique à l'ictère sévère et prolongé. Le virus de l'hépatite A ne cause pas de maladie chronique du foie mais plusieurs complications peuvent accompagner l'affection. (**Briere, 2000**).

I.9.3.Problèmes sanitaires en relation avec la constitution des eaux

les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes dans l'eau, mais aussi à plusieurs substances d'origine organique ou minérale présentes par défaut (maladies de carence) ou en un excès dans l'eau de boisson, parmi les maladies de carence, on distingue surtout les caries dentaires en carence en fluor et le goitre en carence en iode. Parmi les maladies en excès on distingue : la fluorose causée par une prise excessive de fluor (**Foliguet, 1982**).

Certaines substances présentes dans l'eau de boisson peuvent également mettre en danger la vie des individus (les métaux lourds par exemple).

II. Paramètres de l'eau

II.1 Paramètres physico-chimiques de l'eau

II.1.1. pH

Le pH correspond à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité (**Savary, 2010**).

II.1.2. Température

La température des eaux souterraines est relativement constante toute l'année, par contre celle des eaux superficielles est très variable selon les saisons et peut passer de 2 °C à 30 °C.

La diminution de la température entraîne la diminution de l'efficacité des traitements dont la désinfection et entraîne aussi l'augmentation de la viscosité de l'eau.

L'augmentation de la température a diverses conséquences comme : la croissance bactérienne, les problèmes de saveur, de couleur, corrosion (**Savary, 2010**).

II.1.3. Alcalinité

A l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes (**Rodier et al., 2009**).

II.1.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (**Rodier et al., 2009**).

II.1.5. Titre hydrotimétrique

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des Concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO₃. Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (**Rodier et al., 2009**).

II.1.6. La matière solide dissoute totale (TDS)

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre.

Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (**SPELLMAN et al., 2008**).

II.1.7. Ion Calcium

Le calcium est un élément principal dans le squelette (99%). Le calcium, élément essentiel de la dureté de l'eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles (**Savary, 2010**).

II.1.8. Ion Potassium

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (**Houillier et al ., 2004**).

Cette substance peut provenir des industries extractives (mines de sels de potasse), des usines d'engrais et des industries du verre et matériaux connexes (**Savary, 2010**).

II.1.9. Ion Sodium

Ce métal, très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autre éléments chimiques (comme le chlorure de sodium Na Cl). Le sodium est ingéré quotidiennement par l'eau et les aliments qui en représentent la principale source (**Savary, 2010**).

II.1.10. Ion Magnésium

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (**Savary, 2010**).

II.1.11. Ion Chlorure

Les chlorures présents dans l'eau potable proviennent des eaux usées et des effluents industriels.

La principale source d'exposition humaine au chlorure est l'ajout de sels aux aliments. L'apport de cette source est généralement supérieur à celui de l'eau de boisson. Les concentrations excessives de chlorure augmentent les taux de corrosion des métaux dans le système de distribution, cela peut conduire à une augmentation des concentrations de métaux dans les systèmes d'alimentation en eau potable (**OMS, 2003**).

II.1.12. Ion Sulfate

Les ions sulfates sont utilisés principalement dans l'industrie chimique. Ils sont rejetés dans l'eau à travers les déchets industriels. Cependant, les niveaux les plus élevés se produisent habituellement dans les eaux souterraines et proviennent de sources naturelles.

En général, l'apport quotidien moyen de sulfate de l'eau potable, de l'air et de la nourriture est d'environ 500 mg, la nourriture étant la principale source. Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation (OMS, 2003).

II.1.13. Indice de Langelier de saturation (LSI)

La méthode la plus simple pour le calcul de l'agressivité de l'eau est la « méthode de Langelier ». Il a établi un indice, appelé « **indice de saturation** ou **indice de Langelier** ». L'eau est agressive si cet indice est négatif, elle est calcifiante si l'indice est positif et elle est à l'équilibre calcocarbonique si l'indice de saturation est nul (Rodier et al., 2009).

II.2. Paramètres organoleptiques de l'eau

II.2.1. La couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 µm. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier et al., 2009).

II.2.2. Le goût

Le goût peut être défini comme :

- L'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche.
- La propriété des produits provoquant ces sensations (Rodier et al., 2009).

II.2.3. L'odeur

L'odeur peut être définie comme :

- a) L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- b) La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (Rodier et al., 2009).

II.2.4. 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, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci

sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (**Rodier et al., 2009**).

II.3. Paramètres bactériologiques de l'eau

II.3.1. Les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bactéries en forme de bacilles, non sporulantes, Gram négative, aérobies facultatives et qui fermentent le lactose en 48 heures à 35 °C avec production de gaz. Les coliformes totaux ne sont pas nécessairement des bactéries originaires du système intestinal. Plusieurs bactéries qui font partie du groupe des coliformes totaux se retrouvent en fait sur les feuilles des arbres et sur toute autre forme de végétation. Donc, la présence de coliformes totaux ne veut pas dire à coup sûr que l'on se retrouve devant une contamination d'origine fécale (**Bouchard, 2008**).

II.3.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou thermo tolérants, sont considérés. Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5°C. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. *Escherichia coli* (*E. coli*) fait partie des coliformes fécaux.

Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre (**Bouchard, 2008**).

II.3.3. Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale. et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de *streptocoques fécaux* donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (**Mehanned et al., 2014**).

II.3.4. Clostridium sulfito-réducteurs

Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle (**Armand I, 1996**).

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure.

La forme sporulée des Clostridium sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (**Bourgeois et al., 1996**).

Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

I .Présentation de la région d'étude Laghouat

I.1. Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude fait partie de commune de Laghouat, elle est située au piémont de l'Atlas saharien et s'étend sur le plateau saharien sa superficie est de 400 Km².

Avec une altitude moyenne est de 760m. la ville de Laghouat est le chef-lieu de la wilaya. elle se situe sur la route nationale N°1 à environ 400 Km de la capitale Alger, la commune est limitée :

- Au nord par la commune de Sidi Makhlouf ;
- A l'Est par la commune d'El Assafia ;
- Au Sud par la commune de Naceur Ben chohra ;
- A l'Ouest par l' kheneg et Tadjmout.



Figure 2: Situation géographique de la wilaya de Laghouat.

I.3.Situation climatologique

Le climat se définit comme l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné. Diverses manifestations (précipitation, température, humidité,ect) analysées sur une longue période permettent, grâce au traitement statistique, d'établir les caractères du climat (**Veyret, 2004**).

Il faut signaler que l'étude de climat de la région de Laghouat de l'année 1996-2016 a été faite avec les données ONM (2017) de la station météorologique d'Elkheneg.

I.3.1. Températures et précipitation

Selon (**Faurie et al., 2003**), les précipitations et la température représentent les facteurs les plus importants du climat,

I.3.1.1. Températures :

La température est un facteur essentiel pour la détermination du type du climat d'une région.

Les données relatives aux températures au niveau de la région de Laghouat sont assez limitées à la station de Laghouat.

Tableau 2 : valeurs des températures et pluviométrie moyenne mensuelle (1996-2016) données climatiques dans la station de KHENEG.

mois	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
moyenne T°C	8,3	9,85	13,76	17,04	22,59	28,2	32,08	30,3	25,35	19,78	12,76	9,03
moyenne P mm	13,2876	6,46952	11,0333	18,40143	9,955238	9,160476	6,301	12,6519	26,32524	18,36857	9,447619	18,357

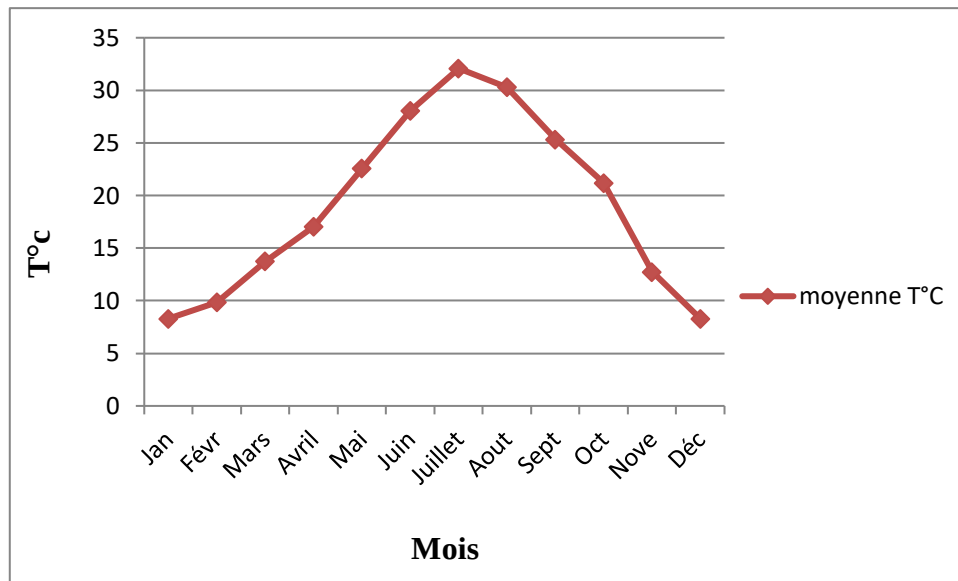


Figure 03 : Variation de la température moyenne mensuelle période 1996-2016.

La figure 03 : montre que l'été (juillet-août) est la plus chaude 32.08°C, et que l'hiver (jan-déc) est la saison la plus froide avec 8.3°C.

I.3.1.2. Précipitation

Les précipitations de la région de Laghouat sont irrégulières et avec très faible quantités. La région a connu une grande période de sécheresse durant la décennie 1996-2016.

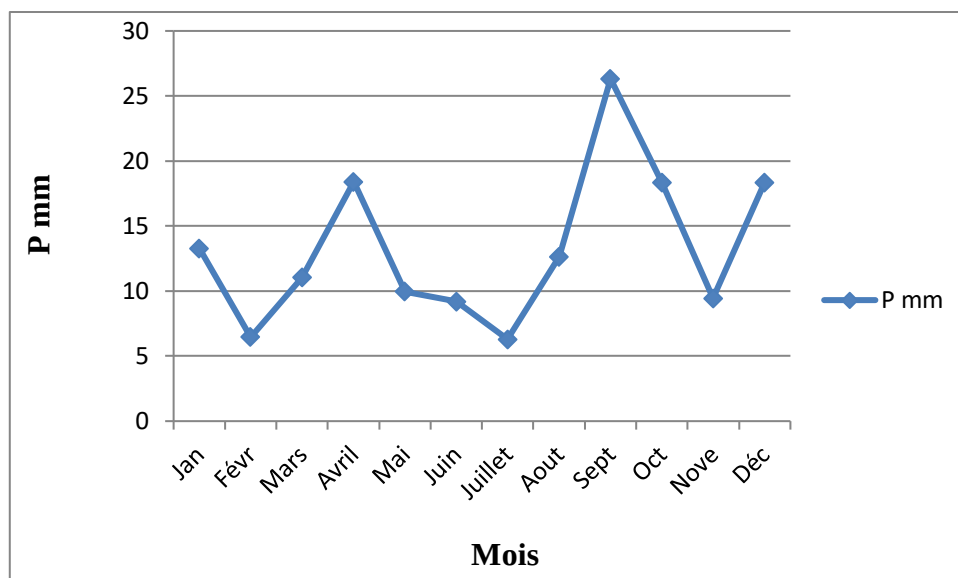


Figure 04 : Variation moyenne mensuelle des précipitations période 1996-2016.

La figure 04 montre des variations de la précipitation mensuelle entre la période 1996-2016 on a :

La période pluvieuse s'étale sur le mois de septembre, avec un maximum de 26.32mm par contre juillet sont les plus secs avec un minimum 6.3 mm .

I.3.1.3. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

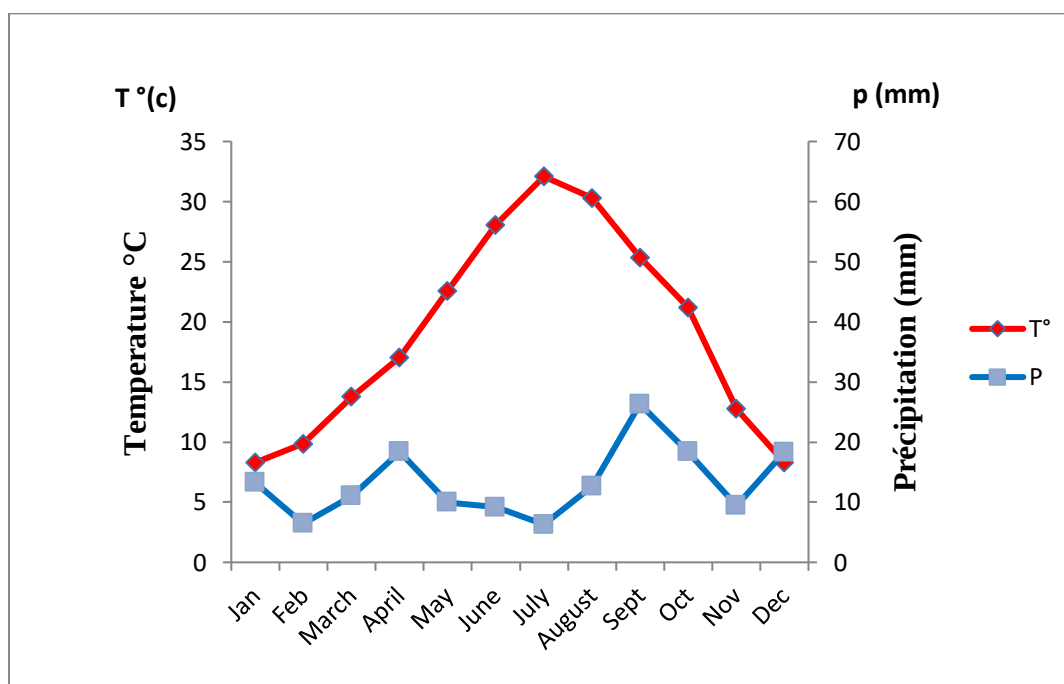


Figure05 : Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN la région de Laghouat 1996-2016.

Le Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN(1993), permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique.

L'air compris entre les deux courbes représente la période sèche toute les années .

I.3.2. Humidité

Tableau 03 : Humidité moyenne mensuelle 2005-2015.

mois	Jan	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nove	Déc
moyenne H%	66	58,7	45	43,3	39,3	36	27,7	30,4	45,91	54,4	61,9	67,2

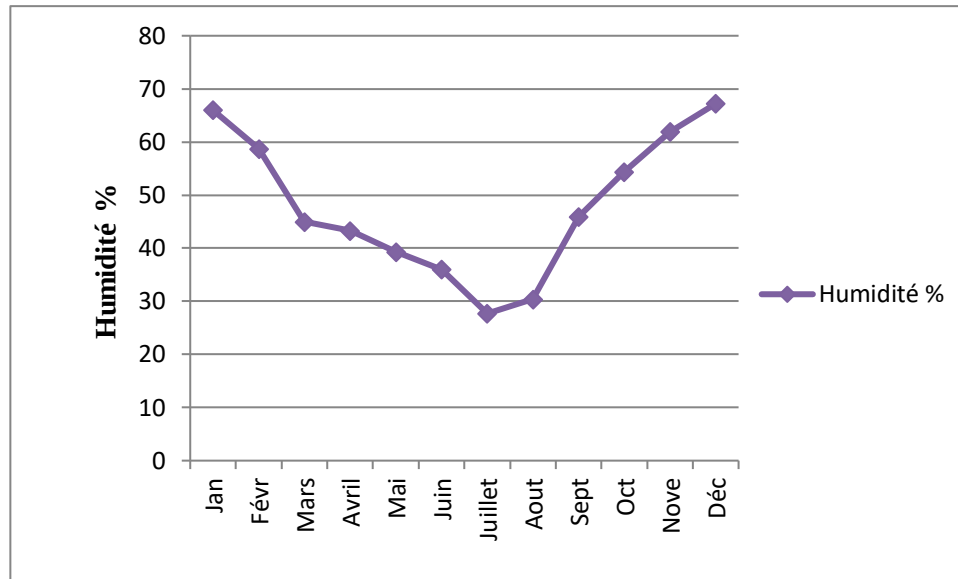


Figure06 : Variation mensuelle de l'humidité période 2005-2015.

D'après la figure 06 qui montre les variations mensuelle de l'humidité entre la période 2005-2015 ; on remarque qu'il ya une diminution de l'humidité de février jusqu'au juillet avec un pourcentage de 27.7 par suite une augmentation jusqu'au décembre avec 67.2.

II.1. Méthodologie

Ce travail a été réalisé dans le district de Laghouat pendant 3 mois de février jusqu'à Avril 2017. L'objectif est d'évaluer la qualité de l'eau dans la ville de Laghouat et la ville d'El Assafia En fonction des réglementations algériennes. Dans l'esprit de mieux cerner les variations, le contrôle se fait à de niveaux réservoir et réseau de distribution.

II.2. 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 domestique véhiculée à travers les conduites de distribution, une enquête sur l'état extérieur des ouvrages hydrauliques et du réseau de distribution est effectuée. Il sera retenu les sites qui sont exposés aux éventuels risques de pollution, tels que les décharges publiques, les débordements des eaux usées, les fuites répétitives ou mal réparées, etc.

Elle est suivie des prélèvements pour analyser afin de détecter la pollution par certains paramètres indicateurs. L'échantillonnage comprend, un prélèvement au niveau du

réservoir alimenté par le forage et un prélèvement au niveau du réseau de distribution (figure07).

Tableau 04 : sites de prélèvement.

Réservoir	L'eau de robinet	Station de pompage
El Assafia chargia	El Assafia chargia	Sidi hakom
El Assafia garebia	El Assafia garebia	Lafran
Waim	Waim	
104	Maamoura	
Boridj Snosi	Shetit	
Lafran	Mhafir	
Mokran	Oasis nord bas	
2000	Oasis nord haut	
2000*2	gwatine	
	Boridj Snosi	

II.3.Prélèvement

II.3.1.Réseau

- Enlever s'il existe les tuyaux en caoutchouc adaptés au robinet choisi.
- Se laver soigneusement les mains et avant-bras avec un produit désinfectant et les rincer abondamment avec de l'eau propre
- Ouvrir le robinet et laisser 10 mn
- Ouvrir le flacon en verre stérile à proximité de robinet juste avant de faire le prélèvement.
- Remplir le flacon et le fermer immédiatement après le prélèvement. Ne pas ouvrir le flacon avant de commencer l'analyse au laboratoire sinon il faut absolument refaire le prélèvement.
- Noter sur le flacon les indications nécessaires à son identification (identité des préleveurs ; date et heure de prélèvement ; motif de la demande d'analyse ; point de prélèvement d'eau ; origine de l'eau).
- Mettre l'échantillon prélevé dans une glacière maintenue à 4°C.

II.3.2. Transport et conservation au laboratoire

Afin d'éviter que le taux initial en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible. L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs : A cet effet, la circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologique des eaux d'alimentation spécifie que « si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est spécifiée à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil des échantillons .si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4°C (Rodier et al., 2005).

Après prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement à la température de 4°C dans des isothermes à l'obscurité pour assurer une conservation satisfaisante (Larptent, 1997)

II.4. Analyses physico-chimiques

Dans la ville de Laghouat, l'eau destinée à la consommation est contrôlée .Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau délitent des concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate,... etc. Nous devons donc réaliser des analyses pour déterminer la qualité physico-chimique de l'eau.

II.4.1. Dosage du chlore libre

Le dosage du chlore libre, la DPD (N, N-Diéthylphénylène-4daimine) sert d'indicateur redox, coloré en rose en milieu oxydant et incolore en milieu réducteur à un pH compris entre 6.2 et 6.5. le chlore réagit instantanément avec la DPD en absence d'ions iodure dans le milieu réactionnel. La coloration développée est ensuite mesurée par un colorimètre de terrain (Figarella et al., 2002) (Photographié 1).

II.4.1. Mesure de la température

La température est mesurée directement à l'aide d'un thermomètre précis multiéléments (Rodier et al., 2005) (Photographié 2).

II.4.2. Détermination du pH

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée. Il consiste à tremper l'électrode dans le béccher de l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter la mesure du pH (Rodier et al., 2005) (Photographié 3).

II.4.3. Mesure de conductivité, salinité, taux des sels dissous (TDS)

Pour la détermination de la conductivité, il est utilisé un conductivimètre multiéléments. Elle est déterminée après plusieurs rinçages de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de conductivité est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le résultat de la salinité et du taux de sels dissous (TDS) sont donnés respectivement en % et en mg/l (Rodier et al., 2005) (Photographié 4).

II.4.4. Minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (Degremont, 1990). Il y a une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. La minéralisation se détermine à partir de la conductivité (Rodier, 2009).

Tableau 05 : Détermination de la minéralisation à partir conductivité (RODIER, 2009).

Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minéralisation
Conductivité < 50	1.365079* conductivité à 20 °C
50 < Conductivité < 166	0.947658 * conductivité à 20°C
166 < conductivité < 333	0.769574 * conductivité à 20°C
333 < conductivité 833	0.715920 * conductivité à 20°C
833 < conductivité 10000	0.758544* conductivité à 20°C

II.4.5. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)

II.4.5.1.Principe

La dureté détermine la concentration en calcium et du magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type Chélate par le sel di-sodique de l'Acide éthylène Diamintetracétique (**EDTA**).

II.4.5.2. Mode opératoire

Dans un bêcher, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au plaque à une température inférieure à 50°C puis on ajoute 1 ml de la solution tampon (**ph= 10**) (**Photographié 5**) et 2gouttes d'indicateur coloré (**N.E.T**)(**Photographié 5**) , ensuite, on titre avec l'**EDTA** jusqu'au virage du rose foncé ou bleu foncé. (**Photo6**) (**ISO 6059 ,1984**).

II.4.6. Détermination du calcium (Ca²⁺) et du magnésium (Mg²⁺)

I.4.6.1. Principe

Pour déterminer la dureté calcique ,on utilise l'**EDTA** comme complexant, auparavant on précipite le magnésium sous forme de Mg(OH)₂ vers un pH=12, par addition de la soude. L'indicateur utilisé est sensible aux seuls ions de calcium.

II.4.6.2. Mode opératoire

On met 10 ml de l'eau à analyser dans un bêcher puis on ajoute 3 gouttes de solution d'hydroxyde de sodium (**NaOH, PH=12**)(**Photographié 8**) et une pincée de l'indicateur de Ca⁺²(**calcon + Na Cl**)(**Photographié 7**) ensuite, on titre avec l'**EDTA** jusqu'au virage du rose au bleu (**ISO 6058 ,1984**)

D'hydroxyde de sodium (NaOH, PH=12)

$$Ca^{+2} = \frac{\text{volume EDTA} \times \text{normalité EDTA}}{\text{volume de l'eau à analyser}} * 1000$$

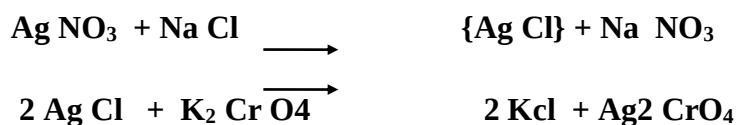
II.4.7. Détermination de Mg^{+2}

$$Mg^{+2} = \frac{TH}{50} - \frac{Ca^{++}}{20.4} * (12.16)$$

II.4.8. Détermination des chlorures (Cl^-)

II.4.9.1. Principe

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



II.4.9.2. Mode opératoire

Dans un becher, on prélève 10 ml d'eau à analyser puis on ajoute 5 gouttes de l'indicateur de Chromate de potassium (K_2CrO_4), en suite on titre avec Nitrates d'argent ($AgNO_3$) jusqu'au virage du jaune au rouge brique. (LADJEL, 2009)

$$Cl^- = \frac{\text{volume } AgNO_3 \cdot \text{normalité } AgNO_3}{\text{volume de l'eau à analyser}} * 1000$$

II.4.10. Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)

I.4.10.1. Principe :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de pH = 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. La première

détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

II.4.10.2.Mode opératoire

Dans un bêcher, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on ajoute 2 gouttes de l'indicateur de méthyle d'orange, ensuite, on titre avec acide sulfurique jusqu'au virage du orange foncé au rouge brique. (Rodier et al., 2005).

II.4.10.3.Expression des résultats

$$F.G = \frac{V_A \times N_A \times \text{MHCO}_3^- \times 1000}{\text{PE}} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

F.S : $V_{A1} \times 61 = \text{mg/l HCO}_3^-$

V_A : Volume d'acide versé.

N_A : normalité d'acide versé.

MHCO_3^- : masse des bicarbonates (HCO_3^-).

P.E : prise d'essai.

II.4.11.Dosage des nitrates par spectrophotomètre UV visible

II.4.11.1.Principe

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

II.4.11.2.Mode opératoire

Dans un bêcher, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on ajoute 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %, et 1 ml de salicylate de sodium. Ensuite, on l'évapore à sec au bain marie ou à l'étuve à 75 - 88° C (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps), laisser refroidir ensuite on ajoute 15 ml d'eau distillée et puis on ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 415 nm.

(Rodier et al., 2005).

II.4.11.3.expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm (Photographié 9).

II.4.12.Dosage des nitrites (NO_2^-)

II.4.12.1. Principe

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

II.4.12.2.Mode opératoire

Dans un becher, on prélève 50 ml d'eau à analyser, on ajoutant 1 ml du réactif mixte en attendant 10 mn.

* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .

Effectuer la lecture à 543 nm (Rodier et al., 2005).

II.4.12.3.Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

II.4.13 Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

II.4.13 .1.Principe

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

Appareils : Spectrophotomètre UV Visible.

II.4.13 .2.Mode opératoire

Dans un bêcher, on prélève 40 ml d'eau à analyser puis on ajoute 1 ml d'acide ascorbique, en ajoutant 2 ml du réactif mixte, ensuite on attend 10 mn le développement de la couleur bleue. Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm. (Rodier et al., 2005).

II.4.13 .3.Expression des résultats

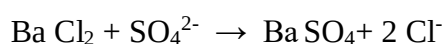
Le résultat est donné directement en mg/l.

I I.4.14.Détermination des Sulfates (SO_4^{2-})

II.4.14.1.Principe

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

En présence de Ba Cl_2 .



II.4.14.2.Appareil

Spectrophotomètre UV Visible

II.4.14.3.Mode opératoire :

Prendre 20 ml d'eau à analyser dans un bêcher puis compléter à 100 ml d'eau distillée, ajouter 5 ml de la solution stabilisante et ajouter 2 ml de chlorure de baryum, agiter énergiquement pendant 1 mn ensuite on pose au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$. (Rodier et al., 2005).

II.4.14.4.Expression des résultats

$\text{mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution.}$

III Analyses bactériologiques

L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre, en particulier dans l'intestin de l'homme et sont par leur présence indicatrice d'une Contamination fécale, donc des maladies associées au péril fécal.

L'analyse débute par l'acte de prélèvement qui doit mettre en œuvre des méthodes propres à assurer l'absence de contamination de l'échantillon et la survie bactérienne (conditions de conservation). Les méthodes générales seront indiquées ensuite à partir d'examen bactériologique des eaux du laboratoire.

Enfin, un choix de techniques appliquées est présenté à la recherche des bactéries indicatrices de pollution et d'efficacité de traitement (bactéries aérobies revivifiées, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, anaérobies sulfite-réducteurs), puis des bactéries spécifiques, pathogènes strictes ou pathogènes opportunistes. Cette analyse est importante car la qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable, mais au contraire sujet à fluctuation, par pollution accidentelle, nécessitant des contrôles permanents et représentant la cause la plus fréquente de non potabilité de l'eau **(Rodier, 2005)**.

Une analyse complète de l'eau a été effectuée en se basant sur la recherche et le dénombrement des paramètres suivants :

- Coliformes totaux
- Streptocoques fécaux
- Clostridium sulfite-réducteurs
- Germes totaux

III.1 Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont des bactéries en forme de bacilles, non sporulantes, Gram négative, aérobies facultatives et qui fermentent le lactose en 48 heures à 35 °C avec

production de gaz **(Bouchard, 2008)**. la technique utilisée pour la recherche et dénombrement dans le laboratoire est la NPP (Nombre le plus probable), dans un milieu liquide sur BCBL «le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol» **(Photographié 10)**.

La recherche et le dénombrement des coliformes ainsi que l'identification d'E. coli ont été réalisés selon la technique de la colimétrie en milieu liquide qui fait appel à deux tests consécutifs à savoir **(figure 08)**.

- Test de présomption réservé à la recherche des coliformes totaux - Test de confirmation réservé à la recherche des coliformes fécaux.

- Le dénombrement s'est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable NPP (ISO5667, 2004).

III.1.1. Test de présomption

Dans un portoir on met les tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C et d'une cloche de Durham (**Photographié 11**).

- On ajoute à chacun de 2 tubes 10ml échantillons dont il ya des milieu BCPL D/C et d'une cloche de durham.
- On ajoute à chacun de 2 tubes 1ml échantillons dont il ya des milieu BCPL D/S et d'une cloche de durham.
- On ajoute à chacun de 2 tubes 0.1 ml échantillons dont il ya des milieu BCPL D/C et 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 se fait à 37°C pendant 24 à 48h. Seront considérés comme positifs les tubes présentant à la fois:

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

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites. la lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (nombre plus probable)/100ml d'échantillon. Pour déterminer la NPP, on vérifie la combinaison formée par le nombre de tubes positifs qui présentent les dilutions 1 :1, 1 ;10 et 1 :100 dans le test de confirmation.

(ISO5667, 2004)

III.1.2. Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia Coli*.

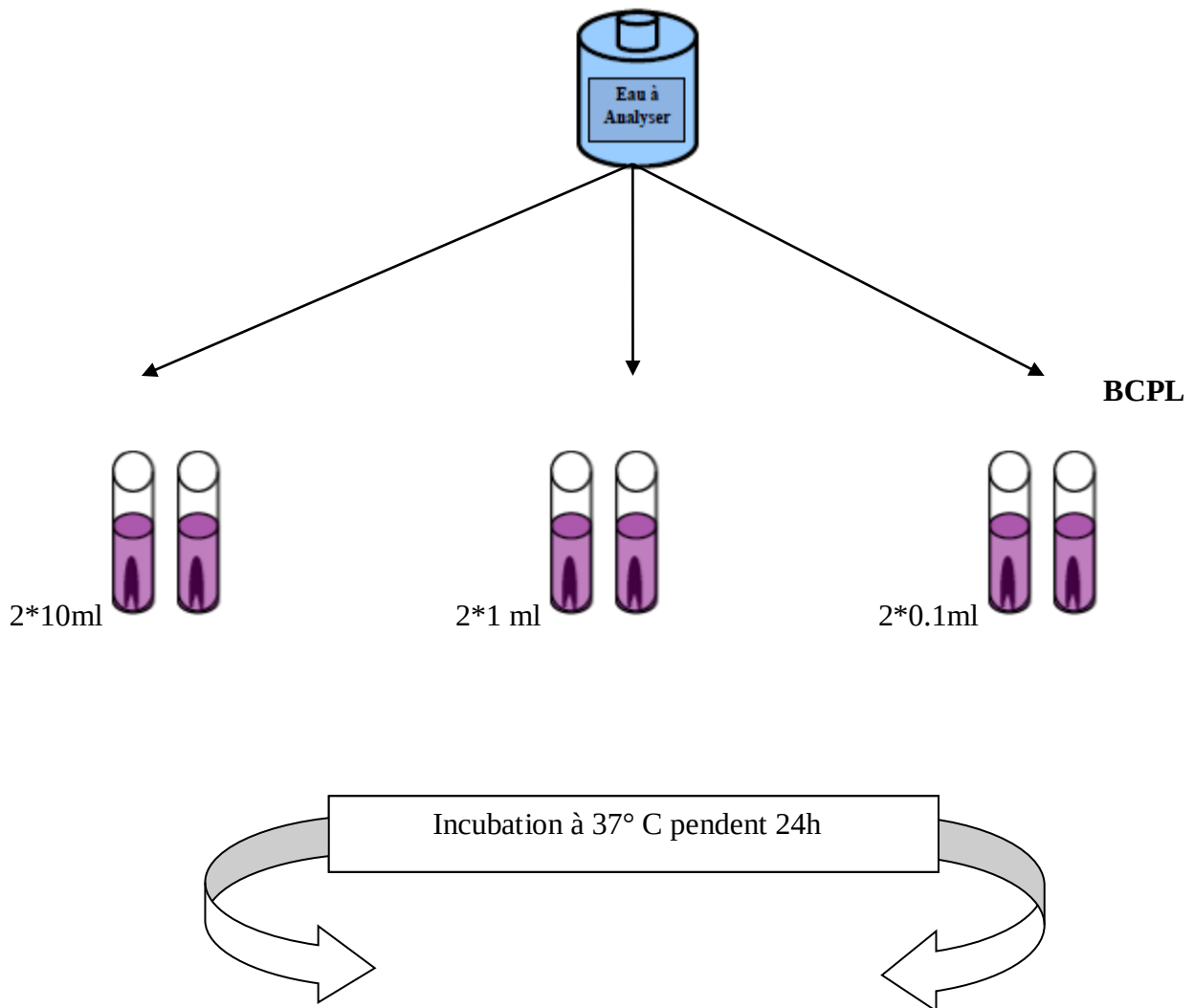
Après agitation des tubes de BCPL positifs, on prélève de chacun 1ml à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche.

On chasse le gaz présent éventuellement dans les cloches et on mélange bien le milieu.

L'incubation se fait à 44°C pendant 24h.

Seront considérés comme positif ; les tube présent à la fois :

- ❖ Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- ❖ Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par Escherichia Coli après adjonction de 2à3 gouttes du réactif de Kovacs.
- ❖ La lecture finale se fait selon la prescription de la table de Mac Grady NPP.
- ❖ En tenant compte du fait qu'Escherichia Coli est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C **(Rodier, 2009)**.



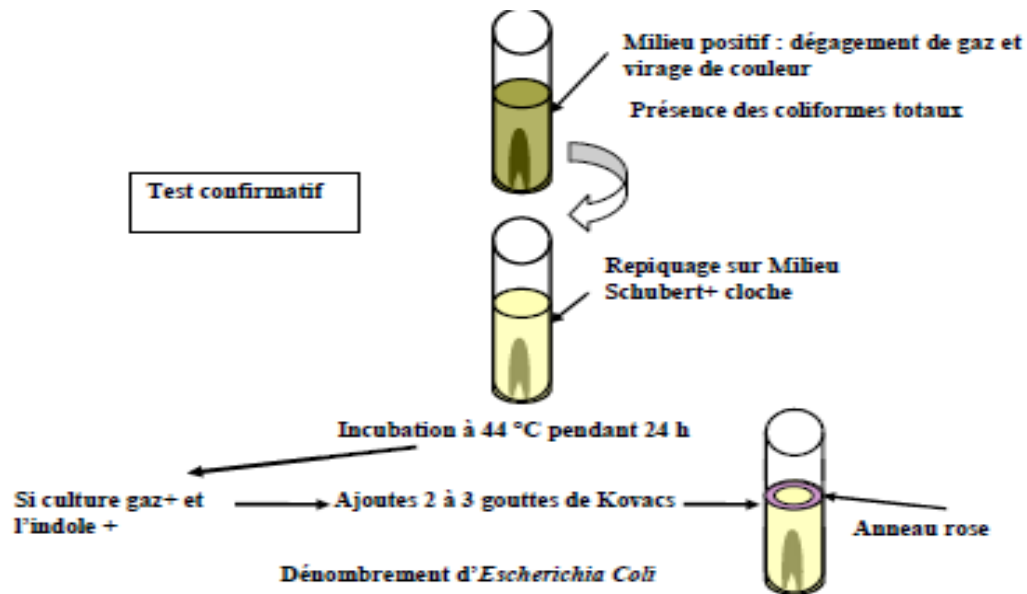


Figure08 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau.

III.2. recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Il s'agit de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes plus ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène (Berne, 1972).

Le nombre de streptocoques étant en général pue élevé, on utilise dans un premier temps un milieu d'enrichissement relativement sélectif, le milieu de Rothe. Un trouble microbien permet de conclure que dans les tubes correspondants a cultivé au moins un streptocoques fécal présumé provenant l'inoculum. On doit donc vérifier dans un deuxième temps si les bactéries qui ont cultivés sont bien des streptocoques. On utilise l'action de deux agents sélectifs en repiquant une anse des milieux positifs dans le milieu de litsky.

III.2.1. Test de présomption

Dans un portoir on met le tube contenant 10 ml de milieu Rothe (figure 09).

- On ajoute à chacun aux 2 tubes contenant le milieu Rothe D/C 10ml d'échantillon
- On ajoute à chacun aux 2 tubes contenant le milieu Rothe D/C 1ml d'échantillon
- On ajoute à chacun aux 2 tubes contenant le milieu Rothe D/C0. 1ml d'échantillon

On mélange bien le milieu et l'inoculum. 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

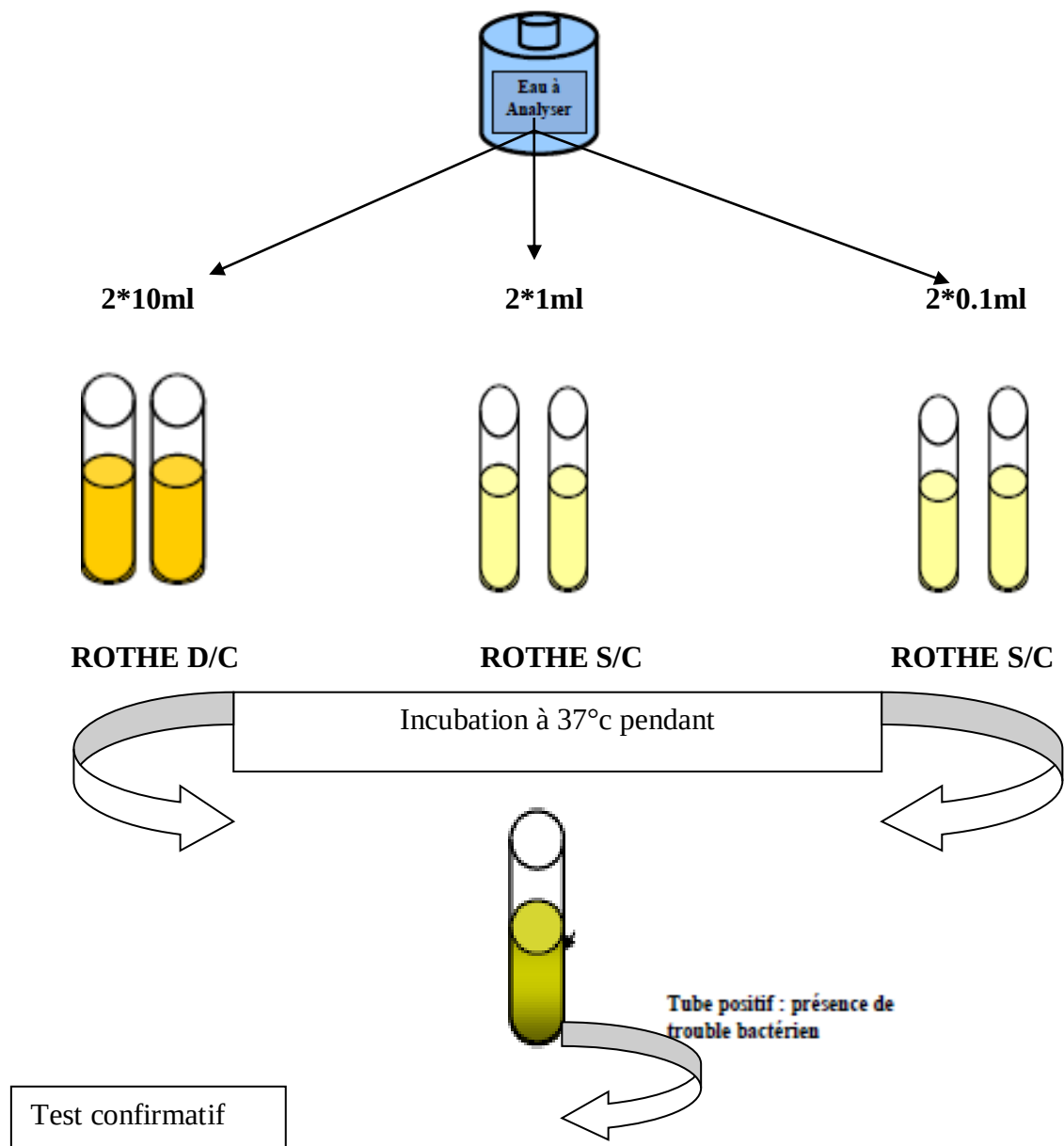
III.2.2. Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur celle des *streptocoques fécaux éventuellement présents* dans le test de présomption. Après l'agitation des tubes de Rothe positifs, on prélève de chacun un millilitre à l'aide d'une pipette Pasteur dont faire l'objet d'un repiquage dans un tube content le milieu Litsky Eva (**figure09**) Bien mélangé le milieu et l'inoculum.

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 du le tableau du NPP, le nombre de streptocoque fécaux de l'eau analysée est par 100ml sont par 100ml. (**ISO5667, 2004**)



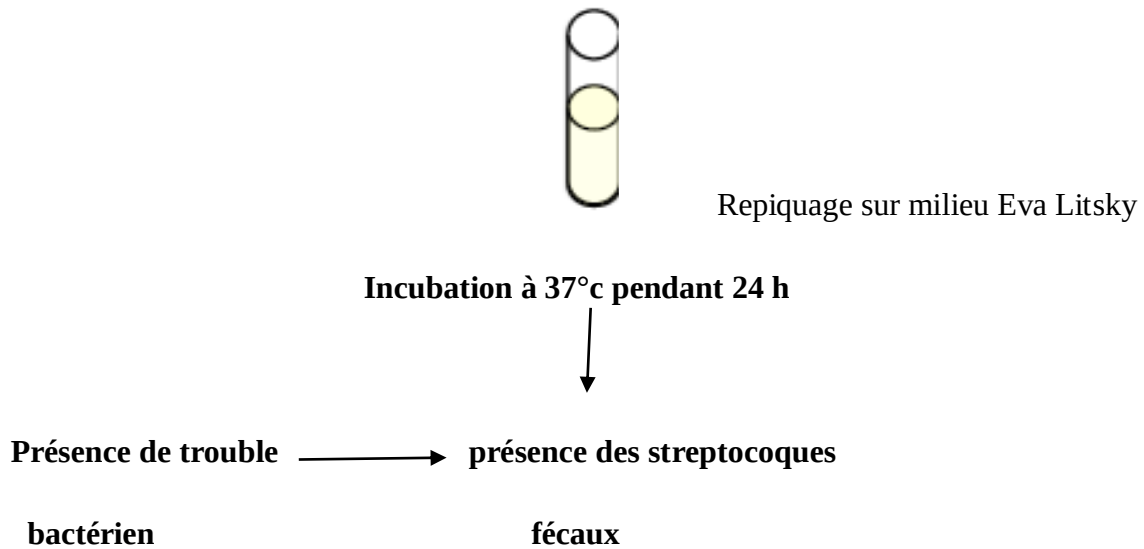


Figure 09 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.

III.3. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito- réducteur

Les anaérobies sulfito- réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries à gram positif. Elles se développent entre 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} donne FeS (sulfure de fer) (**Photographié 13**) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (Lebres et *al.*, 2008).

III.3.1.Mode opératoire

Il faut chauffer préalablement la suspension mère dans un : bain marie pendant 10 minutes à 80°C (**Photographié 14**).

Cette étape de chauffage permet de préparer les spores à la germination. On l'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-amine et les surs. La germination est suivie de la croissance bactérienne.

On repartit le milieu Viande et foie (VF) dans des tubes à raison de 20 ml de milieu par tube (à l'état liquide) autoclave à 15 mn à 121°C. Puis on refroidie à 45-50°C et on ajouter à chaque tube les solutions tièdes suivantes :

- 0.5ml d'une solution aqueuse de Sulfate de Na à 5% stérilisé (**Photographié 13**)
- 2 gouttes d'une solution aqueuse d'alun de fer (citrate de fer ammoniacale) (**Photographié 13**)
- 5 ml d'inoculum (**Photographié 15**)

L'incubation se fait à 37°C pendant 24h (**Photographié 16**).

L'apparition des taches noires qui représentent les colonies de Clostridium ; ces taches noirs 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 noires. L'eau à analyser ne contient donc pas spores de Clostridium sulfito-réducteur (**ISO5667, 2004**).

III.4. Dénombrement des germes totaux

Le dénombrement des germes totaux, consiste à une estimation dans l'eau du nombre total des germes totaux dans l'eau potable .

III.4. 1. Mode opératoire:

Le milieu gélosé TGEA (**Photographié 17**) est fondu dans un bain marie à 100°C puis il est refroidi à environ de 45 à 55°C.

Près du bec benzène, on verse 1 ml d'eau à analyser dans une boîte de pétrie (deux boîtes sont utilisées pour chaque germe recherché), on ajoute la gélose TGEA en surfusion puis on mélange avec précaution par rotation lente et on laisse se solidifier (**Photographié 18**)

L'incubation des germes aérobies dure 72h à 37°C pour la 1^{er} boîte, et 72h à 22°C pour l'autre boîte.

Après incubation, on dénombre les boîtes de pétrie, en prenant en considération les boîtes contenant un nombre des colonies UFC par ml (Unité Formant une Colonie) (**Rodier, 2009**)

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre des germes.

Résultats et Discussion

Résultats et discussion

I. les paramètres physiques

I.1. La Température

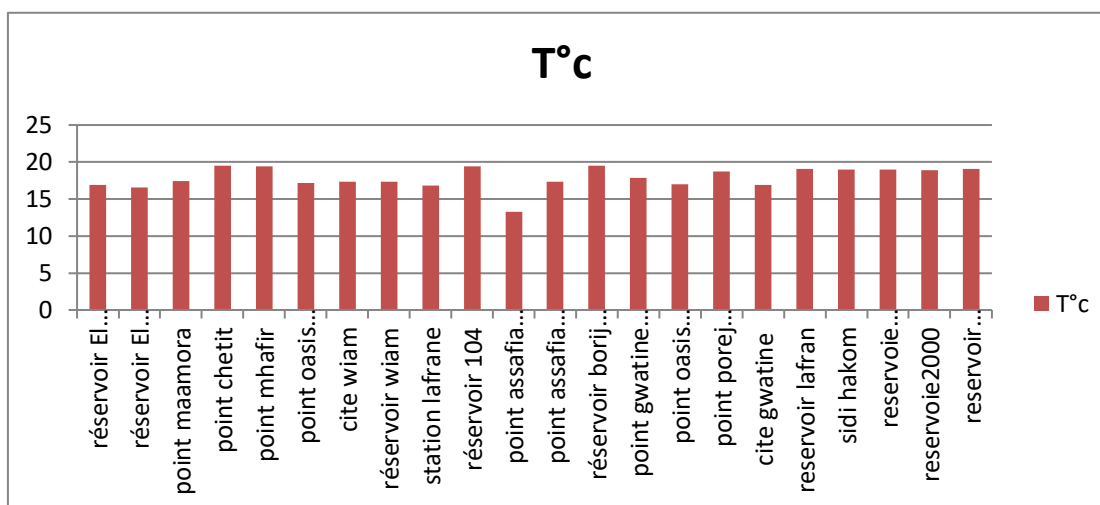


Figure 10 : La température des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Les températures mesurées sont comprises entre 13,3 à 19,5°C elle reste dans la norme (25°C) (RODIE, 2009), on peut conclure que notre eau est potable.

I.2. pH

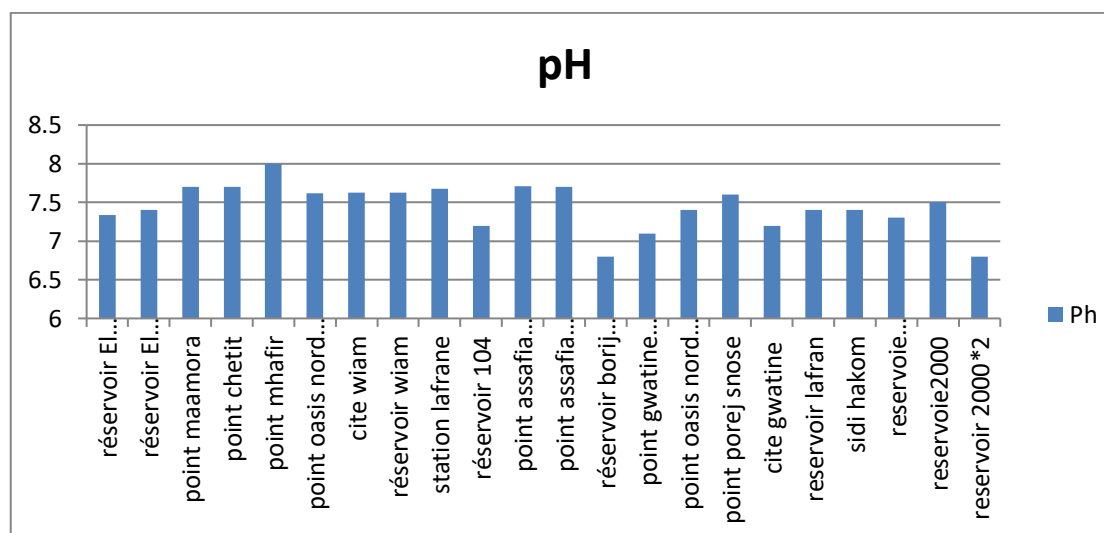


Figure 11 : Potentiel Hydrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

La valeur du pH varie de 6,8 à 8,00, elle reste dans la norme (6,5 à 8,5) (Jora , 2000) et elle indique que les eaux sont légèrement basiques.

I.3. Conductivité électrique

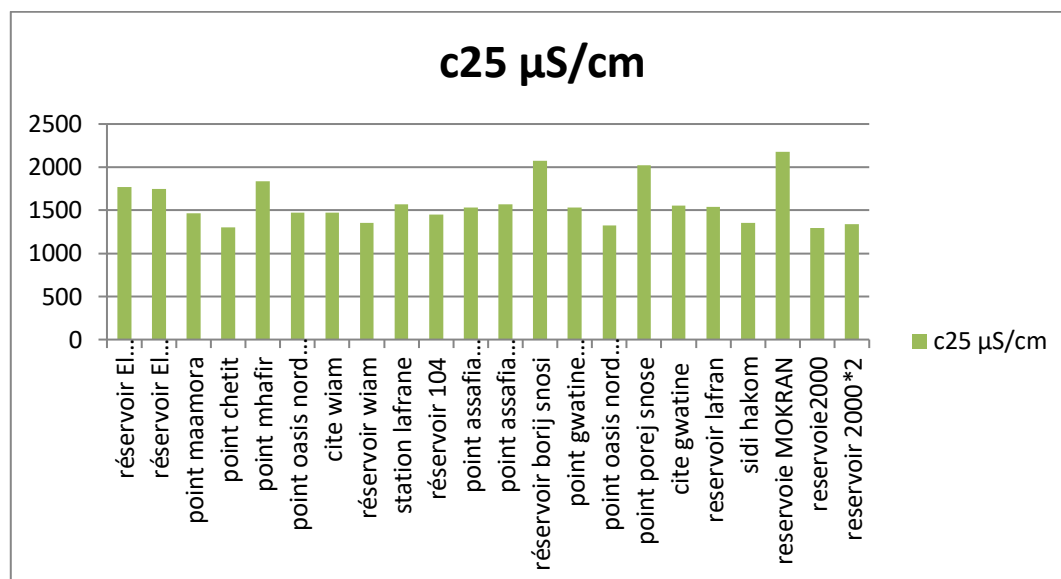


Figure 12 : Conductivité électrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

En comparaison avec la norme (2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (**Rodier, 2009**), notre eau est très conductrice dans certains échantillons (réservoir Makran, réservoir Bordj Snouci) mais elle reste dans la norme pour les autres échantillons, la variation irrégulière de la conductivité électrique dépend de la présence d'ions pouvant se déplacer librement et par conséquent conduire le courant électrique.

I.4. Minéralisation globale

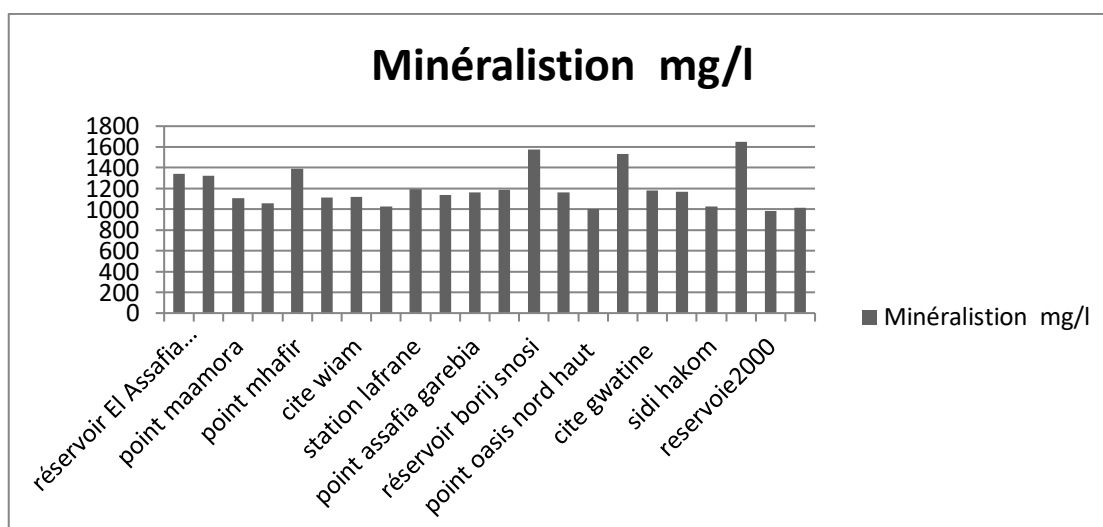


Figure 13 : Minéralisation des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

D'après la classification adoptée par l'OMS cette eau est considérée comme fortement minéralisée vu que la majorité des échantillons présente un excès de salinité remarquable variant de 983 à 1649 mg/l par rapport à la norme 1000 mg/l

D'après (**Rodier, 2009**), la minéralisation est fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles.

I.5. Dureté Hydrotimétrique

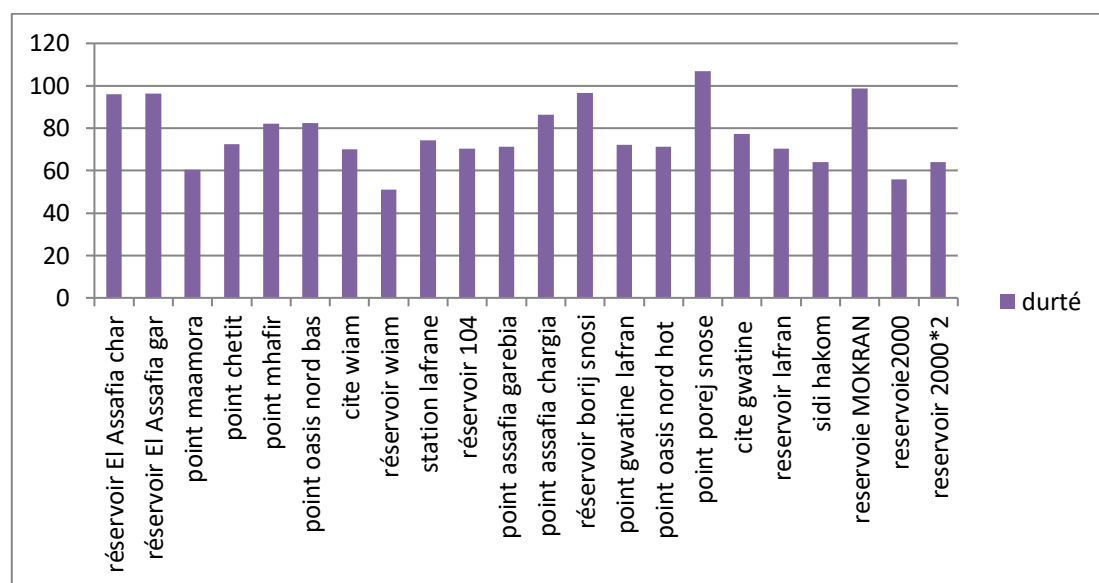


Figure 14 : Dureté hydrotimétrique des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Les eaux dont on dispose présentent une dureté élevée dépassant la norme (50°F)(**Rodier, 2009**). Elle varie de 50 à 106,87.

La variation de la dureté d'un site à un autre est liée principalement à l'origine des ces eaux, qui lui même indépendante de la lithologie des aquifères, en effet les terrains calcaires gypseux et dolomitiques favorisant l'augmentation de la dureté, alors que les terrains gréseux présentent une dureté moins élevée , ces eaux dures présentent des inconvénients surtout d'ordres ménagères tel que la diminution du pouvoir détersif du savon entraînant ainsi une consommation supplémentaire de ce produit , et la mauvaise cuisson des légumes secs .

La dureté n'a pas d'effets sur la santé mais il convient de la connaître car une eau trop dure (c'est à dire fortement chargée en calcaire) entartre les appareils ménagers et une eau trop douce est souvent corrosive pour les canalisations d'adduction.

II. les paramètres chimiques

II.1. Magnésium

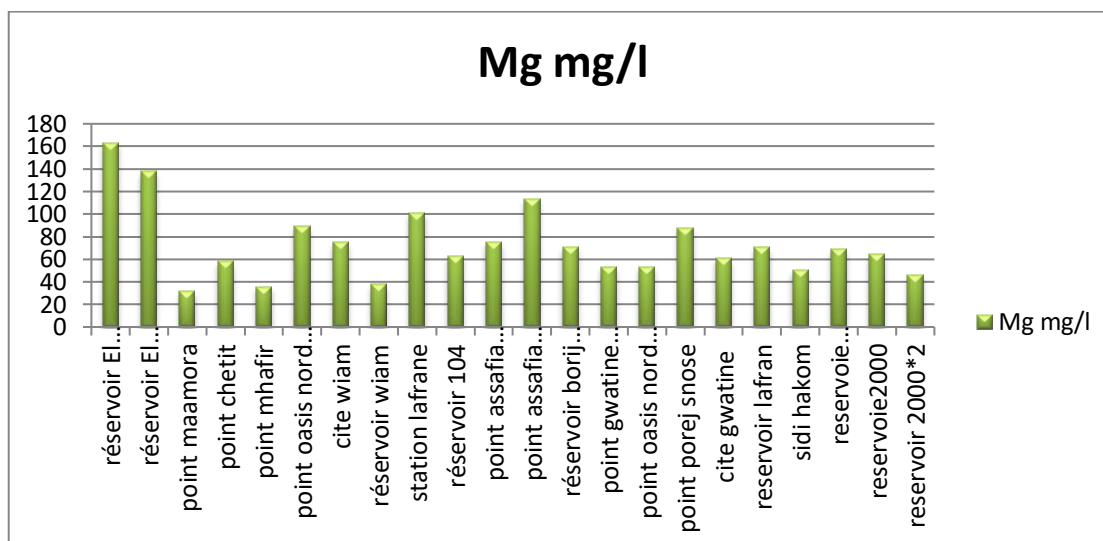


Figure 15 : Magnésium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

La teneur en Magnésium des eaux varie de 31,71 à 163,06 mg/l ce qui répond à la norme qui est de 150 mg/l (**Jora, 2000**), avec un pourcentage varie de 6 % à 15 % l'existence du Magnésium dans l'eau est liée à la lithologie de la région étant donné que cet élément entre dans la composition des argiles qui constituent des formations imperméables et semi - perméables des toits et/ou des murs des horizons renfermant les nappes.

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 de 100 mg.

II.2. Calcium

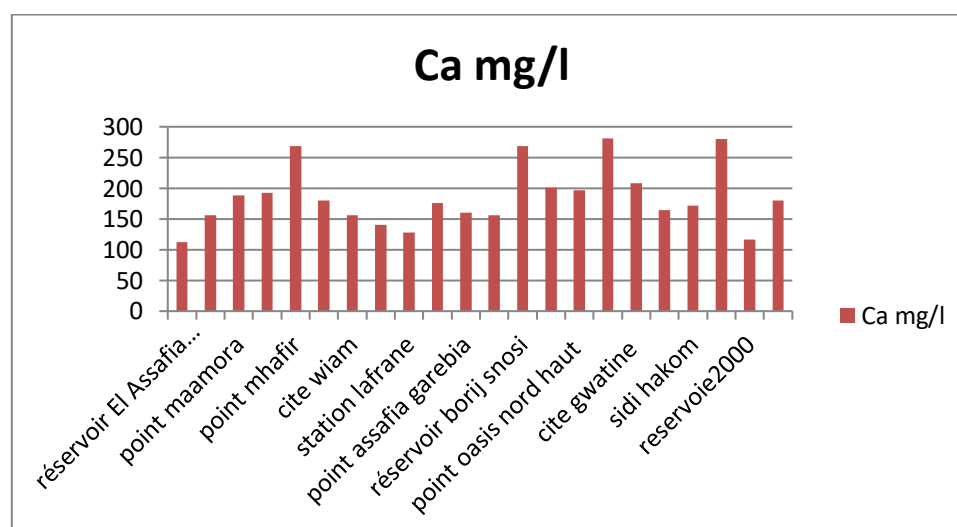


Figure 16 : Calcium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Les plus part des échantillons analysées présentent un taux de calcium abordable à l'énorme qui est de 200 mg/l (**Rodier, 2009**) sauf aux sites suivantes Mhafir, bordj Snouci Gouatine sont hors du limité, elle atteindrent 280,56 mg /l au niveau de bordj snouci

L'existence de calcium dans l'eau est du essentiellement à l'action du Anhydride carbonique CO₂ libre sur les formations de lithologie calcaires et la dissolution des gypses.

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'individus (**Rodier, 2009**).

II.3. Potassium et sodium

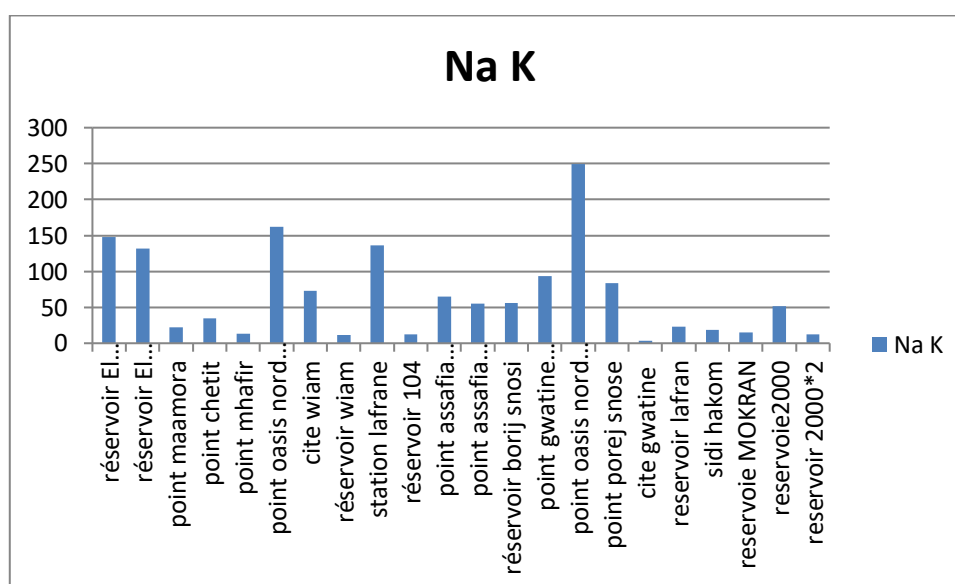


Figure 17: Potassium et sodium des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

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. 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.

Selon **(Rodier, 1984)** cette eau ne doit pas être utilisée par les sujets souffrant d'accidents cérébraux - vasculaires de thromboses coronaires, d'hypertension, de cardiopathie artériosclérotique et dégénératives, de glomérulo - néphrite chronique, de cirrhose du foie de certaines complications de grossesses, ils exigent cependant que Ces sujets doivent consommer une eau dont la teneur en Sodium soit inférieure à 20 mg/l.

II.3. Chlorures

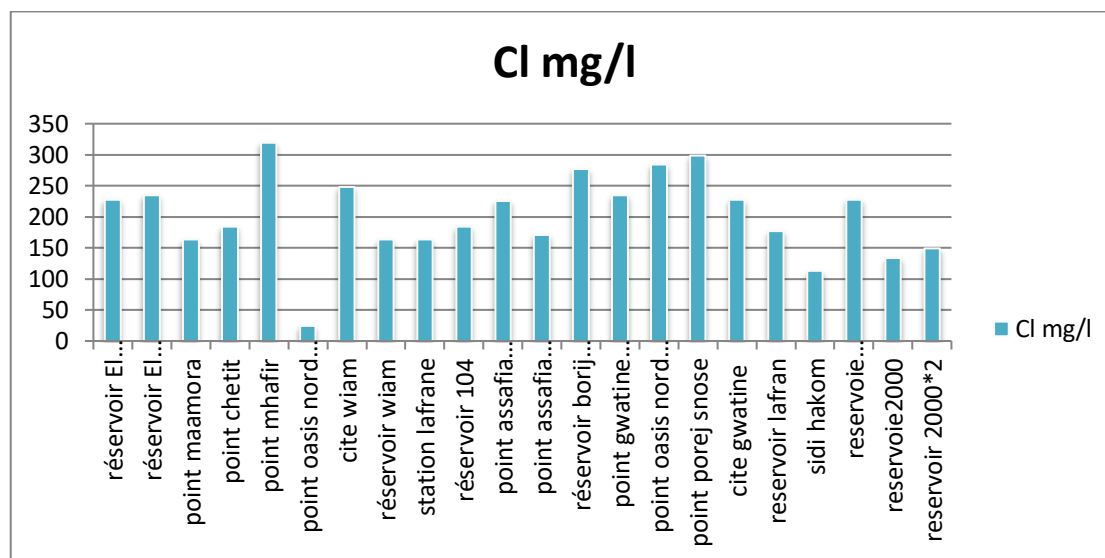


Figure 18 : Chlorures (Cl⁻) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Le chlorure de l'eau analysée dépasse très largement la norme (250 mg/l) dans certains échantillons (bordj snouci et ouasis haut) et reste dans les normes dans autres échantillons (Fig18.). Les eaux provenant de régions gréseuses comme el assafia sont pauvres en cl, alors que les eaux des régions évaporitiques en contiennent davantage. D'ailleurs, la teneur en chlore augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau **(Henry, 1992)**.

Le gros inconvénient des Chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de Chlorures de Sodium le cas de l'ensemble de nos échantillons. Les Chlorures ne présentent pas de risques sur la santé sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé, seulement ils sont susceptibles d'emmener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs en particulier pour les éléments en aciers inoxydables pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l **(Rodier, 2009)**.

II.4. Sulfates

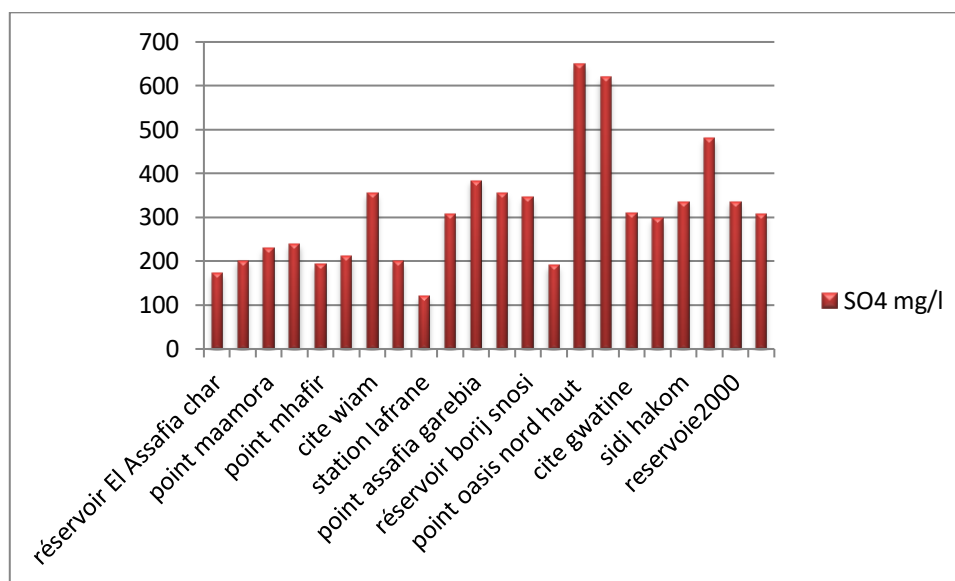


Figure 19 : Sulfates (SO_4^{2-}) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Dans tous les échantillons la teneur en sulfates est restée dans la norme qui est de 500 mg/l (OMS,2006), sauf dans Gouatine et Ouasis haut(Fig19).

Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours des sulfates, leur présence résulte de la légère solubilité du Sulfate de Calcium des roches gypseuses et l'oxydation des sulfures (Henry, 1992). Les sulfates peuvent être d'origine industrielle ou à partir des produits de traitement agricole.

Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à 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 (El haïk, 1989).

II.5. Nitrate

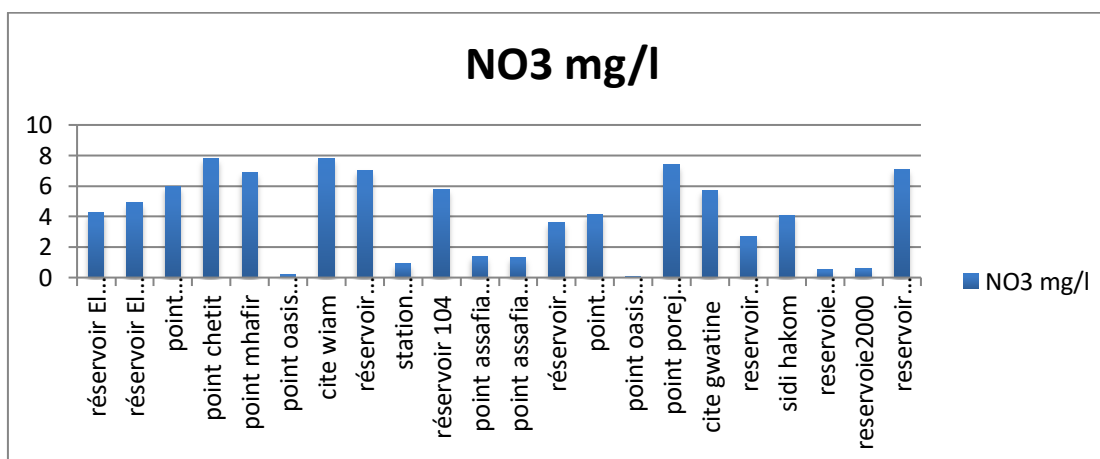


Figure 20 : Nitrates des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Les normes algériennes de potabilité fixée la valeur de nitrates 50 mg/l (**Jora, 2011**). Nous avons observée les valeurs des échantillons d'eau étudiés acceptable selon la norme.

Les nitrates ont des effets néfastes sur une molécule composant l'hémoglobine pouvant conduire à une perturbation du transport de l'oxygène dans le sang. Ses effets peuvent avoir de graves conséquences chez les nourrissons et chez la femme enceinte. De plus un excès de nitrates contribue à l'eutrophisation des eaux douces de surface. D'après **Dupont (1982)**, l'existence des nitrates à des doses inférieurs à la norme dans l'eau donne une saveur agréable en laissant une sensation de fraîcheur.

II.6. Nitrite

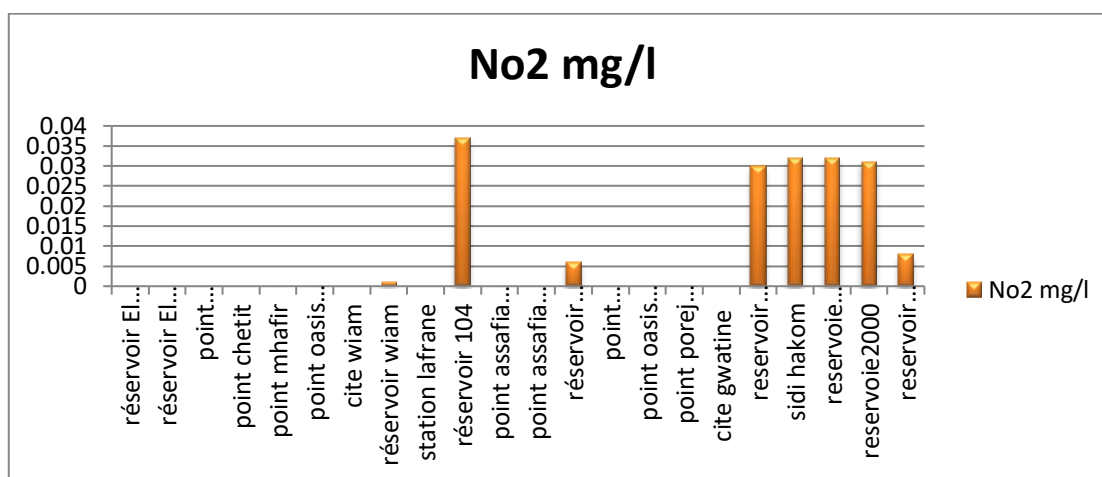


Figure 21 : Nitrites (NO_2^-) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Les teneurs en nitrites dans tous les échantillons restent dans la norme qui est de 0.2 mg/l (**Jora, 2011**).

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 (**El haïk, 1989**).

II.7. Phosphate (PO_4^{3-})

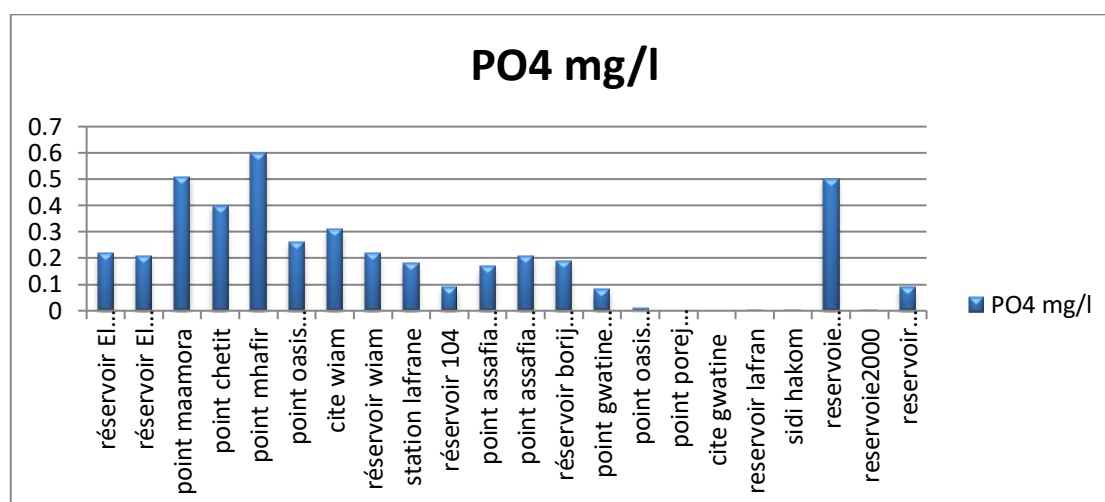


Figure 22 : Phosphate (PO_4^{3-}) des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

La législation algériennes et européennes fixée la valeur de Phosphate 0.5 mg/l

(Jora, 2000). La valeur forte observée en point Mhafir 0.6 mg/l, la valeur faible sont observée en les réservoirs Lafran, 2000 et la station de pompage de Sidi Hakom, les point Borij Snosi et cité Gouatine l'absence de phosphate 0mg/l.

Selon la référence le point de Mhafir et Maamoura dépassant la valeur critique.

II.8. Le chlore

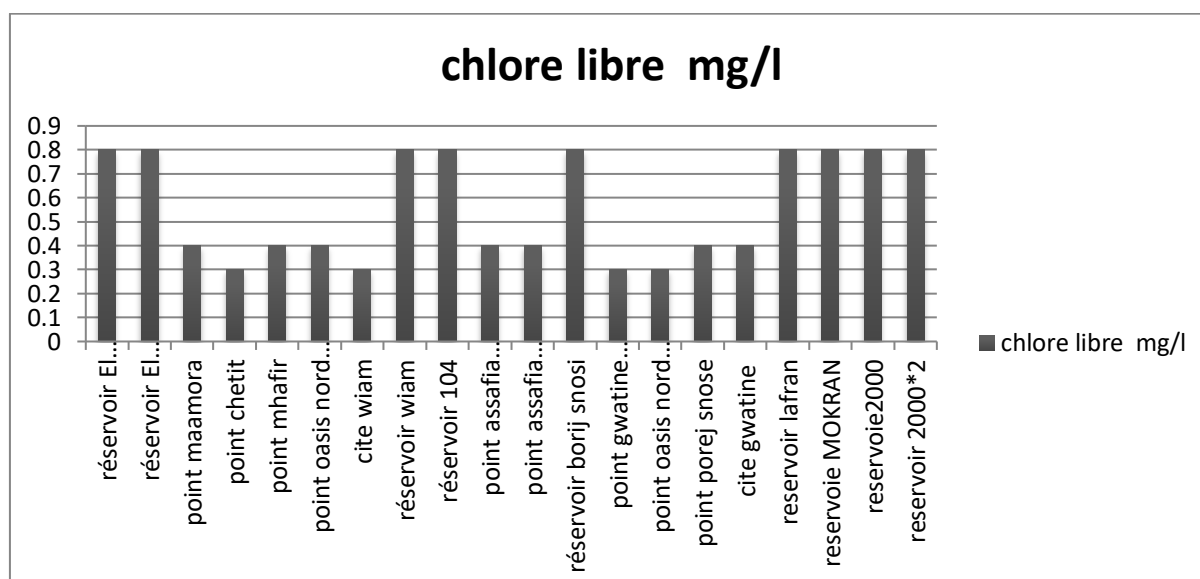


Figure 23 : Chlore résiduel des échantillons d'eau étudiés (les réservoirs et l'eau de robinet).

Nous avons observé la valeur de la clore résiduel 0.8 mg/l au niveau des réservoirs et varie entre 0.3 à 0.4 mg/ l au niveau des l'eau de robinier (Fig 23) .

Les teneurs en chlore dans tous les échantillons reste dans la norme; qui exigent un taux de chlore résiduel dans le réseau de distribution se situant entre 0.2 mg/l et 0.6mg/l (**Jora , 2000**).

Pour (**Seby, 2006**), le résiduel de chlore n'est pas toxique pour l'homme, mais il peut générer un gout et une odeur à des concentrations plus ou moins élevées.

III. Représentation des échantillons d'après la formule caractéristique

III.1.Facies chimiques des eaux

On note cinq faciès se répartissant comme suit

Eau sulfatée calcique

$$\left[\begin{array}{l} R_{SO4} > R_{Cl} > R_{HCO3} \\ R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{SO4} > R_{HCO3} > R_{Cl} \\ R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{SO4} > R_{Cl} = R_{HCO3} \\ R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

Eau chloruré calcique

$$\left[\begin{array}{l} R_{Cl} > R_{SO4} > R_{HCO3} \\ R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{Cl} = R_{HCO_3} > R_{SO_4} \\ R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

Eau chloruré magnésienne

.

$$\left[\begin{array}{l} R_{Cl} > R_{SO_4} > R_{HCO_3} \\ R_{Mg} > R_{Ca} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} R_{Cl} > R_{SO_4} > R_{HCO_3} \\ R_{Mg} > R_{Na+K} > R_{Ca} \end{array} \right]$$

Eau sulfaté magnésienne

$$\left[\begin{array}{l} R_{SO_4} > R_{Cl} > R_{HCO_3} \\ R_{Mg} > R_{Ca} > R_{Na+K} \end{array} \right]$$

Eau sulfaté sodique

$$\left[\begin{array}{l} R_{SO_4} > R_{Cl} > R_{HCO_3} \\ R_{Na+K} > R_{Ca} > R_{Mg} \end{array} \right]$$

Tableau06 : Les formules caractéristiques et facies chimique.

Point des eaux	Formules caractéristiques	Facies chimiques
- Point Maamoura - Réservoir 104 - Point assafia garebia - Point Borij Snouci - Réservoir Lafran - Station sidi Hakom - Réservoir MOKRAN	$R_{SO4} > R_{Cl} > R_{HCO3}$ $R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K}$	Eau sulfatée calcique
Point oasis nord bas	$R_{SO4} > R_{HCO3} > R_{Cl}$ $R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K}$	
Point Wiam	$R_{SO4} > R_{Cl} = R_{HCO3}$ $R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K}$	
- Point Mhafir - Point Shetit - Réservoir Wiam - Réservoir Borij Snouci	$R_{Cl} > R_{SO4} > R_{HCO3}$ $R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K}$	Eau chloruré calcique
Point gwatine Lafran	$R_{Cl} = R_{HCO3} > R_{SO4}$ $R_{Ca} > R_{Mg} > R_{Na+K}$	
- Station Lafran - Réservoir El Assafia chargia	$R_{Cl} > R_{SO4} > R_{HCO3}$ $R_{Mg} > R_{Ca} > R_{Na+K}$	Eau chloruré magnésienne
Réservoir El Assafia Garebia	$R_{Cl} > R_{SO4} > R_{HCO3}$ $R_{Mg} > R_{Na+K} > R_{Ca}$	
Point assafia chargia	$R_{SO4} > R_{Cl} > R_{HCO3}$ $R_{Mg} > R_{Ca} > R_{Na+K}$	Eau sulfaté magnésienne
Station sidi Hakom	$R_{SO4} > R_{Cl} > R_{HCO3}$ $R_{Na+K} > R_{Ca} > R_{Mg}$	Eau sulfaté sodique

D'après le tableau (06) on note la dominance du facies sulfate calcique et chloruré calcique.

III.2. classification des eaux d'après la présentation graphiques des échantillons

III.2.1. Diagramme PIPER

Le diagramme de Piper est celui qui présente le plus grand intérêt et qui est de ce fait le plus utilisé. Il est composé de deux triangles représentant la répartition des anions et celle des cations, respectivement, et d'un losange représentant la répartition synthétique des ions majeurs.

Dans notre cas, (Fig 24) les résultats d'analyse montrent que nous avons des eaux sulfate et magnésiennes et des eaux sulfatée calcique et chlorurée calcique.

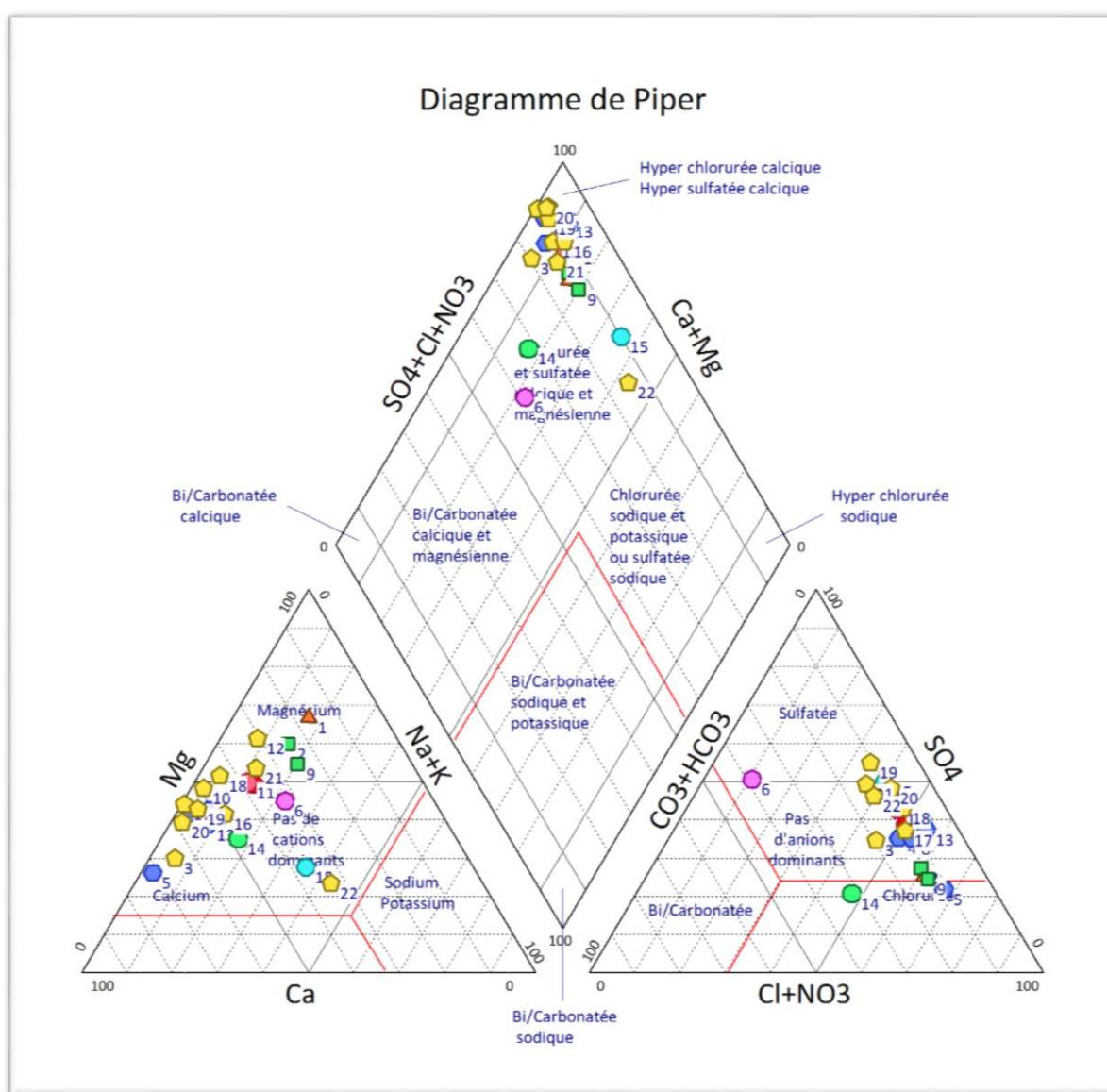


Figure 24: Représentation graphique des échantillons d'après diagramme PIPER.

Selon le diagramme de Piper on observée la majorité des échantillons chlorurée calcique et sulfatée calcique

Tableau07 : Site des échantillons .

N° de point	Point des échantillons
01	Réservoir El Assafia char
02	Réservoir El Assafia Garebia
03	Point Maamoura
04	Point Shetit
05	Point Mhafir
06	Point oasis nord bas
07	Point Wiam
08	Réservoir Wiam
09	Station Lafran
10	Réservoir 104
11	Point assafia garebia
12	Point assafia chargia
13	Réservoir Borij Snouci
14	Point gwatine Lafran
15	Point oasis nord haut
16	Point Borij Snouci
17	Point gwatine
18	Réservoir Lafran
19	Station sidi Hakom
20	Réservoir MOKRAN
21	Réservoir 2000
22	Réservoir 2000*2

III.2.2. Diagramme de type STBLER

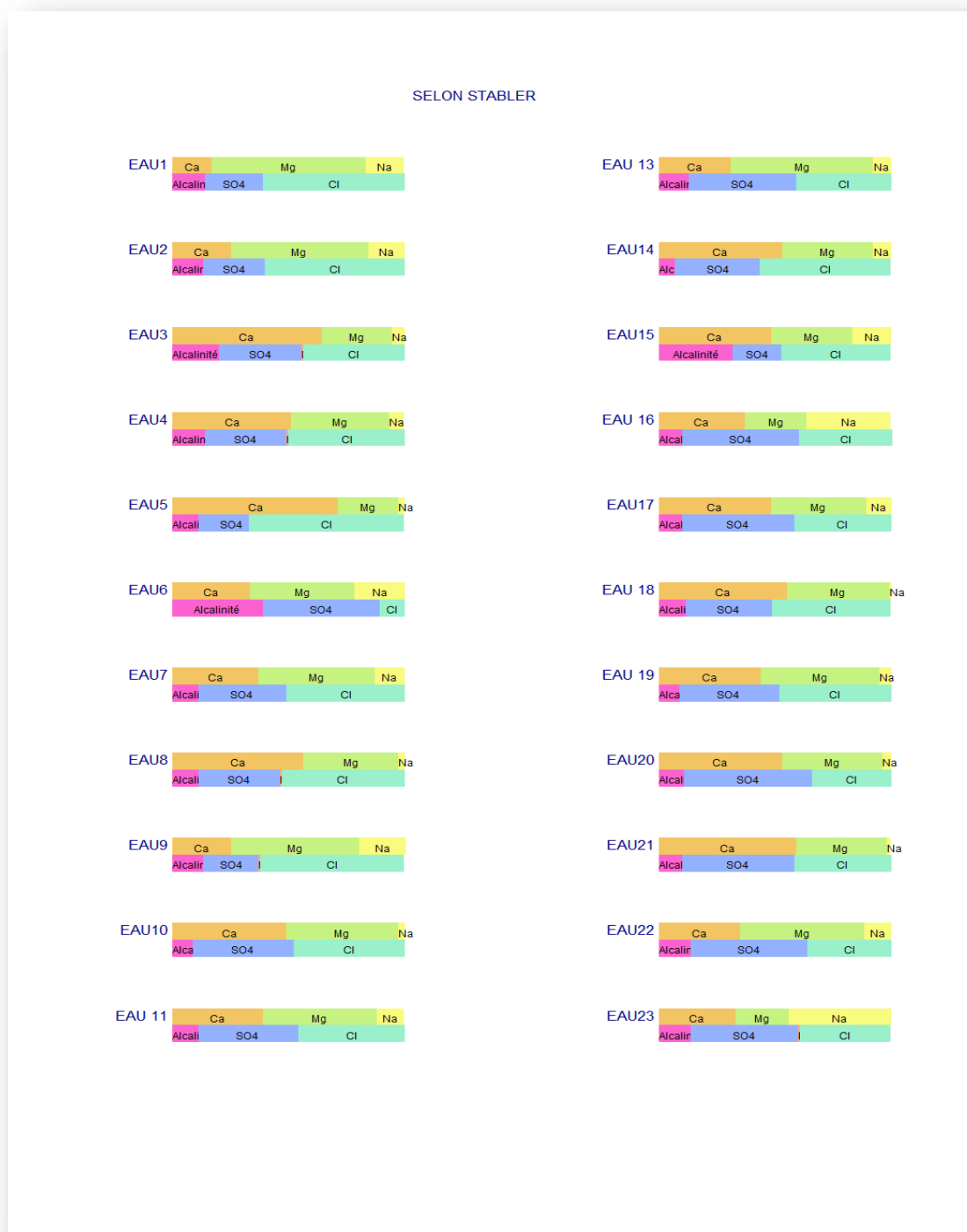


Figure 25 : Représentation graphique des échantillons d'après STBLER.

L'avantage de ce diagramme réside dans le fait qu'il facilite la représentation graphique de plusieurs échantillons à la fois et la lecture rapide des caractéristiques chimique de l'ensemble.

Nous remarquons (Fig25) que la majorité des échantillons présentent dominance des sulfate (Ca^{++} , $\text{Mg}^{++}\text{So}_4$).

D'autre des échantillons présentent les chlorures (Ca^{++} , Mg^{++} , Cl) et (Mg^{++} , Ca^{++} , Cl) et des sulfates magnésienne (Mg^{++} , Ca^{++} , So_4).

Tableau 08: Site des échantillons.

N° de point	Point des échantillons
EAU 1	Réservoir El Assafia char
EAU 2	Réservoir El Assafia Garebia
EAU3	Point Maamoura
EAU4	Point Shetit
EAU 5	Point Mhafir
EAU 6	Point oasis nord bas
EAU 7	Point wiam
EAU 8	Réservoir wiam
EAU 9	Station Lafran
EAU 10	Réservoir 104
EAU11	Point assafia garebia
EAU 12	Point assafia chargia
EAU 13	Réservoir Borij Snouci
EAU 14	Point gwatine Lafran
EAU 15	Point oasis nord haut
EAU 16	Point Borij Snouci
EAU 17	Point gwatine
EAU 18	Réservoir Lafran
EAU 19	Station sidi Hakom
EAU 20	Réservoir MOKRAN
EAU 21	Réservoir 2000
EAU 22	Réservoir 2000*2

III.2.3 Diagramme de type Schoeller Berkaloff

L'avantage ce diagramme réside dans le fait qu'il facilite la représentation graphique de plusieurs échantillons à la fois et la lecture rapide des caractéristiques chimiques de l'ensemble.

Nous remarquons (Fig26) que la majorité des échantillons présentent deux pôles de minéralisation ($\text{Ca}^{++}, \text{SO}_4^{--}$), ($\text{Ca}^{++}, \text{Cl}^-$) .

D'autre pôles de minéralisation moins présent sont mis en évidence. Il s'agit des pôles ($\text{Mg}^{++}, \text{SO}_4^{--}$), ($\text{Mg}^{++}, \text{Cl}^-$).

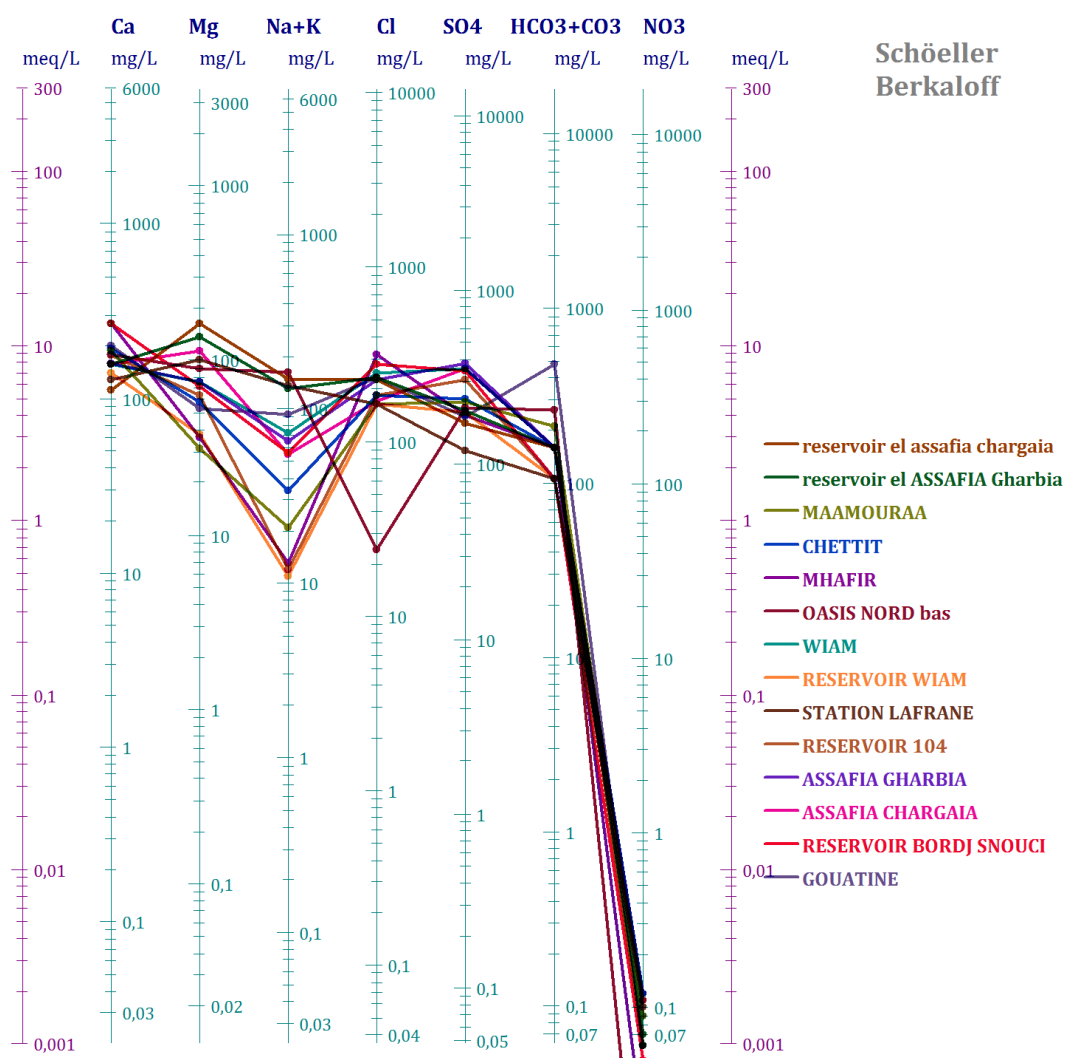


Figure26 : Représentation graphique des échantillons d'après Schoeller Berkaloff.

IV. Les analyses bactériologiques

L'examen bactériologique est le moyen le plus précis de détecter les pollutions fécales récentes, donc potentiellement dangereuses, et, ce faisant, d'apprécier la qualité de l'eau du point de vue sanitaire avec une précision que n'autorisent pas les analyses chimiques courantes (**Chahlaoui, 1996**).

Tous les résultats de l'analyse microbiologique sont représentés dans la figure suivante

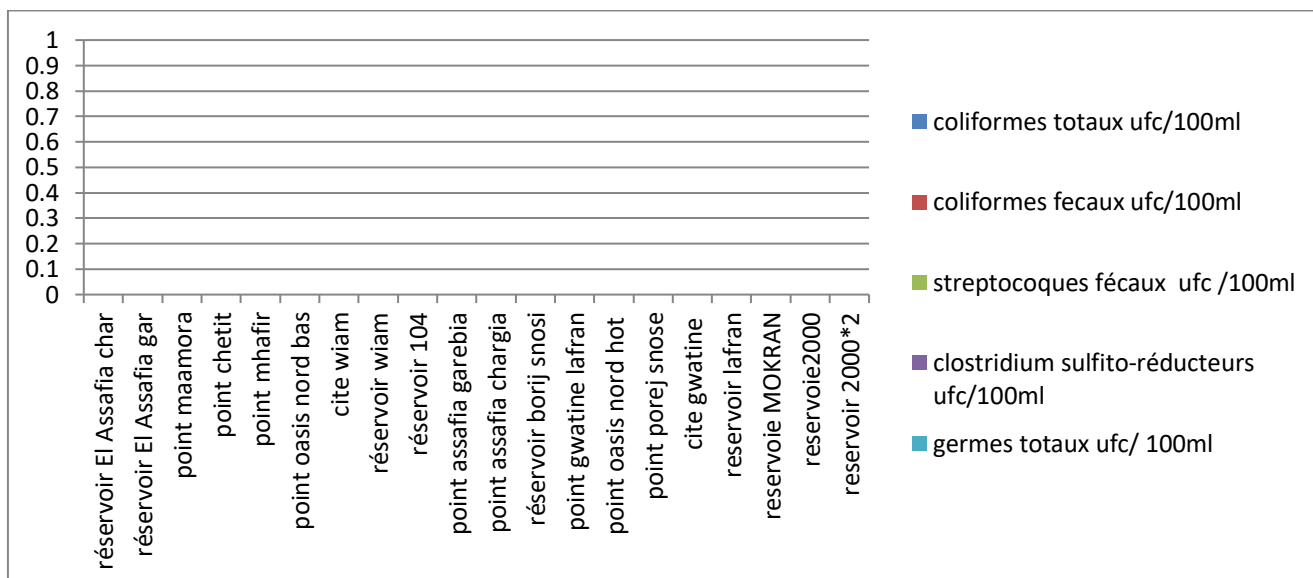


Figure 27: Les résultats de l'analyse microbiologique réservoirs, et l'eau du robinet.

IV.1. Coliformes totaux

D'après l'analyse les résultats nous avons remarqué absence des coliformes totaux dans tous les points de prélèvement des réservoirs et l'eau du robinet.

La probabilité d'une contamination fécale dans la source d'alimentation et dans les réservoir pendant le transport jusqu'au consommateur, est à écarter. Les normes algériennes exigent l'absence de coliformes totaux sauf dans des cas exceptionnels, mais jamais dans des prélèvements consécutifs, peut être toléré un nombre inférieur à 10 UFC/100ml dans les eaux non traitées à l'entrée du réseau ou bien prélevée dans le réseau de distribution (**Jora, 2000**).

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries présentes naturellement sur les végétaux, dans les sols ainsi que dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud (**Drapeau et Jankovic, 1987 ; Leclerc, 1982**).

Existant à l'état naturel dans des environnements contaminés ou non par des matières fécales, les coliformes totaux sont largement répandus dans les eaux de surface et les eaux souterraines sous l'influence directe d'eaux de surface **(Santé Canada (2013))**

Les coliformes totaux sont utilisées depuis très longtemps comme inducteurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale **(Chevalier, 2003 ;Figarella et al .,2000)**.

La présence de coliformes totaux dans l'eau traitée, ou le dépassement des normes réglementaires, n'impliquent pas nécessairement un risque pour la santé publique. La plupart des espèces de ce groupe se retrouvent naturellement dans le sol ou la végétation **(Edberg et al., 2000)**.

Les coliformes totaux ne sont donc pas, sauf exception, de bons indicateurs de la présence d'agents pathogènes dans l'eau de consommation. Ils sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la croissance bactérienne après traitement **(Chevalier, 2003)**.

IV.2. Coliformes fécaux

D'après l'analyse les résultats nous avons remarqué absence des coliformes fécaux dans tous les points de prélèvement les réservoirs et l'eau du robinet.

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux Capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Entérobactéries* et *Klebsiella* **(Elmund et al ., 1999; Santé Canada, 1991; Edberg et al., 2000)**.

La bactérie *E. coli* représente toutefois 80 à 90 % des coliformes thermotolérants détectés **(Edberg et al ., 2000)**.

Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matière organique, tels les effluents Industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire **(OMS, 2000)**.

La présence des coliformes thermo tolérants , signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau .*E.coli* est l'espèce la plus représentée dans la flore

intestinale de l'homme et des animaux (**Richard,1996 ; Figarlla et Leyral,2002 ; Rodier et al., 2005**).

L'OMS (2004), n'énonce que la présence d'*E.coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente. Ils sont sensible au traitement de désinfection et ce microorganisme doit être totalement absent de l'eau de boisson.

IV.3. streptocoques fécaux

D'après l'analyse les résultats nous avons remarqué absence des streptocoques fécaux dans tous les points de prélèvement les réservoirs et l'eau du robinet.

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale (**Geldreich et al., 1964 ; Leclerc et al., 1995**), et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de *streptocoques fécaux* donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (**OMS, 1994**).

La réglementation algérienne impose l'absence de streptocoque fécaux dans ml d'eau prélevés (**Jora, 2000**).

La présence de streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation (**Rodier et al., 2005**).

La persistance des entérocoques dans divers types d'eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs (**OMS, 2000**), notamment à cause de leur résistance notoire aux agent désinfections (**Haslay et al., 1993**), ce qui fait d'eux des indicateurs privilégiés pour évaluer l'efficacité du traitement de l'eau (**OMS, 2000**).

IV.4.Clostridium sulfito-réducteurs

D'après l'analyse les résultats nous avons remarqué absence des clostridium sulfito-réducteurs dans tous les points de prélèvement les réservoirs et l'eau du robinet.

Ils sont totalement absents. Les normes algériennes tolèrent 1 spore d'anaérobie sulfito-Réducteur (ASR) dans 20ml d'échantillon analysée (**Jora, 2000**).

Les Anaérobies Sulfito- Réducteurs (ASR) sont des germes telluriques (présents dans le milieu extérieur : sol, eau, air,etc et capables d'y résister très

longtemps sous forme de spore), présents également dans la flore intestinale de l'homme et des animaux. Ils se développent dans des conditions d'anaérobiose (absence d'oxygène). Les spores de ces germes sont très résistantes à la chaleur **(OMS, 1994)**.

(El Hassoufi et al., 2011), rapporte qu'il faut signaler que les bactéries anaérobies Sulfito-réductrices sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale.

(Ladjel, 2005), rapport que les ASP représentent l'indice d'une contamination fécale ancienne, du fait des formes plus résistantes aux chlorations.

Les mécanismes impliqués dans les phénomènes de corrosion sont souvent une combinaison complexe de procédés physique, chimique, mais également biologique. Ainsi la plusieurs types bactériens peuvent être responsables de bio corrosion, telles que les bactéries anaérobies Sulfito- réductrices. Ces bactéries sont présentes au niveau de la sous-couche du biofilm, en combine avec les sels ferreux pour donner du sulfure de fer **(Gauthier, 2002)**.

De même, certains goûts et odeurs de sulfures sont produits après la réaction de réduction **(Oieau, 1999)**.

IV.5.Germes totaux

Les réglementations algériennes précisant que pour les eaux destinées à la consommation humaine, la norme guide est inférieure ou égale à 10 UFC/ ml à 37° C et 100 UFC/ml à 22° C **(Jora, 2000)**.

Le dénombrement des bactéries mésophiles aérobies et anaérobies facultatives, vise à estimer la densité de la population bactérienne dans l'eau potable. Il permet ainsi une appréciation globale de la salubrité générale d'une eau sans, toutefois préciser les sources de contamination. D'une manière générale, la présence de germes totaux en quantité anormalement élevée, semble être indicatrice de difficultés de traitement ou d'un entretien inadéquat du réseau **(Levallois, 2003)**.

D'après l'analyse des résultats nous avons remarqué l'absence des germes totaux dans tous les points de prélèvement des réservoirs et l'eau du robinet.

La numération totale des bactéries à 22°C et 37°C dans une eau de distribution publique sera un excellent moyen de mettre en évidence l'abattement global du traitement, mais surtout d'une prolifération ultérieure de la flore initiale **(Martin, 1985)**.

Dans les milieux naturels, essentiellement les eaux souterraines , de nappes profondes ou alluviales , qui sont soumises à cet examen présentent une bonne qualité microbiologique **(Robert, 1999)**, si l'eau des nappes est stérile, la seule présence de bactéries suffit à donner l'alerte .Mais dans la plupart des eaux profondes vit une flore bactérienne normale Cette flore est cependant relativement constante **(Rodier et al ., 2005)**.

Selon **(Ladjel, 2009)**, la flore bactérienne normale des eaux souterraines lors de son accroissement peut traduire l'apport de bactéries étrangères qui impliquent une défaillance dans la protection des eaux. La stagnation de l'eau dans réservoirs du réseau de distribution, peut entraîner une augmentation spectaculaire de bactéries totales, pouvant aller de 10 à 10000 fois le chiffre initial. Ce phénomène se produit, en particulier, lorsque le résiduel de chlore libre disparaît de l'eau stockée **(Haslay et al., 1993 ; Figarella et al., 2002)**.

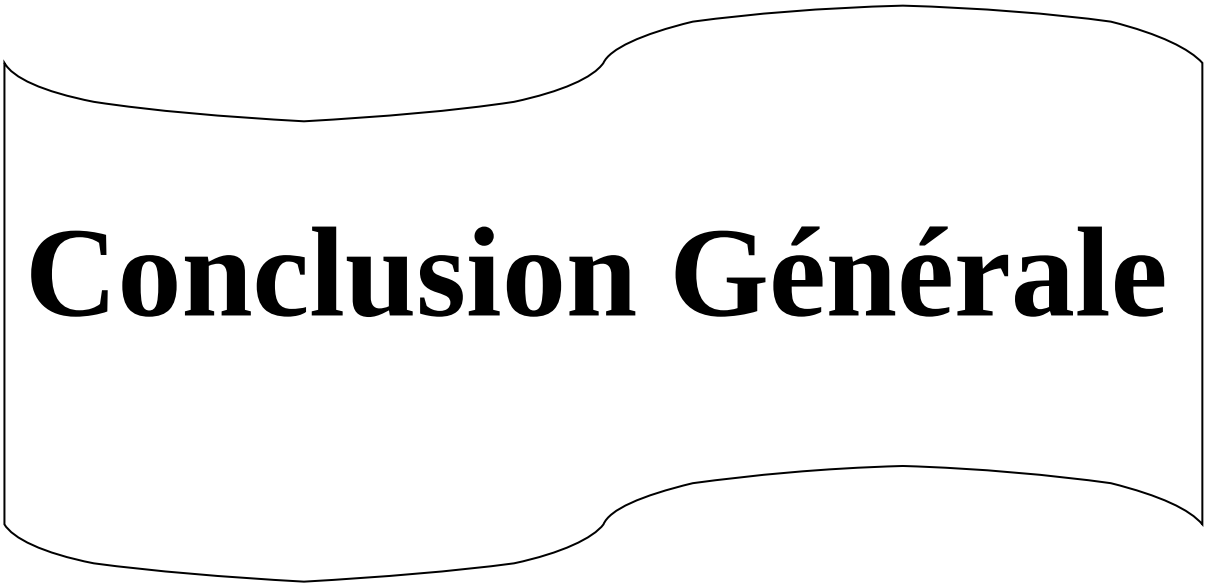
Un réseau de distribution n'est malheureusement pas un simple outil de transport de l'eau potable **(Celerier et al ., 1998 ; Gauthier, 2002)**. Il se comporte comme un réacteur biologique dans lequel toutes les conditions sont réunies **(Levi, 1995 ; Sibille, 1998)**.

De même le maintien d'un résiduel de chlore dans un réseau de distribution, est souvent souhaité pour limiter la prolifération bactérienne de bactéries hétérotrophes et pour limiter les risques de post contamination dus à des accidents de distribution **(Maul et al ., 1998)**.

Les bactéries fixées à la paroi des tuyaux de distribution, apparaissent très protégées de l'action du chlore. A des doses de chlore égales, les bactéries en suspension dans l'eau, sont plus sensibles que les bactéries de biofilm **(Maul et al., 1989)**. Les germes totaux sont indicateurs de l'efficacité du traitement **(El haissoufi et al ., 2011)**. **VAN DER KOOIJ (2003)**, signale que le maintien d'un désinfectant résiduel est nécessaire pour prévenir la qualité de l'eau contre la détérioration de la qualité .

IV .6. La suite de l'interprétation

Comparant nos résultats avec les normes (journal officiel algérienne) nous remarquons que l'ensemble des échantillons ne contient aucune germe d'origine fécale, ce qui explique que l'eau de différents échantillons possède une qualité bactériologique bonne .C'est-à-dire que cette est destinée pour l'alimentation humaine.



Conclusion Générale

Conclusion

Notre étude a pour but de caractériser les eaux souterraines de la ville de Laghouat ainsi que l'agglomération d'El Assafia qui sont destinées pour la consommation humaine, afin de déterminer leur qualité bactériologique et physico - chimique.

La qualité des eaux souterraines dépend du type d'aquifère qui emmagasine cette eau et son comportement vis à vis à l'environnement. En conséquence l'eau provenant d'un aquifère à réservoir calcaire dolomitique risque d'avoir des teneurs élevées en calcium et en magnésium. Évidemment les bactéries et les contaminants chimiques se trouvent généralement dans les eaux des nappes phréatiques qui ont un contact direct avec le milieu externe, leur présence dans un puits profond révèle qu'il y a pollution, cette pollution peut être due à des fissures ou à des défauts de la paroi de puits, au déplacement du couvercle ou à des déversements provenant d'une source voisine.

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé :

- Une température sont comprises entre 13,3 à 19,5°C elle reste dans la norme (25°C).
- Un pH reste dans la norme elle indique que les eaux sont légèrement basiques.
- Une conductivité notre eau est très conductrice dans certains échantillons (réservoir Mokran, réservoir Bordj Snouci) mais elle reste dans la norme pour les autres échantillons.
- Une minéralisation cette eau est considérée comme fortement minéralisée vu que la majorité des échantillons présente un excès de salinité remarquable variant de 983 à 1649 mg/l par rapport à la norme 1000 mg/l.
- Une dureté élevée dépassant la norme, ces eaux dures présentent des inconvénients surtout d'ordres ménagers tels que la diminution du pouvoir détersif du savon entraînant ainsi une consommation supplémentaire de ce produit, et la mauvaise cuisson des légumes secs.
- La teneur en Magnésium des eaux varie de 31,71 à 163,06 mg/l ce qui répond à la norme qui est de 150 mg/l cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire par contre il peut communiquer un goût amer à l'eau à partir de 100 mg.
- Les plus part des échantillons analysées présentent un taux de calcium abordable à l'énorme qui est de 200 mg/l sauf aux sites suivantes Mhafir, bordj Snouci Gouatine sont hors du limité, elle atteindra 280,56 mg /l au niveau de bordj

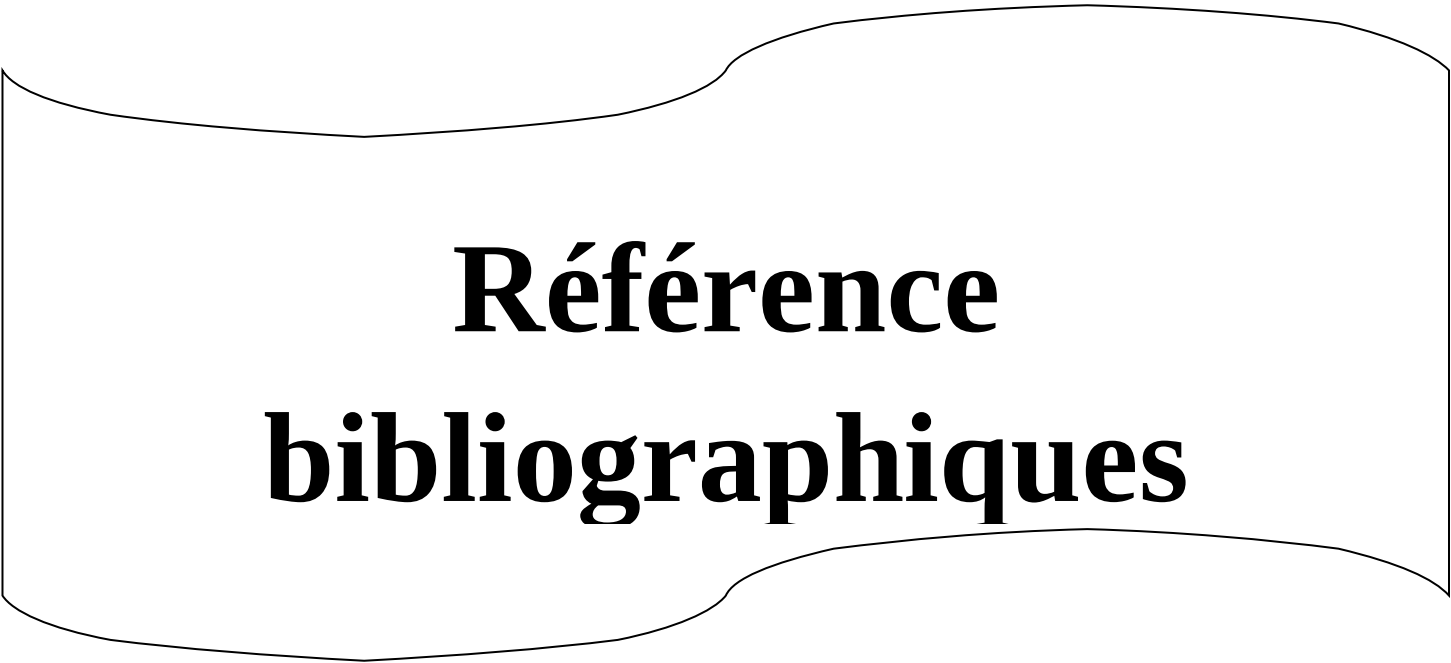
Snouci. L'existence de calcium dans l'eau est du essentiellement à l'action du Anhydride carbonique CO₂ libre sur les formations de lithologie calcaires et la dissolution des gypses.

- Une 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.
- Le chlorure de l'eau analysée dépasse très largement la norme (250 mg/l) dans certains échantillons (bordj snouci et ouasis haut), la teneur en chlore augmente généralement avec le degré de minéralisation .
- Le sulfate Dans tous les échantillons la teneur en sulfates est resté dans la norme qui est de 500 mg/l, , sauf dans Gouatine et Ouasis haut. Les sulfates peuvent être d'une origine industrielle ou à partir des produits de traitement agricole.
- Les teneurs en nitrate dans tous les échantillons restent dans la norme.
- Les teneurs en nitrites dans tous les échantillons restent dans la norme.
- Les teneurs en chlore dans tous les échantillons restent dans la norme le résiduel de chlore n'est pas toxique pour l'homme, mais il peut générer un goût et une odeur à des concentrations plus ou moins élevées.

Dans quelques zones de la région d'étude nous remarquons que certains paramètres physico-chimique influent sur la qualité physico chimique des eaux, ils impliquent un impact admissible sur la qualité bactériologique des eaux qui non conforme aux les normes recommandées par la législation Algériennes, donc en pose deux solution : nouvelle forages ou bien renouvelées les canalisation des réseaux des distributions parce que ces éléments minéraux sont précipitées a long terme

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les *Coliformes totaux* et *fécaux*, les *Streptocoques fécaux* et les *Clostridium sulfito-réducteurs*, les *germes totaux* qui restent dans les normes algériennes.

Les résultats obtenus prouvent la bonne qualité bactériologique de certaines eaux potable dans les communes de Laghouat et El Assafia. Elle ne présente aucun danger pour la consommation humaine sur le plan bactériologique.



Référence bibliographiques

A

- **Ahmed K. (2001).** Les ressources en eau en Algérie : Stratégie, enjeux et vision. Désaliénation, 136, p25-33.
- **Aubourg S., Boudet N., Kreis M., Lecharny A. (2000).** In *Arabidopsis thaliana*, 1% of the genome codes for a novel protein family unique to plants. *Plant Mol. Biol.* 42, 603–613.

B

- **Bouchard M. (2008).** Évolution temporelle et modélisation des coliformes dans une source d'eau potable. Mémoire (M. Sc). *Université de Laval*. Québec, 98p.
- **Briere F.G (2000).** Distribution et collecte des eaux. 2eme édition : Ecole Polytechnique de Montréal, p 299-300.

C

- **CHevalier P. (2003).** coliformes totaux. fiches synthèse sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, institue nationale de santé publique du Québec, 4p.
- **Cunningham William P.(2003).** Environmental Encyclopedia . Eds. Marci Bortman, Peter Brimblecombe, Mary Ann Cunningham, William P. Cunningham, and William Freedman. Vol 2. 3rd ed Farmington Hills. MI: Gale. 2 ,1480-1482.

D

- **Dupnd.1982.** Hydraulique urbains TID page 61.

E

- **Edberge S.C., Rice E.W., Karline R.J., Allen M.J.(2000).** *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. *Journal of Applied Microbiology*, N°8:106-116.
- **EL Haissouel H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Ellioua M. 2010.** Etude de l'évolution spatio-temporelle de certains paramètres de qualité dans le réseau d'eau potable de la RADEEMA. Master Spécialisé en Management et Ingénierie des Services d'Eau et d'Assainissement, Spécialité : AEP ressource / besoin, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, P78.
- **EL Haïk. 1989.** Pollution et traitement des eaux OPU page 363.

F

- **Faurie .(2003).** Ecologie approche scientifique et pratique 5^{ème} lavoisier, Paris.404p.
- **Fawell John ., Nieuwenhuijsen Mark J. (2003).** Impact of environmental pollution on health: balancing risk : Contaminants in drinking water. *British Medical Bulletin* . . 68:199–208.

- **Figarella J., Leyral G., Terret M., (2007).** Microbiologie générale et appliquée. Ed Delagrave, paris, 217p.
- **Foliguet J.(1982).** Journal water research
- **Francois A. (2008).**L'eau et ses enjeux. Ed de Boeck. P : 134.
- **Fawell J ., Nieuwenhuijsen M. J. (2003).** Impact of environmental pollution on health: balancing risk : Contaminants in drinking water. *British Medical Bulletin* . . 68:199–208.

G

- **Gauthier F. (2002).** Biofilms et qualité biologique de l'eau potable au coure de sa distribution. Mémoire de DESS, qualité et gestion de l'eau université de Picardie, Amiens.
- **Goldstein Bernard D . (2002).** Encyclopedia of Public Health. Ed. Lester Breslow. New York, macmillan Reference USA, 4 :936 – 941.

H

- **Haslay C., Leclerc H.(1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Ed technique et documentation-Lavoisier, Paris : 70-72.
- **Henry . (1992).** Chimie des eaux , griffer d'argile canada.
- **Houillier P., Blanchard A., & Pailard M. (2004).** Métabolisme du potassium *Elsevier SAS*. 1 : 138–157.

I

- **ISO., 2004(F);** Qualité de l'eau-échantillonnage.
- **ISO6058., 1984,** Qualité de l'eau- dosage de Calcium-méthode de Titrimétrie a l'EDTA.
- **ISO6059., 1984,** Qualité de l'eau – Dosage de la somme des Calcium et Magnésium par méthode de Titrimétrie a l'EDTA.

J

- **Jeng H . (2007).** Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz. , Los Angeles: Sage Publications Inc. 2: 695-697.
- **Jörg Freud enberger.,** <https://www.ufag-laboratorien.ch/fr/analyses-alimentaires/analyse-chimique-deau-potable.hotmail>.

L

- **Levi y., 1995.** Les paramètres influençant le développement PP des germes dans les réseaux d'eaux potable. Ed Technique Science et Méthode, N° 3 : 240-245.
- **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.
- **Louis JP., Trebucq A., Gbadjaamo M., Arrive P., Foumane V., Kalite J., Rounegou J.B., 1991.** Les maladies diarrhéiques infantiles en république centre africaine, *Médecine d'Afrique Noire*, 38 (4) .
-

M

- **Martin G., 1985.**Point sur l'épuration et le traitement des effluents (eau et aire) volume 2.1 : bactériologie des milieux aquatiques, aspects écologiques et sanitaires. Ed. technique et documentation-Lavoisier, Paris : 54-85
- **Mehanned S., Zaid A., Chahlaoui A. 2014.** Caractérisation bactériologique du lac réservoir du barrage Sidi Chahed. *Larhyss Journal*.17 : 215-225.

N

- **Nsikak B.2008.** Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S. Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc .3 :813-817.

O

- **OMS, 2004.**Directives de qualité pour l'eau de boisson.3eme Ed, vol.1. Directives. Ed Organisation Mondial de la Sante, Genève : 49-50.
- **OMS, 2006.** Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable.
- **OMS (W.H.O.): WORLD HEALTH ORGANISATION. (2003).** Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. *World Health Organisation*.
- **O.N.M., 2017.** La climatologie de Laghouat de 1996-2016.
- **Olivaux y. 2007.** La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.

P

- **Park C .2007.** A Dictionary of Environment and Conservation : water pollution. Oxford University Press, 2007. Oxford Reference Online.

www.oxfordreference.com.edlis.ied.edu.hk/views/ENTRY.html?subview=Main&entry=t2

R

- **Rebret H. 1999.** Qualité microbiologiques des eaux brutes distribuée par BRL : exigences et conception d'un suive adapter. Mémoire d'ingénieure en Génie Sanitaire Ecole National de la Santé Publique, Languedoc-Roussillon, Rhône- Catalogne, p 80.
- **Rodier J. 1999.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, eau résiduaires, eau de mer. 7^{ème} Edition : Dunod, Paris.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L. 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed Dunod, Paris, 1384 P.
- **Rodier J. 1984.** L'analyse de l'eau. Dénombrement des colifomes, coliformes fécaux, et echerichia coli présumés. Dunod 7^{ème} .Ed. : 793-798.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N., Brunet R., Mialocq J C., Leroy p., Houssin M., Lavison G., Bechemin C., Vincent M., Rebouillon P., Moulin L., Chomodé P., Dujardin P., Gosselin S., Seux R., Almardini F. (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} Ed. Dunod. France. 1511 p.
- **Rodier J., 2009.** L'analyse de l'eau: 9^{ème} Edition : Dunod, Paris.

S

- **Seby P., 2006.** Etude de chloration sur le réseau d'eau potable du syndicat d'Annonay-Serrières (07). Mémoire de licence professionnelle, protection de l'environnement, gestion des eaux urbains et rurales. Université Louis Pasteur, Strasbourg, P48.
- **Savary P. (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Territorial Voiron. 261 p.
- **Spellman., Frank R. (2008).** The Science of water: concepts and applications. 2nd Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

T

- **Thielborger P. 2014.** The right(s) to water. Ed. Springer-Verlag. Berlin. 231p.

V

- **Valentine N. 2000.** Gestion des eaux : Alimentation en eaux assainissement. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris.
- **Veyre t.Y., 2004.** Géo-environnement. Ed Paris. Armand Colin coll. 185P.
- **Vilagines R. 2003.** Eau, environnement et santé publique. Introduction l'hydrologie. 2^{ème} Edition : Tec et Doc. Lavoisier. P: 3- 187.

Z

- **Zahide A., Petre G., Koutsoukos. 2010.** The Sciences and technology of industrial water treatment mineral sales and deposits: An Overview, CRC press, Taylor and Francis group, Lubrizol advanced materials Inc. Brecks vile, Ohio, USA.

ANNEXE I : Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation NA 6360- 1992.

Tableau 01: Facteurs physico-chimiques

paramètre	unité	Niveau guide	Concentration maximale admissible	Observation
pH		6.5-8.5		
Conductivité	µS/cm 20°C		2880	En correspondance avec la minéralisation des eaux.
Résidu sec	mg/L après séchage à 180 °C		2000	
Dureté totale	mg/L de CaCO ₃	100	500	
Calcium	mg/l	75	200	
Magnésium	mg/l	—	150	
Sodium	mg/l	—	200	
Potassium	mg/l	—	20	
Sulfates	mg/l	200	400	
Chlorures	mg/l	200	500	
Nitrates	mg/l	—	50	
Nitrites	mg/l	—	0.1	
Ammonium	mg/l	0.05	0.5	
Phosphate	mg/l	—	0.5	
Oxydabilité KMnO ₄	mg/l	—	2	Mesure faite à chaud et en milieu acide
aluminium	mg/l		0.2	

➤ Paramètres bactériologiques

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	Observations
------------	-------	--------------	-------------------------------	--------------

1- Eau traitée à l'entrée du réseau

Coliformes fécaux	Nbre/100ml	—	0	Turbidité (1NTU), pour la désinfection au chlore, il est préférable que le pH=6,8
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	—	0	Chlore libre résiduel 2,2 à 0,5mg/l après 30Mn (minimum) de contact

2- Eau de boisson en bouteille

Coliformes fécaux	Nbre/100ml	—	0	La source doit être exempte de contaminant fécal
Coliformes	Nbre/100ml	—	0	

3- Eau potable de source

Coliformes fécaux	Nbre/100ml	—	0	Avertir la population de javelliser ou faire bouillir l'eau au cas où l'on n'arrive pas à respecter les valeurs indicatives
Coliformes	Nbre/100ml	—	0	
Germes totaux 37°C /48h 22°C/72h	Nbre/ lml Nbre/ lml	10 100	— —	Pour une eau traitée le dénombrement des «germes totaux effectué à l'extrémité réseau de distribution ne doit pas excéder le taux obtenu en début de réseau dans 90% des échantillons analysés au cours de l'année
Streptocoques - Streptocoques fécaux	Nbre/100ml	—	0 0	
Clostridium sufito réducteurs	Nbre/20ml	—	0	

ANNEXE II: Composition des milieux de culture**I. Milieux liquides****I.1. Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol (BCPL)****Double Concentration (D/C) :**

L'extrait de viande de bœuf	2g
Peptone	14g
Lactose	10g
Pourpre de bromocrésol 1%	0.06g
Eau distillée	1000 ml
-PH	6.9+/-0.2

Simple Concentration(S/C) :

L'extrait de viande de bœuf	1g
Peptone de caséine	7g
Lactose	5g
Pourpre de bromocrésol 1%	0.03g
Eau distillée	1000ml
PH	6.9+/-0.2

Autoclavage pendant 15 min à 120°C

1.2. Milieu de Schubert :

Tryptone	10g
Peptone	10g
Acide glutanique	0.2g
Tryptophane	0.2g
Sulfate de magnésium	0.7g
-Sulfate d'ammonium	0.4g
Chlorure de sodium	2g
Citrate de sodium	0.5g
Mannitol	7.5g
Eau distillée	1000 ml

-PH = 7.6

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

1.3. Milieu de Rothe :

Double Concentration (D/C) :

Peptone de caséine	40g
Extrait de viande	3g
Glucose	8g
Chlorure de sodium	8g
Phosphate di potassique	5.4g
phosphate mono potassique	5.4g
Azide de sodium	0.4g
Eau distillée	1000 ml

PH = 6.9+/-0.1

Simple Concentration(S /C) :

Peptone de caséine	20g
Extrait de viande	1.5g
Glucose	4g
Chlorure de sodium	4g
Phosphate di potassique	2.7g
Phosphate mono potassique	2.7g
Azide de sodium	0.2g
Eau distillée	1000ml

PH = 6.9+/-0.1

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

1.4. Milieu d'Eva Litsky :

Tryptone	20 g
Glucose	5 g
Chlorure de sodium	5 g
-Phosphate mono potassique	2,7 g
Phosphate di potassique	2,7 g
Azide de sodium	0.3 g
Solution d'éthyle violet	5 g
Eau distillée	1000 ml
PH =6,8 à 7	

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

II.Milieux solides**II.1. Gélose Tryptone Extrait de levure (TGEA)**

Extrait de levure	1g
Peptone de caséine	5g
Glucose	1g
Extrait de viande	3g
Agar	18g
Eau distillée	1000 ml
PH	7

Autoclavage pendant 20 min à 120 °C

II.2. Gélose Viande Foie

Base viande foie	20g
Glucose	0.75g
Amidon	0.7g
Sulfite de sodium	1.2g
Carbonate de sodium	0.67g
Agar-agar	11g
Eau distillée	1000ml

Dissoudre les constituants, répartir en tubes ou en flacon, Autoclavage (15min à 120 °C)

ANNEXE III : Préparation des solutions (Laboratoire ADE)

1. Préparation de solution EDTA 0,02N

EDTA (poudre séchée pendant 1heure à 180°C)	3,7264
Eau distillée	1000 ml

2. Préparation de solution Acide chlorhydrique O, 1N –

Acide chlorhydrique pure (HCL)	8 ml
Eau distillée	1000 ml

3. Préparation de solution Acide chlorhydrique O, 02N –

Acide chlorhydrique 0.1N	100 ml
- Eau distillée	400 ml

4. Préparation de solution N.E.T

-Noir d'eriochrome T (N.E.T)	0.4g
-Alcool éthylique Conserver à l'abri de la lumière	100 ml

5. Préparation de solution tampon à PH = 10

Chlorure d'ammonium	34g
Ammoniaque	285g
Tartrate double de K et Na	200g
Eau distillée	1000ml

6. Préparation de solution Phénophtaléine à 0,5%

-Phénophtaléine	0.5g
Alcool éthylique	100ml
Eau distillée	100ml

7. Préparation de solution méthyle orange à 0,5%

méthyle orange	0.5g
Eau distillée	100ml

8. Préparation de solution de Nitrates d'argent 0.02N

Nitrate d'argent (AgNO_3 séché)	1.6985g
Eau distillée Conserver à l'abri de la lumière	500 ml

9. Chromate de potassium K_2CrO_4

Chromate de potassium K_2CrO_4	10g
Eau distillée	100 ml

10. Préparation de solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0.1N

NaOH	1.124g
Eau distillée	275 ml

ANNEXE IV: Méthodes d'analyse Spectrophotométrie d'absorption moléculaire

Tous les dosages sont effectués au niveau d'un spectrophotomètre de marque (ODYSSEY / HACH) DR 2500.

Mode opératoire

- Appuyer sur programme HACH : Sélectionner le programme qui correspond à chaque élément mesuré.
- Transférer 10 ml d'eau distillée dans une cuve (blanc).
- Transférer 10 ml de l'échantillon dans une autre cuve (l'échantillon préparé).
- Transférer le contenu d'une pochette de réactif dans la cuve de l'échantillon préparé.
- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie, en suite OK, une période de réaction va commencer.
- Lorsque la minuterie ralentie, essuyer l'extérieur du blanc et introduire dans le compartiment de cuve.
- Appuyer sur zéro, l'indication suivant apparaît sur l'écran 0,00 mg/L.
- Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et introduire dans le compartiment de cuve.
- Lire le résultat directement sur l'écran en mg/L.

Remarque : la préparation du blanc et de l'échantillon varie d'un dosage à un autre.

ANNEXE V : Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques

	c25 μ S/cm	TDS mg/l	Salinité mg/l	T°c	Ph	Minéralisation mg/l
réservoir El Assafia char	1769	886	0,8	16,9	7,34	1341,8643
réservoir El Assafia gar	1744	870	0,8	16,6	7,4	1322,9
point maamora	1462	731	0,7	17,4	7,7	1108
point chetit	1300	647	0,7	19,5	7,7	1055
point mhafir	1835	966	0,9	19,4	8	1391
point oasis nord bas	1470	733	0,7	17,2	7,62	1115,05
cite wiam	1475	737	0,7	17,3	7,63	1118,85
réservoir wiam	1350	674	0,6	17,3	7,63	1024,03
station lafrane	1572	685	0,6	16,8	7,68	1192,43
réservoir 104	1447	724	0,7	19,4	7,2	1136,53
point assafia garebia	1535	767	0,7	13,3	7,71	1164,36
point assafia chargia	1566	781	0,7	17,3	7,7	1187,87
réservoir borij snosi	2076	1035	1,03	19,5	6,8	1574,73
point gwatine lafran	1532	767	0,7	17,9	7,1	1162,08
point oasis nord haut	1324	662	0,6	17	7,4	1004,31
point porej snose	2021	1010	1,01	18,7	7,6	1533,01
cite gwatine	1555	777	0,7	16,9	7,2	1179,53
reservoir lafran	1542	711	0,7	19,1	7,4	1169,67
sidi hakom	1356	678	0,6	19	7,4	1028,58
reservoie MOKRAN	2174	1087	1,08	19	7,3	1649,07
reservoie2000	1296	648	0,6	18,9	7,5	983,07
reservoir 2000*2	1338	670	0,6	19,1	6,8	1014,93

ANNEXE V : Tableau des résultats d'analyses physico-chimiques

	Ca mg/l	TH mg/l	Cl mg/l	HCO3 mg/l	PO4 mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	Mg mg/l	No2 mg/l
réservoir El Assafia char	112,2	950	227,2	158,1	0,22	172,8	4,25	163,06	0
réservoir El Assafia gar	156,3	960	234,3	158,1	0,21	201,6	4,89	137,65	0
point maamora	188,3	600	163,3	210,8	0,51	230,4	6	31,73	0
point chetit	192,3	720	184,6	158,1	0,4	240	7,8	58,48	0
point mhafir	268,5	800	319,5	158,1	0,6	192	6,9	35,75	0
point oasis nord bas	180,36	810	240	263,5	0,26	211	0,2	89,49	0
cite wiam	156,312	690	248,5	158,1	0,31	355	7,8	74,66	0
réservoir wiam	140,28	500	163,3	105,4	0,22	200,3	7	38,06	0,001
station lafrane	128,256	730	163,3	105,4	0,18	120	0,9	101,17	0
réservoir 104	176,3	690	184,6	105,53	0,09	307,2	5,8	62,74	0,037
point assafia garebia	160,32	700	225,6	158,1	0,17	384	1,4	74,78	0
point assafia chargia	156,312	850	170,4	158,1	0,21	355,2	1,3	113,57	0
réservoir borij snosi	268,53	950	276,9	105,53	0,19	345,6	3,6	71,01	0,006
point gwatine lafran	200,4	710	234,4	474,3	0,08	190,6	4,12	53,26	0
point oasis nord haut	196,392	700	284	210,8	0,01	650	0,1	53,26	0
point porej snose	280,56	1050	298,2	210,8	0	620	7,4	88,16	0
cite gwatine	208,44	760	227,2	158,1	0	310	5,7	60,67	0
reservoir lafran	164	690	177	105	0,002	297,6	2,7	70,16	0,03
sidi hakom	172	630	113	105	0,002	336	4,1	50,7	0,032
reservoirie MOKRAN	280	970	227	158	0,5	480	0,5	69,06	0,032
reservoirie2000	116	550	134	158	0,001	336	0,6	64,69	0,031
reservoir 2000*2	180,36	630	149,1	158,2	0,09	307,2	7,1	45,72	0,008

ANNEXE VI : Tableau des résultats d'analyses bactériologique

	coliformes totaux ufc/100ml	coliformes fécaux ufc/100ml	streptocoques fécaux ufc /100ml	clostridium sulfito- réducteurs ufc/100ml	germes totaux ufc/ 100ml
réservoir El Assafia char	0	0	0	0	0
réservoir El Assafia gar	0	0	0	0	0
point maamora	0	0	0	0	0
point chetit	0	0	0	0	0
point mhafir	0	0	0	0	0
point oasis nord bas	0	0	0	0	0
cite wiam	0	0	0	0	0
réservoir wiam	0	0	0	0	0
réservoir 104	0	0	0	0	0
point assafia garebia	0	0	0	0	0
point assafia chargia	0	0	0	0	0
réservoir borij snosi	0	0	0	0	0
point gwatine lafran	0	0	0	0	0
point oasis nord hot	0	0	0	0	0
point porej snose	0	0	0	0	0
cite gwatine	0	0	0	0	0
reservoir lafran	0	0	0	0	0
reservoie MOKRAN	0	0	0	0	0
reservoie2000	0	0	0	0	0
reservoir 2000*2	0	0	0	0	0

ANNEXE VII : Coupe technique du forage DJEBEL AHMAR

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

Profondeur et Côté	Coupe du Forage	Lithologie	Description Lithologique	Age
0			CALCAIRE DOLOMETIQUE PERTE TOTALE	TURONIEN
20				
40				
60				
80				
100				

Mis à jour par le

ANNEXE VIII : Coupe technique du forage BORDJ SENOUCI

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

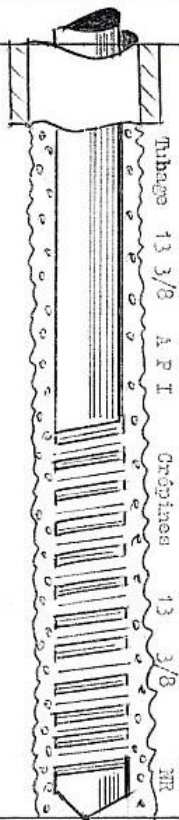
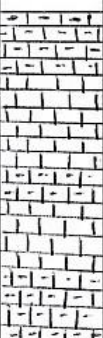
Profondeur Côté	Coupe du Forage	Lithologie	Description Lithologique	Age
0			Sables fins à moyens roux .	
10			Alluvions, sables, calcaires moyens, grossiers .	
20			Alluvions grossiers, galets, graviers .	
30			Sables fins à moyens .	
40			Alluvions, sables grossiers, galets grossiers, calcaires . Grés fins à moyens rouges briques .	
50			Grés fins à chovrotines .	
60			" " " galets, graviers roux .	
70			Grés moyens à fins à chovrotines, rouges briques .	
80			Sables fins, grés fins .	
90			Grés fins, sables grossiers .	
100			Alluvions, sables fins à chovrotines .	
110			Allu. grés à chovrotines, sables grossiers .	
120			Allu. argiles rouges .	
130			Argiles rouges sableuses .	
140			Alluvions, sables fins argileux rouges .	
150			Grés moyens, sables rouges roux .	
160			Grés fins à moyens .	
170			Grés fins argileux rouges briques .	

Mis à jour par MOUATIAH. le JUIN 1994.....

F.Z

ANNEXE IX : Coupe technique du forage MAKRANE F16

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

Profondeur et Côté	Coupe du Forage	Lithologie	Description Lithologique	Age
0			Calcaire dolomitique faiblement marneux	
20			Calcaire blanchâtre, dolomitique	
			Marneux calcaire	
40			Calcaire à passées marneuses	
60			Perte totale	
80				
100				
104				

Mis à jour par MOUATAH. le JUIN 1994.....
F.Z

Liste de figure



Photo1 : Dosage du chlore libre



Photo2 : Mesure de la température par d'un thermomètre



Photo3 : Détermination du pH

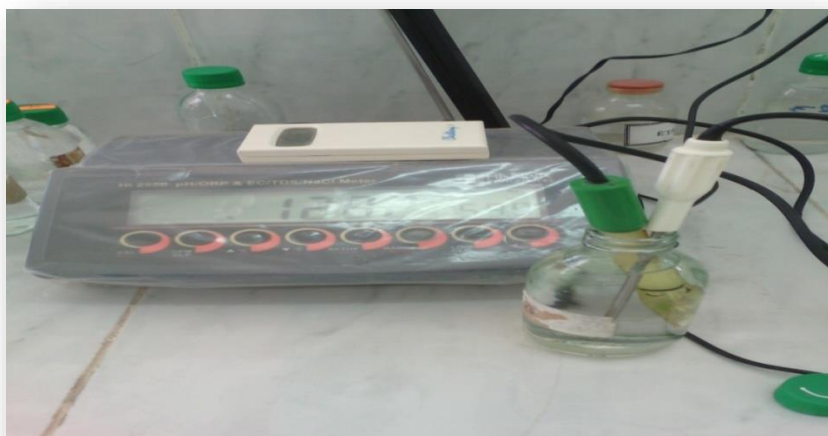


Photo4 : Mesure de conductivité, salinité, taux des sels dissous (TDS)



Photo5: solution tampon(pH=10 et (N.E.T

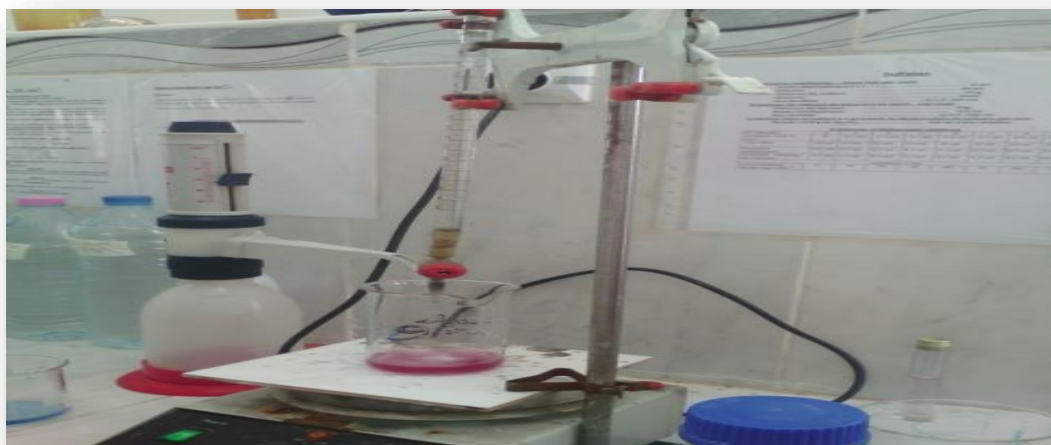


Photo6 : Dosage de la dureté TH



Photo7: Indicateur calcon + Na



Photo8: Détermination du calcium (Ca^{2+})



Photo9: Dosage des nitrates par spectrophotomètre UV visible



Photo10 : milieu BCPL



Photo11 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux dans l'eau



Photo12 : le milieu Schubert



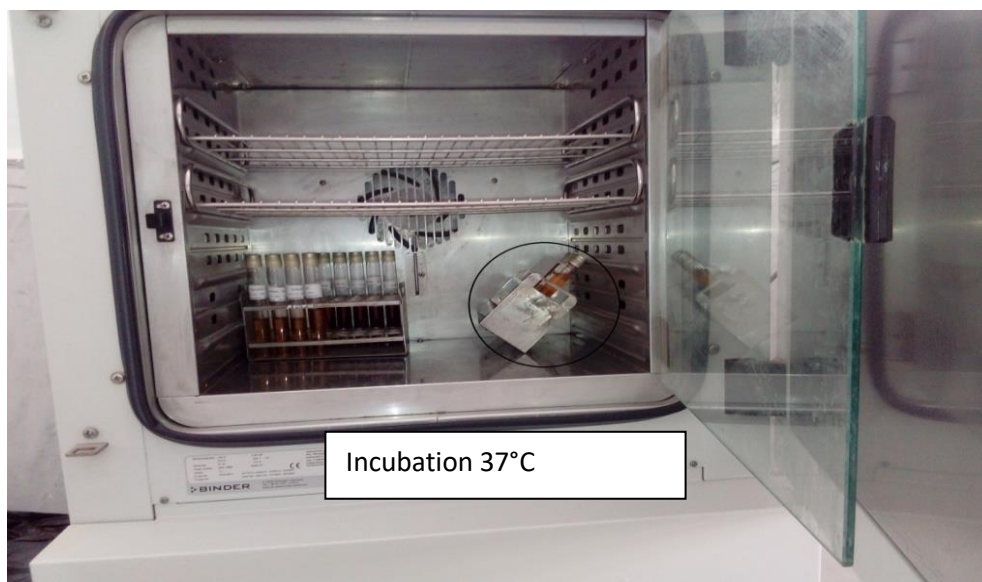
Photo13 : milieu viande et foie et sulfate de Na et d'alun de fer



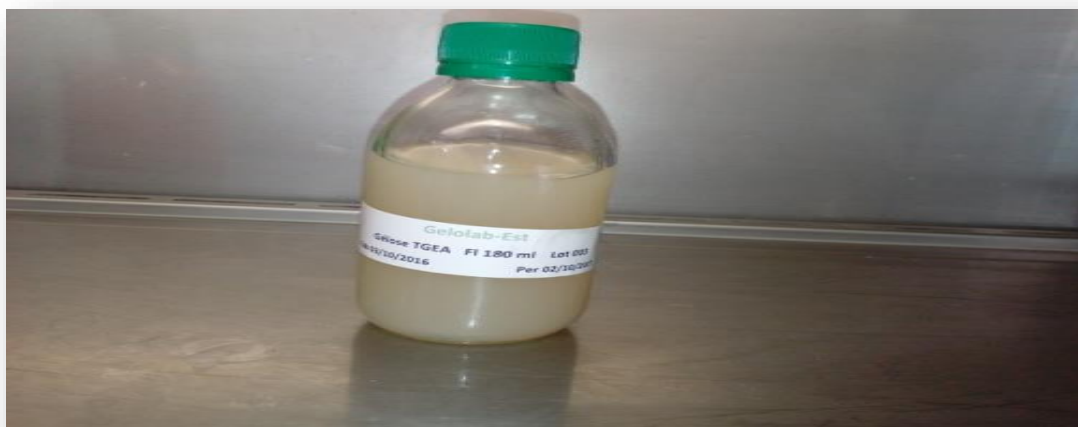
Photo14 : bain marie pendant 10 minutes à 80°C



Photographié 15 : Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito- réducteur



Photographié 16 : incubation de 24 heures à 37°C



Photographié 17: milieu TGEA



Photographié 18: Dénombrement des germes totaux