



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرة

Département de Science Agronomiques et Vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Evaluation des qualités physicochimique et
microbiologique de l'eau de la ville d'Ain-Maâbed**

Présenté par : M. Amara Djamel

M. Guebla soufiane

Soutenu Devant le jury composé de :

Président : M. AMRAOUI A., Maitre-Assistant (A), Université Ziane Achour de Djelfa.

Promoteur : Dr. REBHI Abdelghani Elmahdaoui, Maître de Conférences (B), UZAD.

Examineur : Dr. TOUIL Souhila, Maître de Conférences (B), Université Ziane Achour de Djelfa.

Examineur : Mme. ZAOUI A., Maitre-Assistant (A), Université Ziane Achour de Djelfa.

2018/2019

Table des matières

Remerciement

Dédicas

Liste des tableaux.

liste des figures.

liste des abréviations.

Introduction..... 1

Partie bibliographie

Chapitre I- Synthèse bibliographique

I-1- Importance de l'eau	2
I-1-1- L'eau dans l'alimentation	2
I-1-2- L'eau dans l'organisme humain	2
I-1-3- L'eau dans les aliments	3
I-1-4- L'eau dans l'industrie	3
I-1-5- L'eau dans l'agriculture.....	3
I-2- Le cycle de l'eau	4
I-3- Ressource en eau potable	5
I-4- Les eaux de surfaces	5
I-5- Les eaux souterraines :	5
I-6- Les paramètres de qualité des eaux potables et leurs normes	5
I-6-1- Les paramètres physico-chimiques.....	5
I-6-1-1- Les paramètres physiques.....	5
I-6-1-2- Les paramètres chimiques	6
I-6-1-3- Dureté	9
I-6-2- Les paramètres microbiologiques	9
I-6-2-1- Les coliformes totaux	10
I-6-2-2- Les coliformes fécaux	10
I-6-2-3- Streptocoques fécaux (Les entérocoques)	10
I-6-3- Normes de potabilité	11
I-7- les maladies à transmission hydrique	12
I-7-1- Maladies hydriques d'origine bactérienne.....	13
I-7-1-1- Le choléra	13
I-7-1-3- La typhoïde.....	14

I-7-1-4- La Shigellose ou Dysenterie bacillaire.....	14
I-7-2- Maladies hydriques d'origine virale	15
I-7-2-1- Les hépatites virales	15
I-7-2-2- Poliomyélite	16
I-7-3- Maladies hydriques d'origine protozoaire.....	16
I-7-3-1- L'amibiase	16
I-7-3-2- Les Giardiasés	16
I-7-4- Les maladies causées par les helminthes.....	17
I-7-4-1- Ascariadiase ou ascaridiose	17
I-7-5- Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie.....	17
I-7-6- Le programme national de lutte contre les M.T. H	18

Chapitre II- Présentation de la région d'étude

II-1- Situation géographique et administratif de la commune.....	19
II-1-1- Situation administratif	19
II-1-2- Situation géographique	19
II-2-Réseaux hydrographique.....	21
II-3- Caractéristique démographique et socioéconomique.....	23
II-3-1- évolution de la population	23

Partie expérimentale

Chapitre III-Matériels et méthodes

III-1- objectif de l'étude	26
III-2-Echantillonnage	28
III-3-Mode de prélèvement	28
III-3-1-Transport des échantillons	29
III-3-2-Test de chlore.....	29
III-4-Les analyses microbiologiques.....	29
III-4-1-Analyse bactériologique d'eau potable	29
III-4-1-1- Méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables	30
III-5-La méthode de milieu solide par la technique de la filtration	30
III-5-1-Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu Solide SLANETZ et BARTLEY	30
III-5-2-Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux en milieu Solide de la Gélose Endo	32

III-5-2-1- Recherche de coliformes totaux	32
III-5-2-2-Recherche de coliformes fécaux	32
III-5-3-Recherche <i>Salmonella</i>	34
III-5-3-1-Pré Enrichissement	34
III-5-3-2-Enrichissement et Isolement	34
III-5-3-3-Lecture des boites et Identification	34
III-6-Les analyses physico-chimiques.....	36
III-6-1-Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre	36
III-6-2-Mesure de la conductivité électrique	37
III-6-3-Turbidité	38
III-6-4-Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+).....	39
III-6-5-Dosage des nitrites (NO_2^-)	40
III-6-6-Dosage des nitrates NO_3^- méthode au salicylate de sodium	41
III-6-7-Détermination des phosphates (PO_4^{3-}).....	43
III-6-8-Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})	45
III-6-9-Détermination des chlorures (Cl^-).....	48
III-6-10-Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}).....	49
III-6-11-Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-).....	52
III-6-12-TAC (Titre Alcalimétrique Complet)	53
III-6-13-TA (Titre Alcalimétrique)	53
III-6-14-Minéralisation totale	53

Chapitre IV-Résultat et discussion

IV-1- Résultats	55
IV-1-1- Résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée	55
IV-1-1- 1- Température.....	56
IV-1-1- 2- le pH	58
IV-1-1- 3-Conductivité électrique	58
IV-1-1- 4-Turbidité	59
IV-1-1- 5-Dureté	60
IV-1-1- 6-TAC	61
IV-1-1- 7-TA	62
IV-1-1- 8-Les chlorures	62
IV-1-1- 9-Calcium	63

IV-1-1- 10-Les Sulfates	64
IV-1-1- 11-Les Nitrates.....	65
IV-1-1- 12-Les Nitrites	66
IV-1-2- Paramètre bactériologique	66
Conclusion	70

Références biobibliographiques

Annexes

ملخص

Résumé

Abstract

Remerciements

Nous exprimons notre gratitude à notre promoteur :

Dr. REBHI Abdelghani Elmahdaoui

Pour avoir accepté d'encadrer ce travail, et d'avoir contribué par son aide et encouragement afin d'avancer et bien l'accomplir.

Nos vifs remerciements vont à Mr. Amraoui A., Mme Touil S., Mr. Zaoui A., qui ont bien voulu examiner ce mémoire.

Aussi, il nous est particulièrement agréable d'adresser nos remerciements à Mr. Abdelhak Lehzayal de nous avoir aidé dans la rédaction de ce travail et autres.

On tient aussi à remercier les responsables des laboratoires du département de biologie de l'université Ziane Achour de djelfa, les laboratoires ADE de djelfa et URBATIA de djelfa

Enfin, on remercie tous ceux et celles qui nous ont guidés à bien réaliser cette recherche.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire ...

A ma très chère mère, qui peut être fière et qu'elle trouve ici le résultat des longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

A mon père, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tout les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour tout son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

A mes chères sœurs, Samira, Amel, Zineb, Naima et Samia pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,.

A tout ma famille

A tout mes amis qui été là pour moi quand j'en avais besoin

Merci d'être toujours là pour moi. Djamel

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour,

Le respect, la reconnaissance...

Aussi, c'est tout simplement que

Je dédie ce Mémoire ...

Aux êtres les plus chers à mon cœur, ma mère et mon père, pour leurs efforts, soutiens et encouragements qu'ils m'ont offerts tout au long de mes études, et sans mes parents, je ne serais jamais arrivée où je suis

Aujourd'hui

A mes sœurs Noura, Meriem, Safia, Maroua et Samah mon petite frère

Abdellah

A mes tous ceux qui me sont chers

Soufiane

Liste des tableaux

Tableau 1 : Normes OMS et algériennes des paramètres physico-chimique pour l'eau potable.....	11
Tableau 2 : Normes OMS des paramètres bactériologiques pour l'eau potable .	12
Tableau 3 : L'évolution de la population de la ville d'Ain Maâbed (1977-2008).	24
Tableau 4 : Les résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée.	55
Tableau 5 : La grille normative de l'OMS concernant la Température pour estimer la qualité de l'eau potable.	57

Liste des figures

Figure 01 : Illustré les différentes phases du cycle de l'eau.	4
Figure 02: L'incidence de Choléra dans le monde	14
Figure 03 : L'incidence des Hépatites en Algérie (1985-2007).....	15
Figure 04 : situation administrative de la commune d'ain maâbed.	20
Figure 05 : réseaux hydrographique de la commune d'ain maâbed.	22
Figure 06 : L'évolution de la population de la ville d'Ain Maâbed (1977-2008).....	24
Figure 07 : organigramme général du travail expérimental.	27
Figure 08 : diagramme des méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables.	30
Figure 09 : Recherche et dénombrement les Streptocoques fécaux.	31
Figure 10 : Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux.	33
Figure 11: Recherche <i>Salmonella</i>	35
Figure 12 : La variation de la température des eaux étudiées.....	57
Figure 13 : La variation du pH des eaux étudiées.....	58
Figure 14 : La variation de la conductivité des eaux étudiées.	59
Figure 15 : La variation de la turbidité des eaux étudiées.	60
Figure 16 : La variation de la dureté des eaux étudiées.....	61
Figure 17 : La variation du TAC des eaux étudiées.	62
Figure 18 : La variation des chlorures des eaux étudiées.	63
Figure 19 : La variation des teneurs en calcium des eaux étudiées.	64
Figure 20 : La variation des teneurs des sulfates des eaux étudiées.	65
Figure 21 : La variation des valeurs des nitrates des eaux étudiées.	65
Figure 22 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (les coliformes fécaux et totaux).	67
Figure 25 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (les streptocoques fécaux).....	68
Figure 26 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (<i>salmonelle</i>).	69

Liste des abréviations

µm : micromètre

AEP : Approvisionnement en eau potable

C° : degré celsius

CO₂ : Dioxyde de carbone

Ca²⁺: calcium

Cl⁻ : Chlorure

E. coli: *Escherichia coli*

HCO₃⁻ : Bicarbonates

I.N.S.P : Institut National de Santé Publique

K⁺ : Potassium

MTH : Maladie à transmission hydrique

Na²⁺ : Sodium

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

OMS : Organisation mondiale de santé

pH : potentiel d'hydrogène

SO₄²⁻: Sulfates

UV: Ultra-violet

VHA : virus de l'hépatite A

VHE: virus de l'hépatite E

EDTA : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.

F: Forage.

Mg/L : Milligramme par litre.

R: Robinet.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC: Titre Alcalimétrique Complet.

ZE : Zone éparsé.

DPD : Diehl paraphenylene diamine.

Introduction :

L'eau douce constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisante contribue au maintien de la santé. L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques (**OMS, 2003**).

L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable en Algérie provient soit de sources souterraines, soit d'eaux de surface. La plupart des Algériens consomment de l'eau potable qui leur est fournie par des réseaux publics de distribution qui doivent satisfaire à des exigences de qualité fixées par des normes nationales. L'ensemble des efforts nationaux pour l'alimentation de la population en eau potable a permis d'atteindre un taux de raccordement des foyers à l'eau potable de 93% en 2008 alors qu'il était de 78% en 1999 et de 92% en 2007 (**Rouissat, 2010**). Diverses études en Algérie ont porté sur la qualité physico-chimique, et microbiologique, des eaux. Elles ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et l'environnement.

Ain Maâbed qui est l'une des villes de la wilaya de Djelfa, la quasi-totalité de sa population est raccordée au réseau de distribution en eau potable. Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation au niveau de cette ville, nous avons réalisé une étude qui a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique de ces eaux et ce, en mesurant d'abord selon les techniques d'analyse décrites par (**Rodier et al. 2009**), la température, le pH, la conductivité, la dureté totale, les nitrates, le calcium et les chlorures, sur plusieurs échantillons prélevés dans différents sites et en comparant les résultats aux normes locales de potabilité de l'eau de manière à déterminer la qualité des eaux de la ville.

I-1- Importance de l'eau :

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc.; sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation (**Anglaret et Mortier, 2002**).

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De part sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule (**Guerd et Mesghouni, 2007**).

I-1-1- L'eau dans l'alimentation :

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants (**Grosnde et Coord, 1999**).

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2,2litres dont 1,2litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments (**Degremont, 1989**).

I-1-2- L'eau dans l'organisme humain :

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme (**Degremont et Turcelin, 1989**).

Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement (**Degremont, 1989**) (**Genin et al, 2003**).

I-1-3- L'eau dans les aliments :

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation.

Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible.

Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation (**Degremont, 1989**).

I-1-4- L'eau dans l'industrie :

L'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins :

- De façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.
- De façon indirecte: dans la production de différents aliments.

Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers

(**Degremont, 1989 ; Grosconde et Coord, 1999**).

I-1-5- L'eau dans l'agriculture :

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 -1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja) (**Azizi, 2014**).

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions (**Lecoq, 1965 ; Ramade, 1981**).

I-2- Le cycle de l'eau :

L'eau est un élément fondamental de la vie, recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (**Lelerc et al, 1977**).

La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux (**Lelerc, et al, 1977**).

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit: directement par ruissellement ou indirectement par infiltration: Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences (**Vilagines, 2000**).

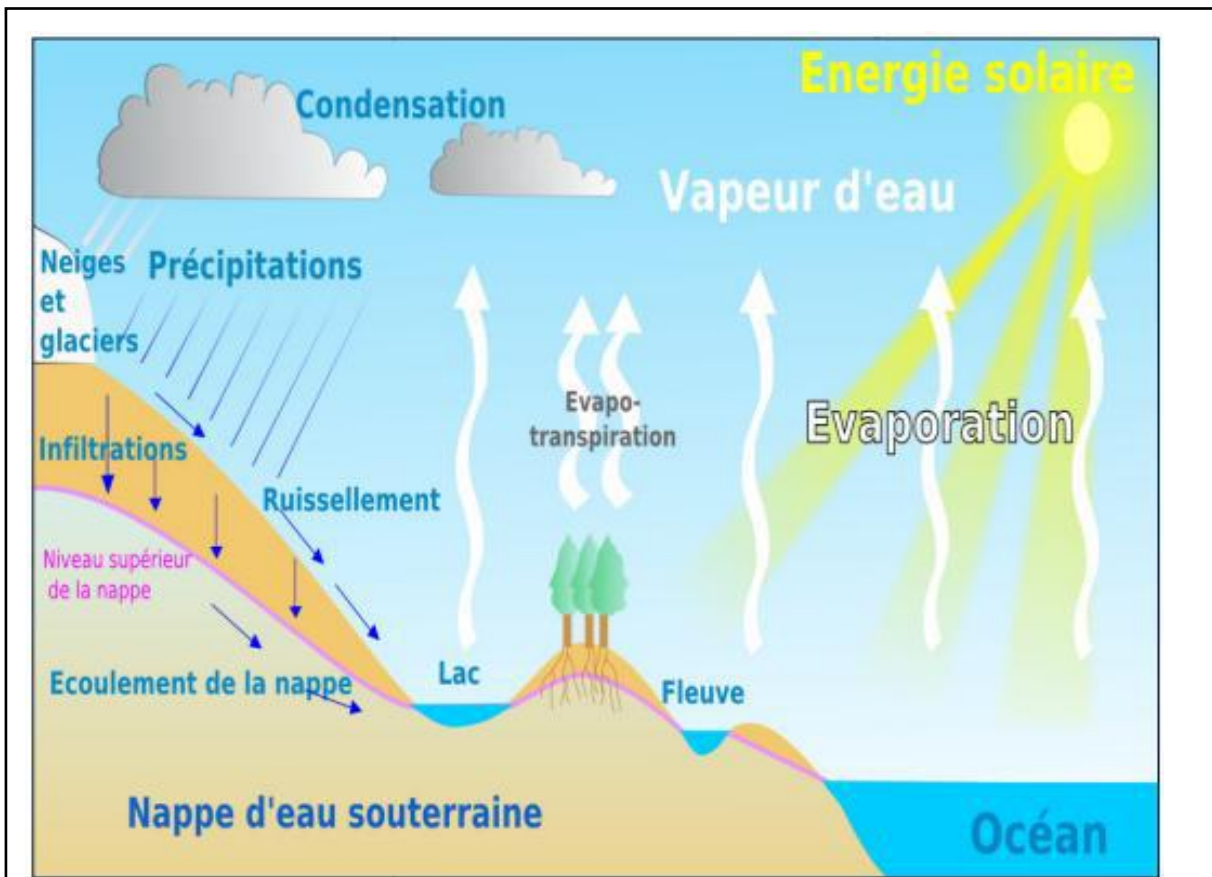


Figure 01 : Illustré les différentes phases du cycle de l'eau (**Mouffok, 2008**).

I-3- Ressource en eau potable :

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours. La plus grande partie des eaux du globe terrestre sont marines (97%). Les eaux douces ne représentent qu'une partie mineure. Elles constituent cependant une source important d'eau potable (**Boucenna, 2009**).

I-4- Les eaux de surfaces :

Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (**Manceur et Djaballah, 2016**).

I-5- Les eaux souterraines :

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles: les nappes profondes et les nappes phréatiques.

Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Par contre, elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures Chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur (**Manceur et Djaballah, 2016**).

I-6- Les paramètre de qualité des eaux potable et leurs normes :

L'eau doit répondre à des critères de la qualité très stricte fixée par le ministre de la santé et le conseil supérieur du secteur d'hygiène publique (**Zanat, 2009**).

I-6-1- Les paramètres physico-chimiques :

Les scientifiques évaluent la qualité de l'eau souterraine en mesurant les quantités des divers constituants contenus dans l'eau. Ces quantités sont souvent exprimées en milligrammes par litre (mg/l).

I-6-1-1- Les paramètres physiques :

- **Température**

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Les vitesses des réactions chimiques et biochimiques sont accrues par la température d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10°C. Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée (**Rodier, 1984**).

- **Potentiel Hydrogène (pH)**

Le pH mesurant l'acidité d'une solution, est défini par l'expression :

($\text{pH} = -\log H^+$ où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**Ramade, 1998**).

Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, habituellement il varie entre 7,2 et 7,6 (**Bremond et al, 1973**).

Il ressort que le pH n'a qu'un effet direct sur la survie et le transport des microorganismes pathogènes (**Marsily, 1995**). L'effet du pH du sol sur le transport des microorganismes pathogènes se manifeste principalement au niveau du processus d'adsorption (**Kemp et al, 1992**).

- **La conductivité électrique**

La conductivité électrique d'eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Généralement l'on considère que la situation est particulière ou anormale au-delà de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Rodier et al, 2009**). Elle constitue une bonne appréciation de la minéralisation de l'eau. Une conductivité élevée une quantité de sels dissous très importante (**Rodier et al, 1996**).

- **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**).

I-6-1-2- Les paramètres chimiques :

I-6-1-2-1- Les ions majeurs :

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par 8 ions, appelés couramment les majeurs. On distingue les cations : Calcium, Magnésium, Sodium, et Potassium, et anions : Chlorure, Sulfate, Nitrate, et bicarbonate.

❖ Les cations

- **Calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés. Il existe surtout à l'état L'hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc (**Rodier, 1976**).

- **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**).

- **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**).

❖ Les anions

- **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. 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**).

- **Les chlorures**

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**).

- **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**).

I-6-1-2-2- Les éléments tracent

- **Fer**

Le fer est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre. Il se trouve dans l'eau douce naturelle à des niveaux allant de 0,5 à 50 mg /litre. Le fer peut également être présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau. Le fer présent dans l'eau potable est un élément essentiel dans la nutrition humaine (**OMS, 2003**).

- **Les nitrites**

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action de nitrifiante. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car lui est souvent associée une détérioration de la qualité microbiologique (**Rodier, 1976**).

- **Les nitrates**

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répandus dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (**Savary, 2010**).

- **Manganèse**

Le manganèse est très répandu dans la nature. Les concentrations dans l'écorce terrestre peuvent varier de 500 à 600 mg/kg. Les minerais les plus connus sont la pyrolusite, la rhodocrosite, la brunîtes. Certaines eaux souterraines ont des teneurs de l'ordre 1mg/l en particulier lorsqu'il y a support en milieu réducteur, ou sous l'action de certaines bactéries (**Rodier, 1976**).

- **Arsenic**

L'arsenic est un élément naturel très répandu dans la croûte terrestre. Il est présent dans certaines réserves d'eau potable, y compris les puits. L'exposition à de fortes concentrations

d'arsenic peut avoir des effets sur la santé, L'arsenic n'a ni goût ni odeur. Il est donc impossible de savoir si l'eau potable en contient. Parce que l'arsenic peut causer le cancer, il faut limiter le plus possible les concentrations d'arsenic dans l'eau potable (**Ministre de la Santé, 2006**).

- **Zinc**

Le zinc est un oligo-élément essentiel qui se trouve dans presque tous les aliments et dans l'eau potable sous forme de sels ou de complexes organiques. Le régime alimentaire est normalement la principale source de zinc. Bien que les niveaux de zinc dans les eaux de surface et les eaux souterraines ne dépassent pas 0,01 et 0,05 mg /litre, respectivement, les concentrations dans l'eau du robinet peut être beaucoup plus élevée à cause de la dissolution de zinc à partir de tuyaux (**OMS, 2003**).

- **Argent**

L'argent se présente à l'état natif sous forme de minerai, ou associé à des minerais de plomb, d'or, de cuivre et de zinc. Il est pratiquement inexistant dans l'eau, et il arrive que la teneur soit élevée dans l'eau de robinet du fait de sa présence à l'état de traces dans certains accessoires de plomberie (**Savary, 2010**).

- **Cuivre**

Le cuivre se présente dans la nature sous forme de minérale de cuivre natif. De minerais oxydés ou sulfurés, à l'air, il se recouvre d'une mince couche de carbonate basique (**Rodier, 1976**).

I-6-1-3- Dureté :

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. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO₃. Elle est aussi très souvent donnée en degrés Français (**Rodier et al, 2009**).

I-6-2- Les paramètres microbiologiques :

L'eau potable ne doit pas contenir de micro-organismes pathogènes et doit être libre de bactéries indicatrices de contamination fécale.

I-6-2-1- Les coliformes totaux :

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37°C, ils sont sensibles au chlore (**Hamed et al, 2012**).

I-6-2-2- Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes, comme les salmonelles. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés (**Debabza, 2005**).

- ***E. coli***: L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. L'OMS (2004), n'énonce que la présence d'*E. coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente (**Maiga, 2005**).
- **Intérêt de la recherche et de dénombrement d'*E. coli***: Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait *E. coli*, en raison de son abondance dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche), et de sa persistance pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie d'une semaine à un mois) (**Debabza, 2005**).

I-6-2-3- Streptocoques fécaux (Les entérocoques) :

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.

- **Intérêt du dénombrement des streptocoques fécaux**: L'apport d'entérocoques par rapport aux coliformes consiste en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles. Leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne (**Maiga, 2005**).

I-6-3- Normes de potabilité :

Les normes définissant une eau potable sont variables suivant la législation en vigueur, qui permet de protéger les personnes dont la santé est les plus fragiles (Zanat, 2009).

Tableau 1 : Normes OMS et algériennes des paramètres physico-chimique pour l'eau potable (OMS, 2003).

Substances	Unité	Normes OMS	Normes algériennes
Turbidité	NTU	<2.5	<2
Température	C°	<25	<25
TA	mg/L	<15	<5
TAC	mg/L	<15	<
Calcium	mg/L	<270	<200
Magnésium	mg/L	<50	<150
Chlorure	mg/L	<250	<500
Concentration en ions hydrogène	PH	≥6.5 et ≤ 9.5	≥6.5 et ≤ 9
Dureté	mg/L de CaCO ₃	<500	<500
Conductivité a 20° C	µS/cm	<2100	<2800
Ammonium	mg/L	<0.5	<0.5
Potassium	mg/L	<20	<12
Aluminium	mg/L	<0.2	<0.2
Cadmium	µg/L	<3	<3
Cuivre	mg/L	<2	<2
Oxygène dissous	O ₂	<6.5	Pas de valeur guide
Fluorure	mg/L	<1.5 mg/L (jusqu'à 10)	<1.5
Fer	mg/L	<0,3	<0.3
Manganèse	mg/L	<0,4	<0.05
Nitrate	mg/L	<50	<50
Nitrite	mg/L	<0,1	<0.1
Oxydabilité	mg/L O ₂	<5	<5

Sulfate	mg/L	<400	<400
Zinc	mg/L	<3	<5
Phosphate	mg/L	<0.5	<0.5
Cyanure	mg/L	< 0,07	<0.07
Résidu sec	mg/L	<1500	<2000

(OMS, 2003).

Tableau 2 : Les normes OMS des paramètres bactériologiques pour l'eau potable

Variable	Concentration maximale admissible (eau désinfectée)
Coliformes totaux / 100 ml	0
Coliformes fécaux / 100	0
Streptocoques fécaux / 100 ml	0

(OMS, 2003).

I-7- les maladies à transmission hydrique :

Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites issues d'une fèces humaine ou animale (**Tourab, 2013**).

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre. Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique (**N'diaye, 2008**).

Dans son rapport du 26 juin 2008, l'OMS estime que l'eau sale est à l'origine de 9,1% des maladies et de 6% des décès enregistrés chaque année dans le monde. Les enfants sont les premières victimes, Il y a une forte inégalité entre les pays riches et pauvres : l'eau est à l'origine de moins de 1% de la morbidité dans les pays développés, cette proportion atteint 10% dans les pays en développement.

En 2009, 1,1 milliard de personnes n'ont aucun accès à une source d'eau salubre. La conséquence directe est que 1,6 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques.

Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite (**Baziz, 2008**).

I-7-1- Maladies hydriques d'origine bactérienne :

Parmi les affections hydriques dont l'impact est important, on distingue surtout les maladies hydriques d'origine bactérienne dites « maladies de canalisations » (**N'diaye, 2008**).

Dues à des germes pathogènes, ou potentiellement pathogènes, sont responsables de la plupart des maladies infectieuses qui sévissent en Afrique subtropicale notamment : le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie, la gastro-entérite, les maladies diarrhéiques, etc (**Maiga, 2005**).

Généralement transmises à l'Homme par voie digestive liée à la consommation d'eau ou d'aliments contaminés (**Maiga, 2005**).

I-7-1-1- Le choléra :

C'est une maladie à transmission orofécale due par *Vibrio cholera* qui libère une exotoxine thermolabile et entraîne une hypersécrétion d'eau. Le volume d'eau éliminé peut atteindre 15 à 20 L par jour. La dose infectante est importante, de l'ordre de 10^8 bactéries (**Tourab, 2013**).

L'OMS estime dans l'année 2000 près de 140.000 cas causent approximativement 5000 morts furent annoncés à l'OMS, l'Afrique comptait 87 % de ces cas (**N'diaye, 2008**).

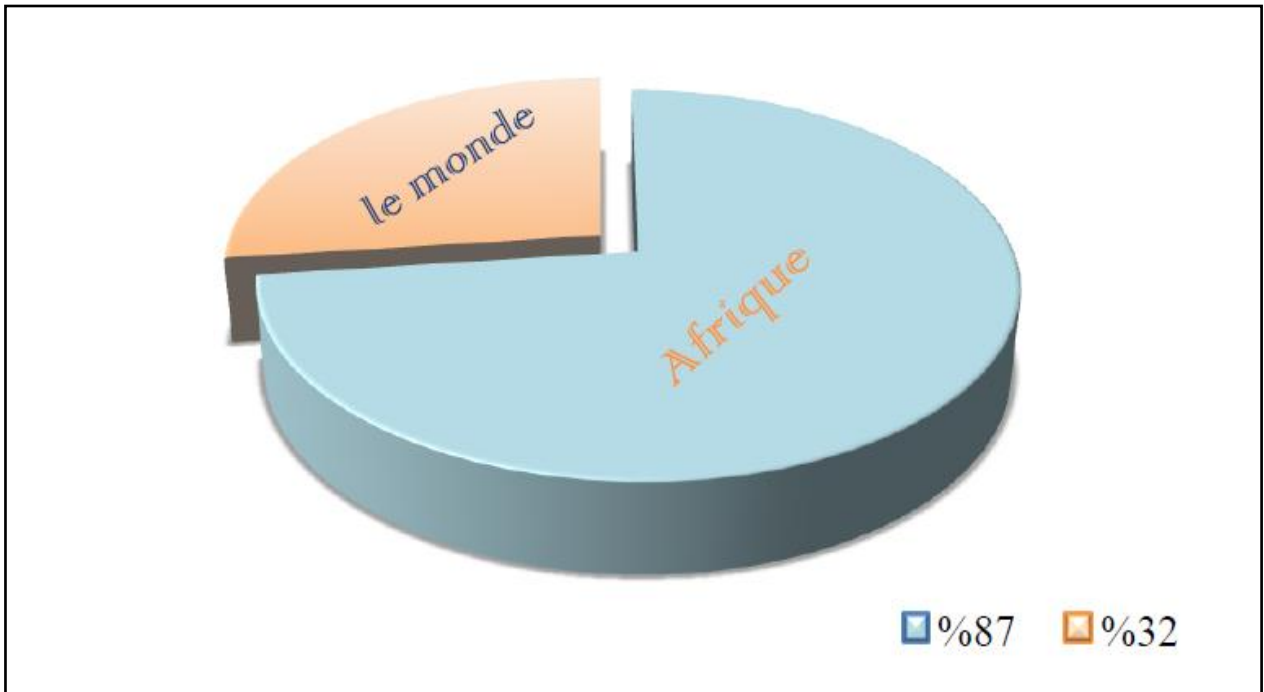


Figure 02: L'incidence de Choléra dans le monde (N'diaye, 2008).

I-7-1-3- La typhoïde :

La fièvre typhoïde et paratyphoïde dues à des salmonelles (*salmonella typhus* et *paratyphus*, peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie accompagnée avec fièvre élevée, une céphalée, diarrhée, douleurs abdominales abattement extérieur (le typhus) (Baziz, 2008).

I-7-1-4- La Shigellose ou Dysenterie bacillaire :

Les shigelles sont responsables de toute une variété de signes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère, jusqu'à la dysenterie sévère. Elles sont résistantes aux effets destructeurs des acides facilite la propagation digestive intraluminaire de la bactérie (Ntembue Muambi, 2013).

I-7-2- Maladies hydriques d'origine virale :

I-7-2-1- Les hépatites virales :

Les deux principaux virus responsables d'hépatites virales aiguës sont le virus de l'hépatite A (VHA) et le virus de l'hépatite E (VHE). Tous deux sont transmis par voie féco-orale et peuvent provoquer de grandes épidémies. L'eau joue un rôle majeur dans leur transmission. Toutefois, ils correspondent à deux modèles épidémiologiques différents.

Les épidémies ne s'observent que dans les pays à niveau d'hygiène insuffisant et sont généralement liées à une contamination massive de l'eau. Elles se caractérisent par un taux de létalité élevée (Figure 03).

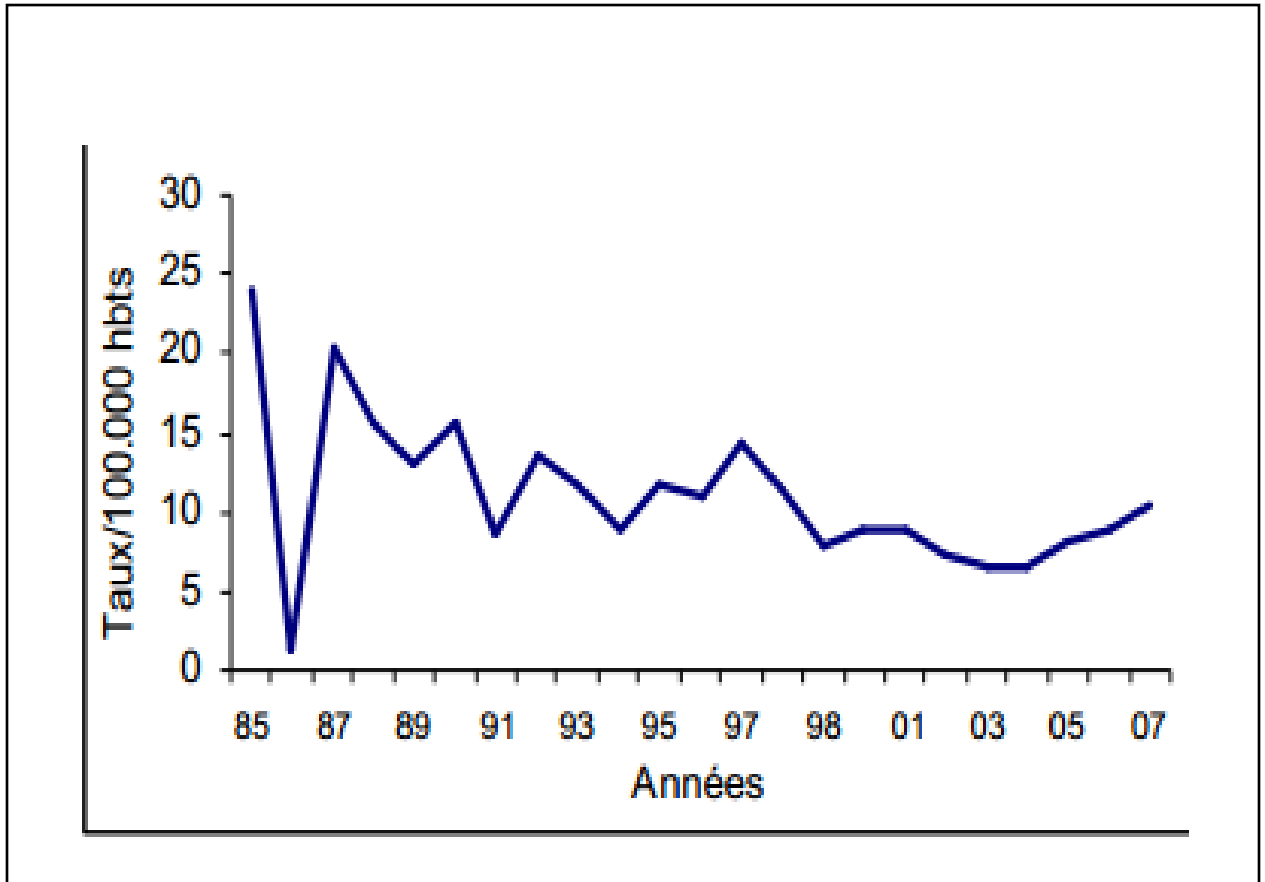


Figure 03 : L'incidence des Hépatites en Algérie (1985-2007).

I-7-2-2- Poliomyélite :

La poliomyélite est une infection entérovirale due *entérovirus poliovirus*, la polio se diffuse par contact d'homme à homme, entrant généralement dans le corps par la bouche à cause de la contamination par des fèces de l'eau ou de la nourriture. La maladie est généralement mortelle si les cellules nerveuses du cerveau sont attaquées (poliomyélite bulbaire), entraînant une paralysie des muscles essentiels, tels que ceux contrôlant l'ingestion, les battements du cœur et la respiration **(Baziz, 2008)**.

L'Institut National de Santé Publique (I.N.S.P) estime un taux d'incidence de 5, 6% pour la poliomyélite parmi les MTH-2011 **(Baziz, 2008)**.

I-7-3- Maladies hydriques d'origine protozoaire :

I-7-3-1- L'amibiase :

L'amibiase est une parasitose cosmopolite causée par l'amibe dysentérique et provoque la dysenterie amibienne. De nombreuses espèces d'amibe vivent dans le gros intestin de l'homme, seule l'une d'elles; *Entamoeba histolytica*, est susceptible de déclencher une amibiase, c'est la seule qui possède en effet la capacité de traverser la muqueuse de l'intestin et d'en détruire la paroi où nourrit exclusivement d'hématies où il provoque une nécrose locale et des ulcères. Ce parasite est présent sous sa forme enkystée dans l'eau ou les aliments souillés qui sont très résistants **(Benayada, 2011)**.

Les symptômes habituels de la maladie sont la diarrhée, la fièvre et des crampes abdominales, l'infection peut se compliquer; L'amibe change alors de biotope, gagne d'autres organes elle entraîne diverses manifestations intestinales et extra intestinales (hépatique, pulmonaire...) **(Benayada, 2011)**.

I-7-3-2- Les Giardiasis :

La Giardiasis est une parasitose de l'intestin grêle, due à un protozoaire flagellé : *Giardia intestinales*, La transmission du parasite se fait principalement par l'ingestion d'eau ou d'aliment contaminés par les formes kystiques du parasite. On sait actuellement que c'est un parasite, touchant 10 à 20 % des populations vivant en climat tempérés et chauds, Il semble que la présence des *Giardia* entraîne des troubles dans l'absorption de divers aliments ou vitamines, si l'infestation est peu importante, elle peut rester latente. Parfois, le début est brutal, après incubation de 10 à 15

jours, avec des symptômes gastro-entérite aigüe avec des douleurs abdominales, ballonnement, nausées, anorexie, vomissements, et diarrhée aqueuse (**Benayada, 2011**).

I-7-4- Les maladies causées par les helminthes :

I-7-4-1- Ascaridiase ou ascaridiose :

L'ascaridiose est due à un nématode (ver rond): *Ascaris lombricoïdes*. C'est une parasitose cosmopolite, l'une des plus communes et des plus répandues (**N'diaye, 2008**).

Dans les années 1970, une personne sur quatre dans le monde en était atteinte, ce chiffre a probablement légèrement diminué depuis. On la rencontre principalement dans les pays tropicaux. La contamination est réalisée par l'ingestion d'œufs d'*ascaris* souillant l'eau les fruits et les légumes, ou par les mains sales. Après avoir éclos dans le tube digestif, les vers gagnent le foie, les poumons puis l'intestin grêle, où ils deviennent adultes, la femelle pondant des œufs rejetés dans les selles (**Baziz, 2008**).

Le cycle évolutif est direct à un seul hôte, l'homme. L'œuf, très résistant, évolue dans le milieu extérieur, s'embryonne en trois semaines au moins, et devient infectieux (**Baziz, 2008**).

I-7-5- Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie :

- La vétusté des réseaux en milieu urbain qui provoque fréquemment des cross-connexions entre les réseaux d'approvisionnement en eau potable (AEP) et l'assainissement.
- L'accroissement des besoins en eau qui est liée d'une part à une forte poussée démographique et d'autre part en développement économique et industriel.
- Les facteurs sociaux, comme l'exode rural massif des populations, la multiplication autour de grandes villes du pays : Alger, Annaba, Constantine, Oran, Djelfa
- Urbanisation anarchique.
- La dégradation de l'environnement (**N'diaye, 2008**).

I-7-6- Le programme national de lutte contre les M.T. H :

Plusieurs facteurs ont permis l'écllosion de nombreux foyers endémo-épidémiques des MTH et la multiplication de nombreux processus épidémiques de typhoïde et de choléra durant les saisons estivales **(N'diaye, 2008)**.

Devant cette grave situation épidémiologique, le gouvernement a mis en place en 1987 un programme national de lutte contre les maladies hydriques **(N'diaye, 2008)**.

Le programme de la lutte contre les M T H comprend : des actions relevant de secteur de l'hydraulique (réseau de distribution et d'assainissement, épuration des eaux, ...), des actions qui doivent être menées par les services de santé (surveillance épidémiologique, contrôle systématiques des aliments et de l'eau de boisson) et des actions qui sont prises en charge par les communes (entretien et protection des ouvrages d'adduction d'eau, l'assainissement et la contrôle des puits) **(N'diaye, 2008)**.

II-1- Situation géographique et administrative de la commune :

II-1-1- Situation administrative :

La commune d'Ain Maâbed dépend administrativement de la wilaya de Djelfa, elle se situe à 18 Km à Nord du chef-lieu de wilaya de Djelfa, C'est la 36^{eme} commune de la wilaya de Djelfa selon le découpage administratif de 1984. S'étale sur une superficie de 464 Km²

Elle est limitée administrativement par (voire la figure N°4)

- La Commune de Hassi Bahbah (chef-lieu Daïra) au Nord ;
- La Commune de Dar chioukh et la Commune de Sidi Baizid à l'Est ;
- La Commune de Djelfa (chef-lieu Wilaya) au Sud
- La Commune de Zaafrane à l'Ouest.

II-1-2- Situation géographique :

La commune d'Ain Maâbed se situe selon les coordonnées géographiques

- Longitude : (entre deux points 3° 8' 0" et 3° 17' 0") Est
- Latitude : (entre deux points 34° 48' 0" et 34° 56' 0") Nord.

La commune d'Ain Maâbed se situe sur le versant nord de l'atlas saharien une partie de son territoire est incluse dans les monts des Ouled Nail et l'autre dans les hautes plaines du Djebel Takouka avec une altitude de 1028 m.

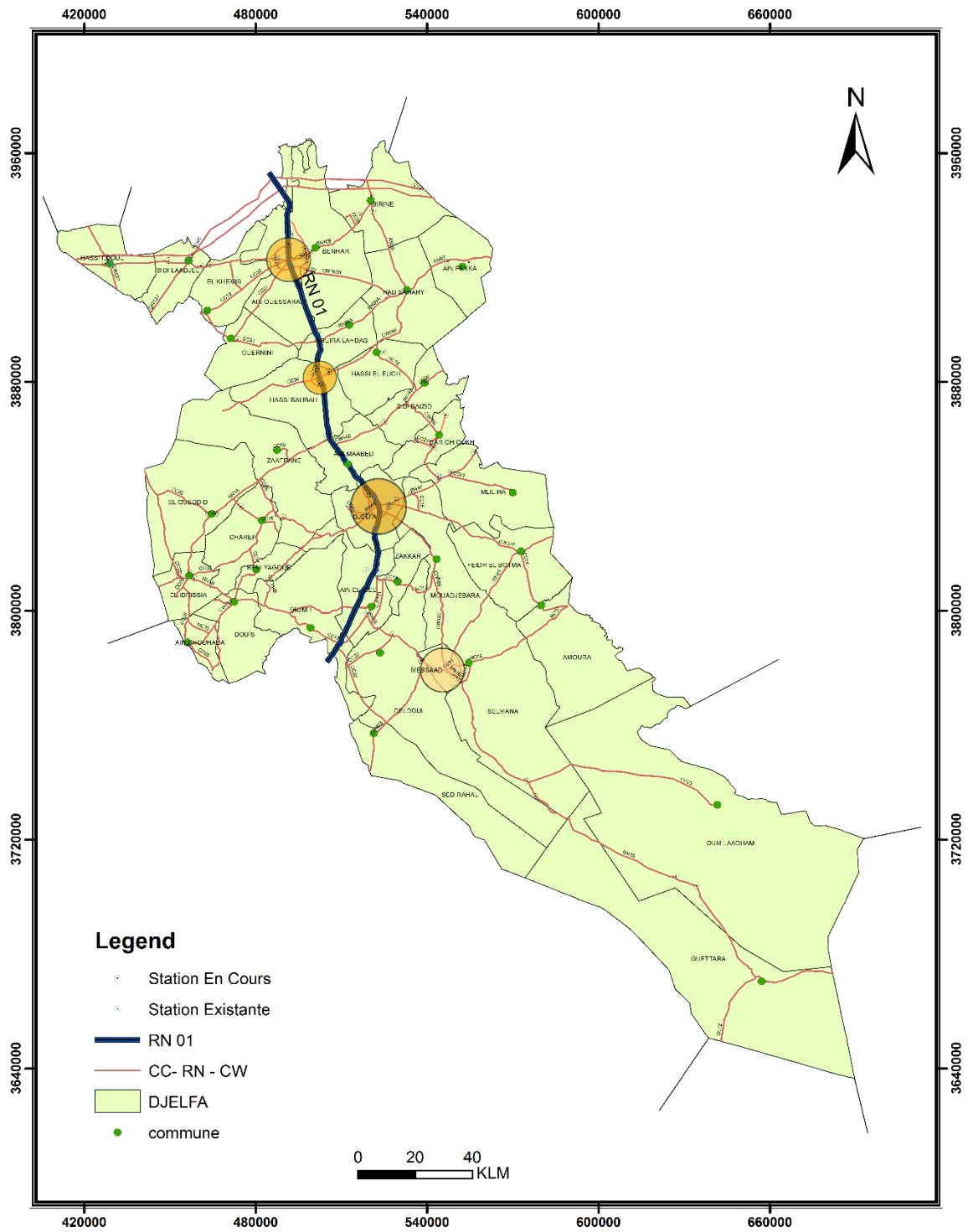


Figure 04 : situation administrative de la commune d'ain maâbed (URBATIA Djelfa).

II-2-Réseaux hydrographique :

Le bloc montagneux formé de Djebel Takouka et Djebel El Dardar constituent une ligne de répartition des eaux pluviales, ce qui partage le territoire de la commune en deux bassins cumulant :

- **Bassin du Nord** : ces eaux réunies à travers des petits affluents de la plaine Nord ;
- **Bassin de Sud** : ces eaux se renient à Oued Mellah, ce dernier ces eaux se verse à la plaine Nord.

Donc, la plaine Nord se présente comme un estuaire de deux bassins cumulant ce qui lui rendre riche et de bonne qualité de sol.

Les Oueds les plus importants qui déversent à Oued Mellah : Oued Ounid et Oued Rhiba à l'Ouest, Oued Sidi Sliman et Oued Louzon à l'Est. (Voire la figure n°5).

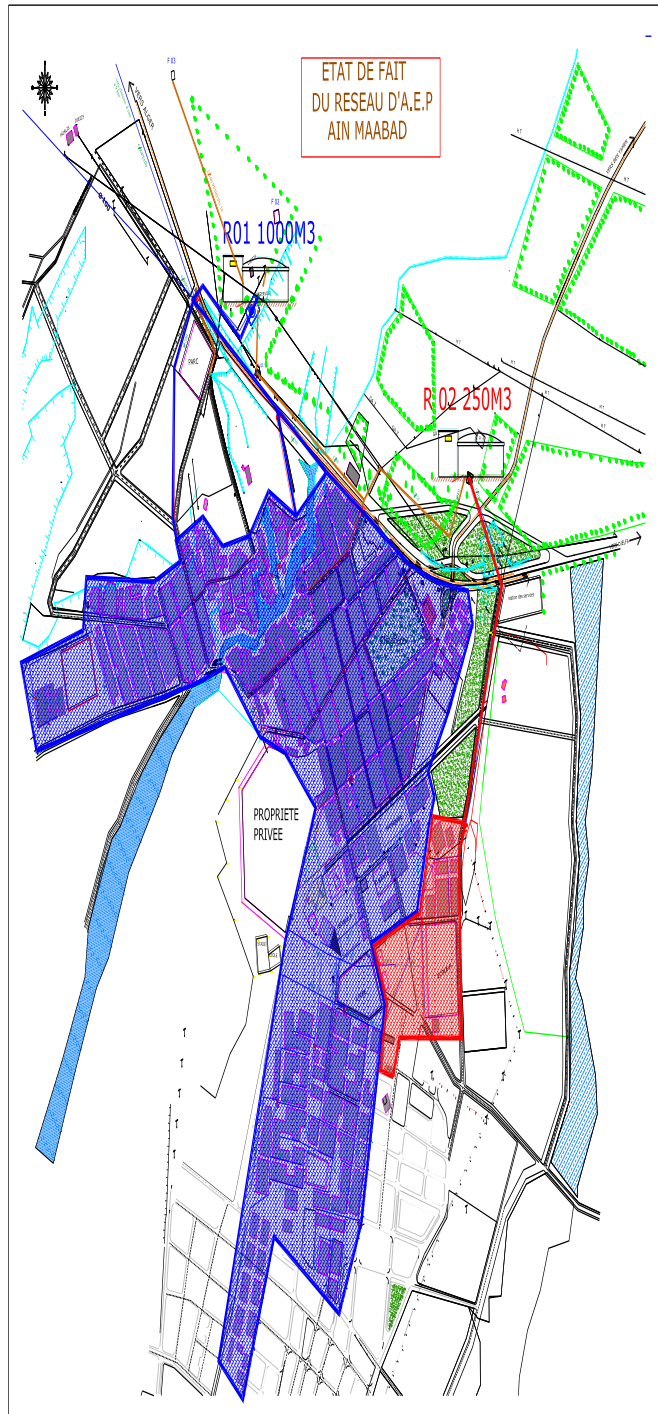


Figure 05 : réseaux AEP de la commune d'ain maâbed (URBATIA Djelfa).

II-3- Caractéristique démographique et socioéconomique :

L'étude démographique est une étude statistique des populations, de leur évolution et de leur mouvement. <<L'avantage d'une étude démographique est de fournir des éléments de classification et de faire apparaître des données qui sont de plus intérêt pour analyser des besoins d'équipements et de services>>.

La commune d'Ain Maâbed se répartie en agglomération chef-lieu de 15341 habitants soit de 74,80% et 5170 habitants représentant 25,20% dans la zone éparse (ZE) en 2008.

II-3-1- évolution de la population :

La croissance de la population traite l'évolution de la population dans le temps, elle désigne l'étude de différents variable qui apparaître sur le nombre de la population avec une augmentation ou avec une diminution. Elle est considérée comme un phénomène démographique relie avec la naissance, la mortalité et la migration qui peuvent être des facteurs assistants ou des facteurs entravant.

Dépend à ces données, on peut savoir l'état de l'évolution de la population de la ville Ain Maâbed appuyant sur les données du recensement général de la population et de l'habitat.

Tableau 03 : L'évolution de la population de la ville d'Ain Maâbed (1977-2008).

Années	Nombre de la population	Croissance	Taux d'accroissement (%)	Taux d'accroissement de la wilaya (%)	Taux d'accroissement national (%)
1977	1891	-	-	2,36	3,21
1987	5415	3524	11,09	4,70	3,08
1998	10930	5515	6,6	4,44	2,15
2008	15341	4411	3,4	3,7	1,7

Source : RGP (1987,1998 et 2008) (ONS)

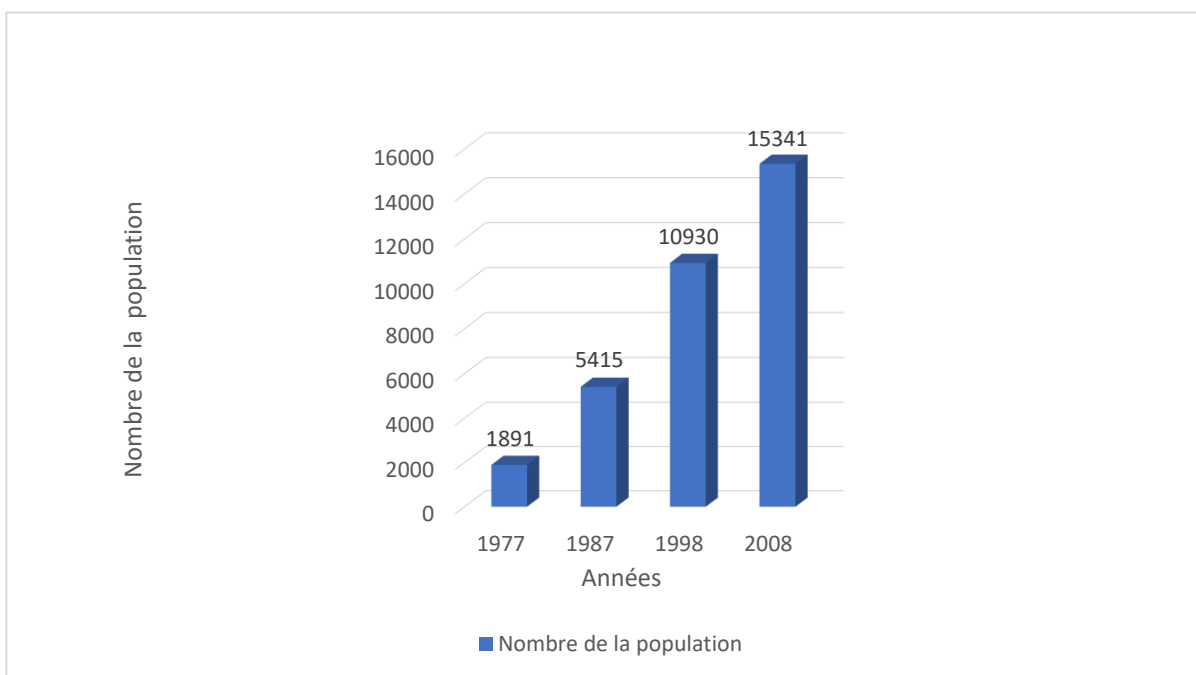


Figure 06 : L'évolution de la population de la ville d'Ain Maâbed (1977-2008)

Selon le tableau N° 03 et le graphe N°04 qui montrent l'évolution de la population de la ville d'Ain Maâbed, on remarque une croissance galopante entre les différents périodes de recensement 1977 et 1987 ce qui nous permet de ressortir 03 phases :

a) Phase entre 1977-1987 :

La ville Ain Maâbed a connu une croissance rapide de la population de 1891 habitant en 1977 à 5415 habitant en 1987 enregistrant un taux d'accroissement de 11,09 %, c'est un taux très élevée comparant par celui de la wilaya 4,70% et ce national 3,08%.

Cette forte augmentation due aux raisons suivantes :

- Promotion de la zone Ain Maâbed au rang des communes en 1985 ;
- L'arrivée des ruraux et leur installation dans la ville ;
- La position stratégique qu'elle occupe par rapport à leur proximité de chef-lieu de wilaya et le franchissement de la route national N°01.

b) Phase entre 1987-1998 :

Cette phase est caractérisée par la croissance de la population passant de 5415 habitants en 1987 à 10930 habitants en 1998 avec un taux d'accroissement de 6,6% nettement élevée par rapport au taux d'accroissement de la wilaya 4,44% et ce national 2,15%. Cela s'explique par le phénomène de l'exode rural des habitants des zones éparses vers la ville échappant de la sécheresse et cherchant des bonnes conditions de sécurité et de vie.

c) Phase entre 1998-2008 :

La croissance de la population atteignait durant cette décennie 4411 habitant dont le nombre de la population passé de 10930 habitant en 1998 à 15341 habitant en 2008 avec un taux d'accroissement de 3,4% qui est supérieur à ce national 1,7%, cette augmentation est due à l'amélioration des conditions sociales reflétée par la croissance du taux de natalité et baisse de taux de mortalité.

III-1- objectif de l'étude :

L'objectif de ce travail a pour but de déterminer la qualité de l'eau de robinet et les trois fourrages alimentant la commune de Ain Maabad, par réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de faculté de SNV et le laboratoire de l'ADE à Djelfa. Les prélèvements sont faits directement des réservoirs et chez des habitants puis subissent dans la même journée des analyses au laboratoire.

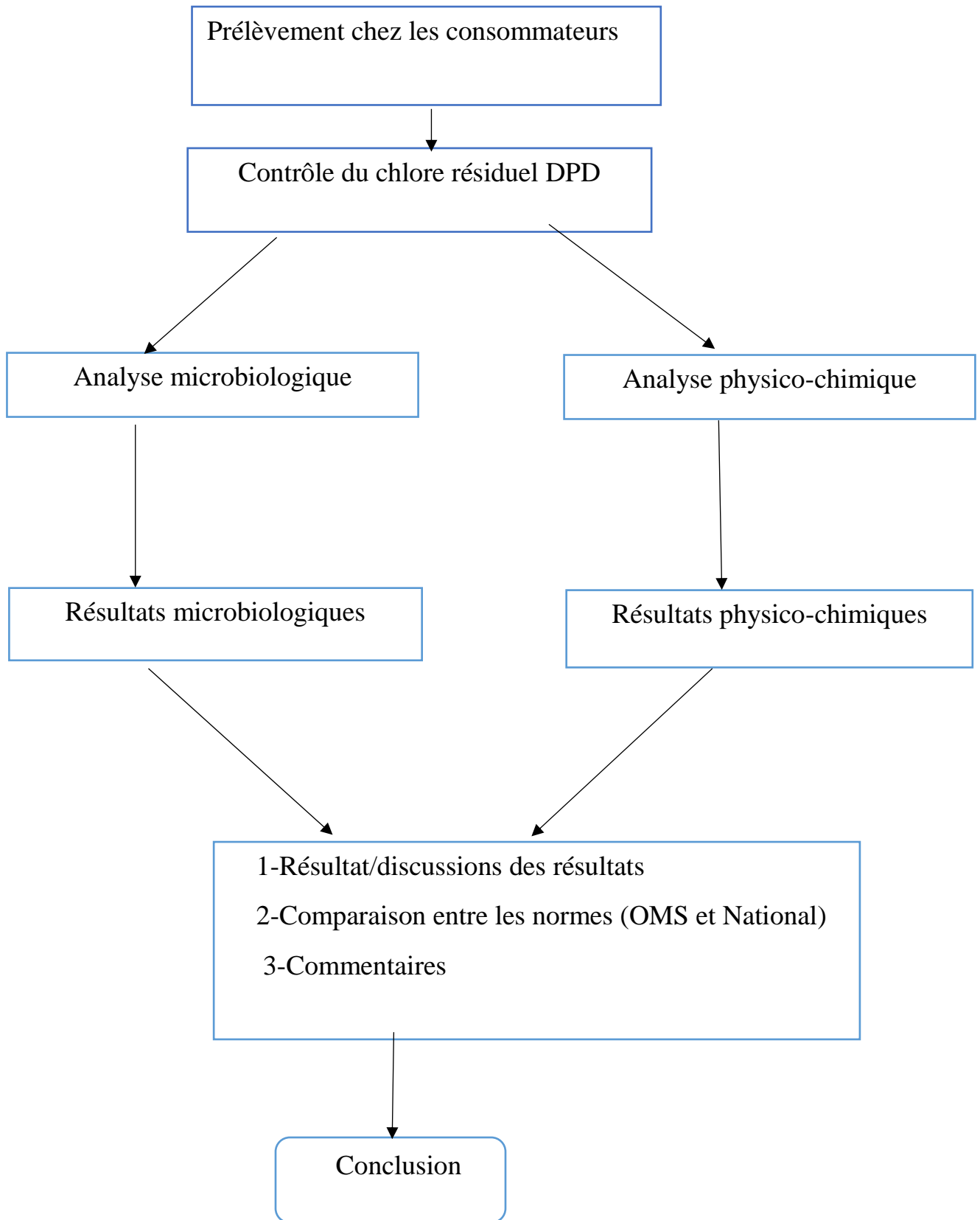


Figure 07 : organigramme général du travail expérimental.

III-2-Echantillonnage :

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable de points d'échantillonnage
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage
- La conservation adéquate de l'échantillon (**RODIER, 1997**).

III-3-Mode de prélèvement :

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- Identité des préleveurs
- Date et heure de prélèvement
- Motif de la demande d'analyse
- Point de prélèvement d'eau
- Origine de l'eau (eau de robinet)

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles. Trois flacons de 1 L, et 4 flacons de 200ml, un est réservé pour l'analyse microbiologique et physico-chimique.

Technique de prélèvement au niveau d'un robinet :

- Procéder à la désinfection du robinet (flambage ou lingettes imbibées d'alcool à 70°C).
- Refroidir (En cas de flambage) ou rincer (en cas d'utilisation de lingettes imbibées d'alcool à 70 C°).
- Pendant le remplissage, le dispositif de fermeture du flacon ne doit entrer en contact avec aucun élément (doigts, sol, poche, dent).
- Laisser un volume d'air dans le flacon de sorte à permettre l'agitation appropriée avant analyse.
- Fermer le flacon immédiatement. Ne pas utiliser cet échantillon pour la mesure de la température ou autre mesure sur site (**Dr LEBRES, 2002**).

III-3-1-Transport des échantillons :

Les analyses microbiologiques doivent être commencées moins de 6 heures après le prélèvement. Si le transport dépasse 6 heures, ainsi si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C. Enfin, les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant de commencer les analyses (Dr LEBRES, 2002).

III-3-2-Test de chlore :

Avant d'analyser il faut tester le taux de chlore. Pour cela Utilisé une méthode plus rapide et la plus facile est le test DPD (Diehl paraphenylene diamine).

Matériel utilisé :

- En utilisant un comparateur colorimétrique.

Méthodes :

- Remplir l'une des cuves du comparateur d'eau jusqu'au repère indiqué sur la cuve ;
- Ajouter une comprimé du réactif (DPD1) dans le tube ;
- Agiter le tube ;
- Placer le tube dans le comparateur ;
- En tenant le comparateur dirigé vers la lumière ;
- Faire tourner le disque est comparée visuellement à la couleur apparue sous l'action du réactif ;
- Lire la concentration du chlore en mg / L.

III-4-Les analyses microbiologiques :

III-4-1-Analyse bactériologique d'eau potable :

L'analyse bactériologique d'une l'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 souvent présentes

dans l'intestin des mammifères et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale (Rodier *et al*, 2009).

III-4-1-1- Méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables :

L'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. Ces détermination qualitatives et quantitatives sont établies à partir : Deux méthodes de Recherche et démembrement, ce qui correspond sur le diagramme suivant:

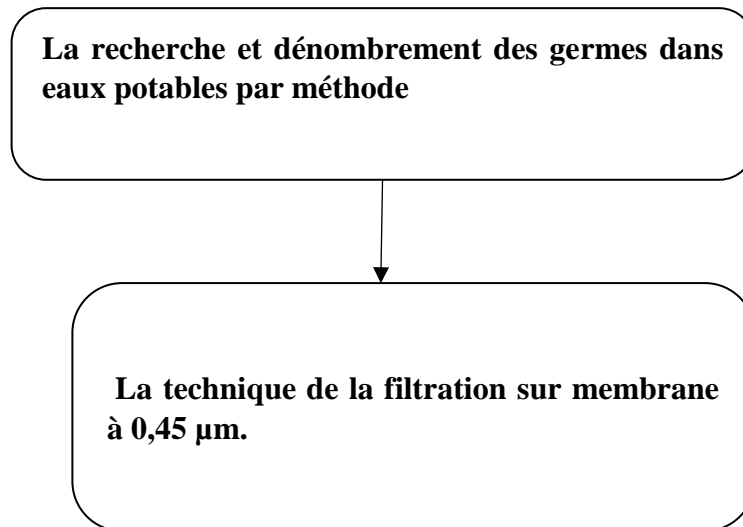


Figure 08 : diagramme des méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables.

III-5-La méthode de milieu solide par la technique de la filtration :

III-5-1-Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu Solide SLANETZ et BARTLEY :

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen ;
- Le refroidir soit avec l'eau à analyse ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ;
- Fixer ce dernier avec la pince correspondant ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser ;
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose SLANETZ et BARTLEY ;

Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 h, comme l'indique le schéma 09.

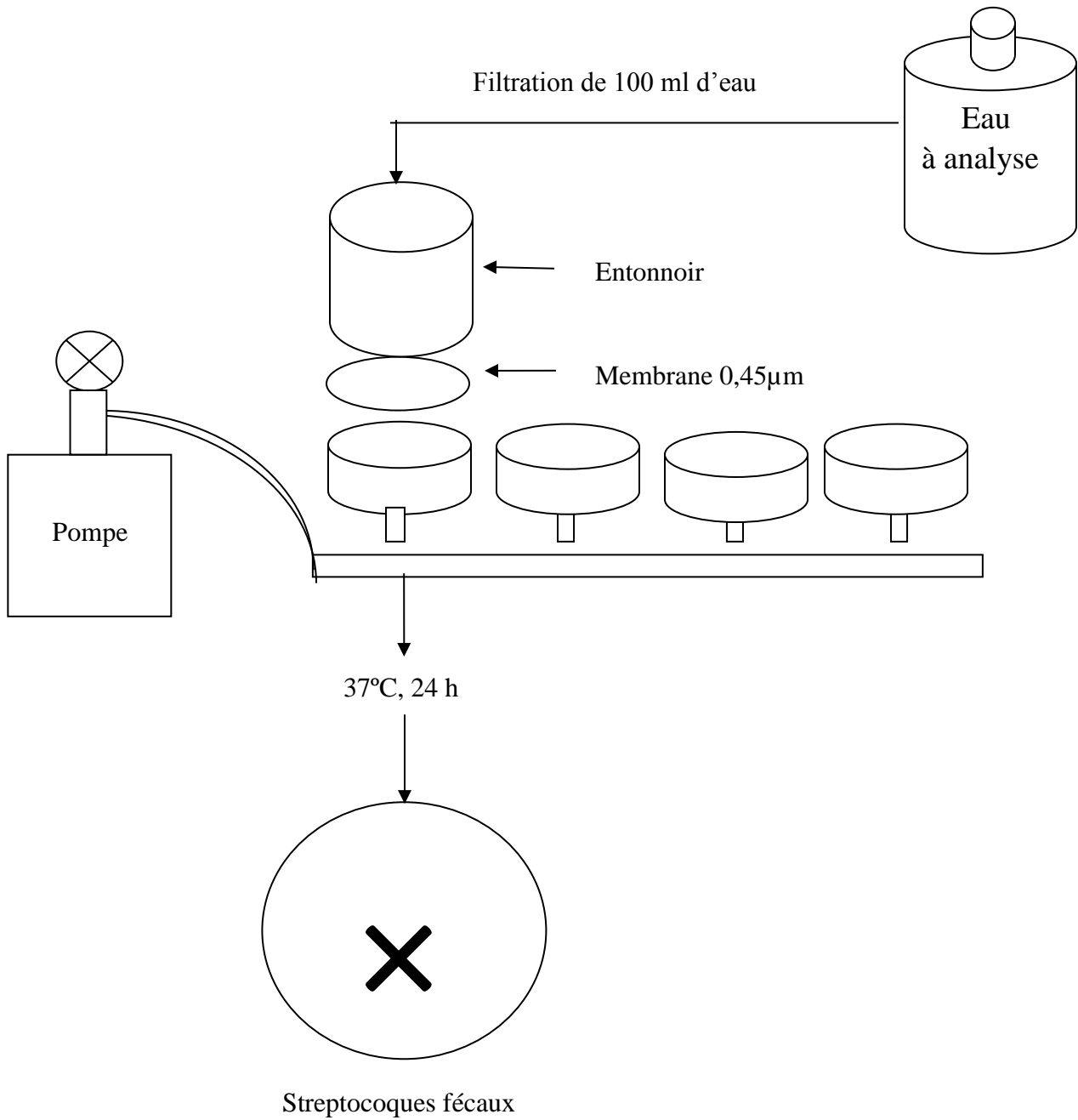


Figure 09 : Recherche et dénombrement les Streptocoques fécaux.

III-5-2-Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux en milieu Solide de la Gélose Endo :

- Tout abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bac bunsen ;
- Le refroidir soit avec l'eau à analyse ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- Mettre en ce place de façon aseptique une membrane de 0,45µm entre la membrane ce dernier avec la pince stérile ;
- Fixer ce dernier avec la pince correspondant ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyse ;
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;

III-5-2-1- Recherche de coliformes totaux :

- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose Endo ;

Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 h et servira à la recherche des coliformes totaux, comme l'indique le schéma 10.

III-5-2-2-Recherche de coliformes fécaux :

- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose Endo ;

Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 h et servira à la recherche des coliformes fécaux, comme l'indique le schéma 10.

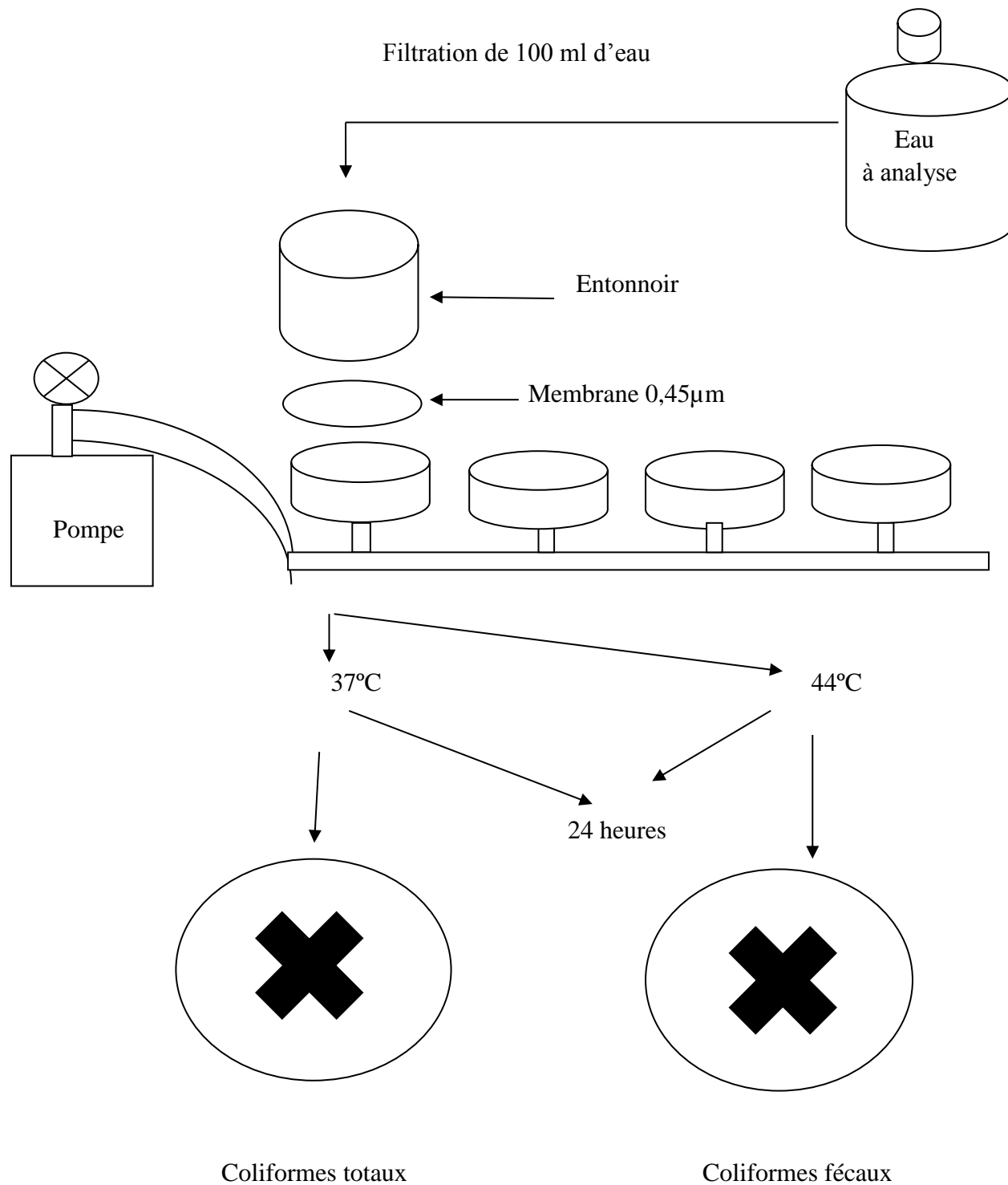


Figure 10 : Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux.

III-5-3-Recherche *Salmonella* :

III-5-3-1-Pré Enrichissement :

Pré enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite – Cystéine D/C réparti à raison de 100 ml par flacon, ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyse, puis incubé à 37 °C pendant 18 à 24 h.

III-5-3-2-Enrichissement et Isolement :

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'enrichissement sur milieu Sélénite en tubes à raison de 0,1 ml ;
- D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen ;

L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 h, comme l'indique le schéma 11.

III-5-3-3-Lecture des boites et Identification :

- D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement ;
- D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une lecture en tenant compte du fait que les *Salmonella* se présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir.

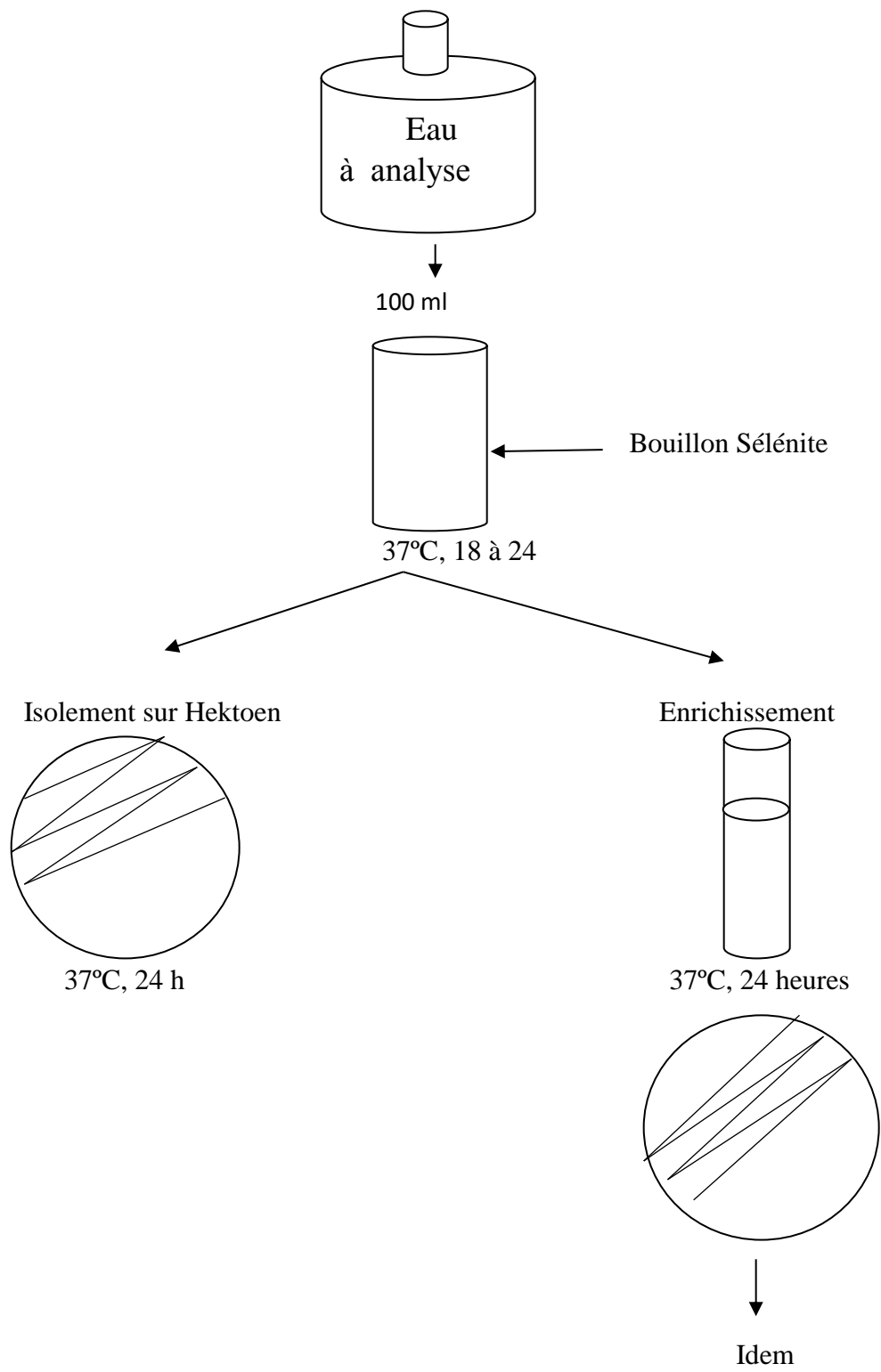


Figure 11: Recherche *Salmonella*.

III-6-Les analyses physico-chimiques :

III-6-1-Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre :

Principe :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présent dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

- **Appareil** : pH Mètre
- **Electrode** : Electrode de pH combinée
- **Réactifs** : Tampon pH = 9
Tampon pH = 7
Tampon pH = 4

Mode opératoire :

Etalonnage de l'appareil :

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4.
- Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

Dosage de l'échantillon :

- Prendre environ ≈ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bêcher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH.

III-6-2-Mesure de la conductivité électrique :

Définition :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm .

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante:

$$\text{Résistivité}(\Omega.\text{cm}) = \frac{1000000}{\text{conductivité}(\mu\text{S}/\text{cm})}$$

Principe :

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en ohms.

S sa section en cm^2 et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est :

$$\kappa = \frac{1}{R} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}$$

$\frac{1}{S}$ est appelé constante de l'élément de mesure.

Matériel :

Conductimètre.

Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

III-6-3-Turbidité :

Définition:

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

Principe :

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

Appareillage : HACH 2100N

- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm.de diamètre.

Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en NTU.

III-6-4-Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) :

Principe :

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

Réactifs:

Réactif I :

- Acide dichloroisocyanurique 2 g.
- Hydroxyde de sodium (NaOH) 32 g.

- H₂O distillée 1000 ml

Réactif II (coloré) :

- Trictrate de sodium 130 g.

- Salicylate de sodium 130 g.

- Nitropruciate de sodium 0.97 g.

- H₂O distillée 1000 ml

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H₂O distillée et attendre 1h. 30

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH₄⁺

Effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

III-6-5-Dosage des nitrites (NO₂⁻) :

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.

Réactifs:

Réactif Mixte :

- Sulfanilamide 40 g.

- Acide phosphorique 100 ml.

- N-1- Naphtyl éthylène diamine 2 g.

- H₂O distillée 1000 ml.

Mode opératoire :

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

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

III-6-6-Dosage des nitrates NO₃⁻ méthode au salicylate de sodium :

Principe :

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

Réactifs :

Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h).

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

H₂SO₄ concentré.

Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH 400 g.

Tartrate de sodium et de potassium 60 g.

Eau distillée 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

Nitrate de potassium anhydre 0.722 g.

Eau distillée 1000 ml.

Chloroforme 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

Appareillage.

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

- **Courbe d'étalonnage :**

Dans une série de capsule de 60 ml, introduire successivement :

N° de capsule	B	I	II	III	IV
étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
Eau distillée	10	9	8	5	0
de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0.5	1	2.5	5

Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
(ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.

- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415nm.

Expression des résultats :

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

III-6-7-Détermination des phosphates (PO_4^{3-}) :

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

Réactifs :

Réactif Mixte :

Heptamolybdate d'ammonium	13 g.	A
Eau distillée	100 ml.	
Tartrate d'antimoine	0.35 g.	B
Eau distillée	100 ml.	
Acide sulfurique pur	150 ml	C
Eau distillée	150 ml.	

(A + B) + C \longrightarrow 500 ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 %:

Acide ascorbique.....10g.

Eau distillée100ml.

Solution mère à 50 mg/l PO_4^{3-}

Solution fille à 2 mg/l PO_4^{3-}

Courbe d'étalonnage :

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
fille à 25 mg/l P	0	0.3 ml	0.6	1.2	2.4	4.8
40 ml eau distillée	40	40 ml	40	40	40	40
[c] P	0.0	0.015	0.03	0.06	0.120	0.240
[c] en PO_4^{3-}	0.0	0.0459	0.0918	0.1836	0.3672	0.7340
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	2	2	2	2	2	2
Attendre 10 mn.						

Mode opératoire :

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

III-6-8-Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}) :

Principe :

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminotétracétique (EDTA) à pH 10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

Réactifs :

Solution d'E.D.T.A N/50 ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : (0,02N ou 0,01M)

EDTA 3,725 g. après déshydratation à 80°C
pendant 2 h.

H_2O distillée 1000 ml.

Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2 N :

NaOH (pastilles) 80 g.

H_2O distillée 1000 ml.

Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH) pH = 10,1:

Chlorure d'ammonium 67,5 g.

NH_4OH (25%)..... 570 ml

HCl concentré PH = 10,1

H_2O distillée 1000 ml.

Noir eriochrome T.

Solution étalon de référence(CaCO_3)=0.01mol/l

Secher un échantillon de carbonate de calcium pur pendant 2 heures à 150°C.

En introduire 1 g dans une fiole conique de 500ml et humidifier avec de l'eau.

Ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique à 4mol/l jusqu'à ce que tout le carbonate soit dissous.

Eviter un excès d'acide.

Ajouter 200ml d'eau et porter à ébullition quelques minutes afin d'éliminer le dioxyde de carbone.

Refroidir et ajouter quelques gouttes de l'indicateur au rouge de méthyle. Ajouter une solution ammoniacale à 3mol/l jusqu'à ce que la solution devienne orange.

Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1000ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

1ml de la solution contient 0.4008 mg(0.01 mmol/l) de calcium.

Mode opératoire :

(V₁) Ca²⁺ :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet).

(V₂) Ca²⁺Mg²⁺ :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH₄OH (10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

Expression des résultats : La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$mg / lCa_{2+} = \frac{V_1 * C_{EDTA} * F * M_{Ca_{2+}}}{P.E} * 1000$$

d'où :

V₁ : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Ca^{2+}}$: Masse molaire du calcium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

Donc

$$mg/lCa^{2+} = \frac{V_1 * 0.01 * F * 40.08}{50} * 1000$$

$$mg/l Ca^{2+} = V1 \times F \times 8.016$$

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

$$mg/lMg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * C_{EDTA} * F * M_{Mg^{2+}}}{P.E} * 1000$$

d'où :

V₂: Volume total d'E.D.T.A

V₁ : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{Mg^{2+}}$: Masse molaire du Magnésium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

F : Facteur

Donc

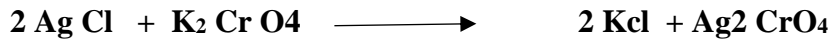
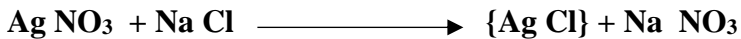
$$mg/lMg^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3}{50} * 1000$$

$$mg/l Mg^{2+} = (V2-V1) \times F \times 4.86$$

III-6-9-Détermination des chlorures (Cl⁻) :

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.



Réactifs :

Solution de nitrate d'argent à 0,01 N:

1,6987 d'AgNO₃ → 1000 ml d'eau distillée

Indicateur coloré K₂CrO₄ à 10 %:

10 g de K₂CrO₄ → 100 ml d'H₂O dist.

Solution de chlorures à 71 mg/l:

0.107g de NH₄Cl.....1000ml d'eau distillée.

Mode opératoire :

- Prendre 5 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 2 gouttes de K₂CrO₄ (coloration jaunâtre).
- Titrer avec Ag NO₃ à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

Expression des résultats :

$$F.G: \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}}}{PE} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$F.S : \text{mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F.$$

V_{AgNO_3} : Volume d' $AgNO_3$ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO_3} : Normalité d' $AgNO_3$

M_{Cl^-} : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d' $AgNO_3$.

PE : prise d'essai.

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par $AgNO_3$ à 0,01 N jusqu'au virage. (couleur brun rougeâtre).

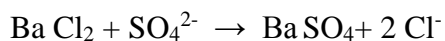
$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

III-6-10-Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) :

Principe :

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

En présence de $BaCl_2$.



Appareil :

Spectrophotomètre UV Visible

Réactifs :

Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de Na_2SO_4

Peser 1,479 g de Na_2SO_4 1000 ml d'eau distillée.

Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique (c) 60 ml.

Ethanol 200 ml.

Chlorure de sodium 150 g.
Glycérol 100 ml.
Eau distillée 1000 ml.

Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum 150 g.
Acide chlorhydrique 5 ml.
Eau distillée 1000 ml.

Gamme d'étalonnage :

Prendre 8 béchers de 250 ml.

Laver très bien avec du savon et une lavette.

Rincer abondamment avec l'eau du robinet.

Rincer avec une solution acide chlorhydrique

Rincer avec l'eau du robinet puis avec de l'eau distillée.

Remarque :

Les échantillons troubles ou colorés doivent être filtrés sur filtre de 0,45 μm .

Les échantillons qui contiennent plus de 70 mg/l SO_4^{2-} doivent être dilués avant détermination.

Gamme d'étalonnage :

N° Bécher	0	1	2	3	4	5	6	7
mère à 1g/l	0	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml	6 ml	7 ml
L'eau distillée	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Stabilisante	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml	5 ml
chlorure de baryum	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml	2 ml
Agitation 1 mn.								
concentration finale SO ₄ ²⁻	0	10	20	30	40	50	60	70

Enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre à la longueur d'onde λ 420.

Mode opératoire :

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

Expression des résultats :

mg/l SO₄²⁻ = la valeur lue sur le spectrophotomètre x facteur de la dilution.

III-6-11-Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-) :

Avant-propos:

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

Principe :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de $\text{pH} = 8.3$ 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).

Réactifs :

- Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :
- Solution d'HCl à 0,1 N :
- d'HCl à 1 N 100 ml.
- H_2O distillée 1000ml.

Électrode : Électrode de pH

Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

Expression des résultats :

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

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

V_A : Volume d'acide versé.

N_A : normalité d'acide versé.

$M_{\text{HCO}_3^-}$: masse des bicarbonates (HCO_3^-).

P.E : prise d'essai.

Remarque :

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO_3^{2-}) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume VA_2 .

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = \text{VA}_2 \times 60$$

III-6-12-TAC (Titre Alcalimétrique Complet) :

Mesure la somme des alcalis libres, des carbonates et des bicarbonates.

Mode opératoire

- Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration.
- Ajouter 2 gouttes de solution de méthyle orange ;
- Titrer de nouveau avec l'acide jusqu'au virage jaune au jaune orangé.

III-6-13-TA (Titre Alcalimétrique) :

Le titre alcalimétrique mesure la teneur en alcalis libres (OH^-) et en carbonates (CO_3).

Mode opératoire

- Prélever 100 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique dans le cas contraire le TA est nul ;
- Verser en suite l'acide en agitant constamment jusqu'à décoloration complète de la solution.

Relation :

$$(\text{TH}) = 2,497 \times \text{concentration de Ca (mg/l)} + 4,116 \times \text{concentration de Mg (mg/l)}.$$

III-6-14-Minéralisation totale :**Principe :**

Consiste à déterminer la minéralisation totale ou la matière solide dissoute totale (TDS) par la méthode gravimétrique.

Matériel et réactifs :

- Dessiccateur
- Pipette de 100ml

- Capsule d'évaporation
- Papier filtre de Whatman
- Minuterie
- Étuve pour l'opération 180 au $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Mode d'Opérateur :

- Préchauffer l'étuve à 180°C.
- Sécher une capsule d'évaporation à l'intérieur de l'étuve pendant 1 heure à 180°C.
- Après des signaux sonores du chronomètreur, sortir le plat et refroidir dans le dessiccateur pendant 20 minutes. Peser la capsule et enregistrer la lecture.
- Insérer le papier filtre avec le côté froissé sur l'entonnoir de filtration et assembler les appareillages de filtration.
- Verser 100 ml de l'eau analysée dans l'entonnoir de filtration pour éliminer la matière en suspension.
- Avec une pipette prendre 100ml d'échantillon filtré et les verser dans la capsule d'évaporation.
- Sécher la capsule d'évaporation contenant l'échantillon à l'intérieur de l'étuve pendant 1 heure à 180°C. Après les signaux sonores du chronomètreur, sortir le plat et refroidir à l'intérieur du dessiccateur pendant 20 minutes.
- Peser la capsule d'évaporation.

Expression des résultats :

La matière solide dissoute totale (TDS) (mg/L) = $\frac{a-b}{v} \times 10^6$

IV-1- Résultats :

Afin d'étudier la potabilité des eaux de robinet de la ville de Ain Maâbed, nous avons comparées nos résultats avec les normes algériennes et les normes de l'OMS qui ont défini la concentration maximale admissible est la quantité maximale de substances tolérées. Les teneurs supérieures peuvent être dangereuses pour la santé du consommateur.

IV-1-1- Résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée :

Ces analyses de terrain sont considérées comme préliminaire. Plusieurs types des méthodes permettent de caractériser ces paramètres, nous avons utilisé la méthode potentiel-métrique à l'aide des électrodes spécifique qui sont utilisées par immersion dans l'eau analysé et les résultats sont reportés dans le tableau 04.

Tableau 04 : Les résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée.

Site \ Paramètre	Forage 1	Forage 2	Forage 3	Robinet 1	Robinet 2	Norme Algérienne	Norme d'OMS
pH	7.40	7.56	7.35	7.76	7.76	$\geq 6,5$ et ≤ 9	$\geq 6,5$ et $\leq 9,5$
Température (C°)	19.8	19.9	19.8	20.3	20.2	<25	<25
Turbidité (NTU)	0.234	0.601	0.316	0.301	0.232	<2	<2.5
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	914	730	754	888	734	<2800	<2100
NH ⁴⁺ (Mg/l)	00	00	00	00	00	<0,5	<0,5
NO ²⁻ (Mg/l)	00	00	00	00	00		0.1
PO ₄ ³⁻ (Mg/l)	00	00	00	00	00	<0,5	<0,5
NO ₃ ⁻ (Mg/l)	17.7	5.22	8.85	11.87	13.64	<50	<50

SO₄²⁻ (Mg/l)	80	155	210	150	110	<400	<400
Cl⁻ (Mg/l)	109.8	80.8	106.5	113.4	73.73	<500	<250
Ca⁺² (Mg/l)	57.6	75.2	92.8	96	78.4	<200	<270
Mg⁺² (Mg/l)	17.49	34.02	46.6	25.2	20.8	<150	<50
HCO₃⁻ (Mg/l)	203.7	186.6	204.9	195.2	207.4		500
CO₃⁻ (Mg/l)	00	00	00	00	00		
TH (mg/l)	216	328	424	344	282	<500	<500
TAC (°F)	16.7	15.3	16.8	16	17	<	<15
TA (°F)	00	00	00	00	00	<5	<15

IV-1-1- 1- Température :

Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques, nous avons commencé par la température. Ce paramètre joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Cependant une température supérieure à 25°C favorise le développement des micro- organismes dans les canalisations (**Maiga, 2005**).

Les résultats obtenu montre que les valeurs de T°C des cinq échantillons d'eau analysé durant la période d'étude varient entre des valeurs minimales de 19,80 °C enregistrées pour l'échantillon F1, et des valeurs maximales de 20.30 °C enregistrées pour l'échantillon R1 (Tableau 04).

En effet, les valeurs mesurées de température sont conformes aux normes algériennes et normes de l'OMS (25°C) (**J .O. R. A .D.P), N°18, décret exécutif N°11-125, Article 111de la loi N°05-12, Correspondant au 22 Mars 2011 relatifs à la qualité de l'eau de consommation humain ; Ghetas, 2011**).

La grille suivante a été établie par l’OMS pour qualifier la qualité de l’eau destinée à la consommation. (**Annuel 2011 Vol XXI, Le relève épidémiologique mensuel situation épidémiologique provisoire de l’année 2011**).

Tableau 05 : La grille normative de l’OMS concernant la Température pour estimer la qualité de l’eau potable (**J.O.R.A.D.P**) N°18, décret exécutif N°11-125,, Article 111de la loi N°05-12, Correspondant au 22 Mars 2011 relatifs à la qualité de l’eau de consommation humain).

Température °C	20-22°C	22-25°C	25-30°C
Qualité de l’eau	Excellente	Passable	Médiocre

La température mesurée dans les échantillons d’eau de la ville de Ain Maabed varie entre 19 et 20°C (Tableau 05), ces valeurs sont inférieures à 20°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes (**Journal officiel de la république algérienne N°18, décret exécutif N°11-125, Article 111de la loi N°05-12, Correspondant au 22 Mars 2011 relatifs à la qualité de l’eau de consommation humain**).

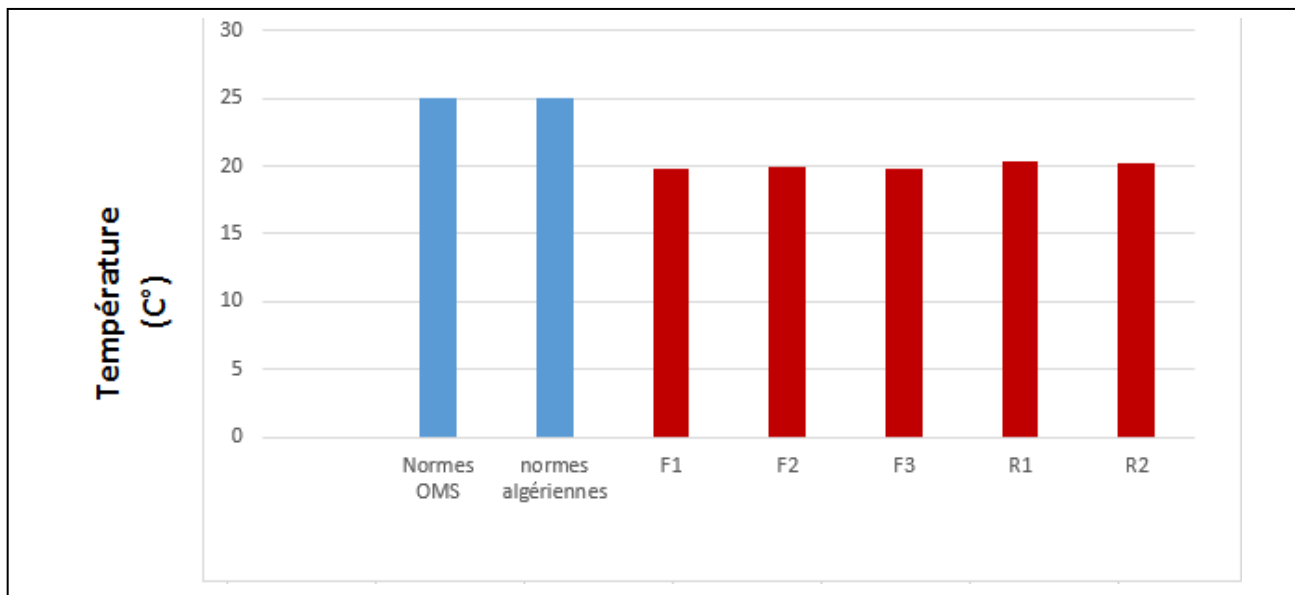


Figure 12 : La variation de la température des eaux étudiées.

IV-1-1- 2- le pH :

Le pH de l'eau peut influencer sur les caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques. L'eau acide peut mobiliser certains métaux du sol et des réseaux de tuyauterie, ce qui augmente leur biodisponibilité et change leur toxicité. Le changement de toxicité causé par une variation de pH est toutefois propre à chaque métal et à chaque organisme (CFPTEP, 2015).

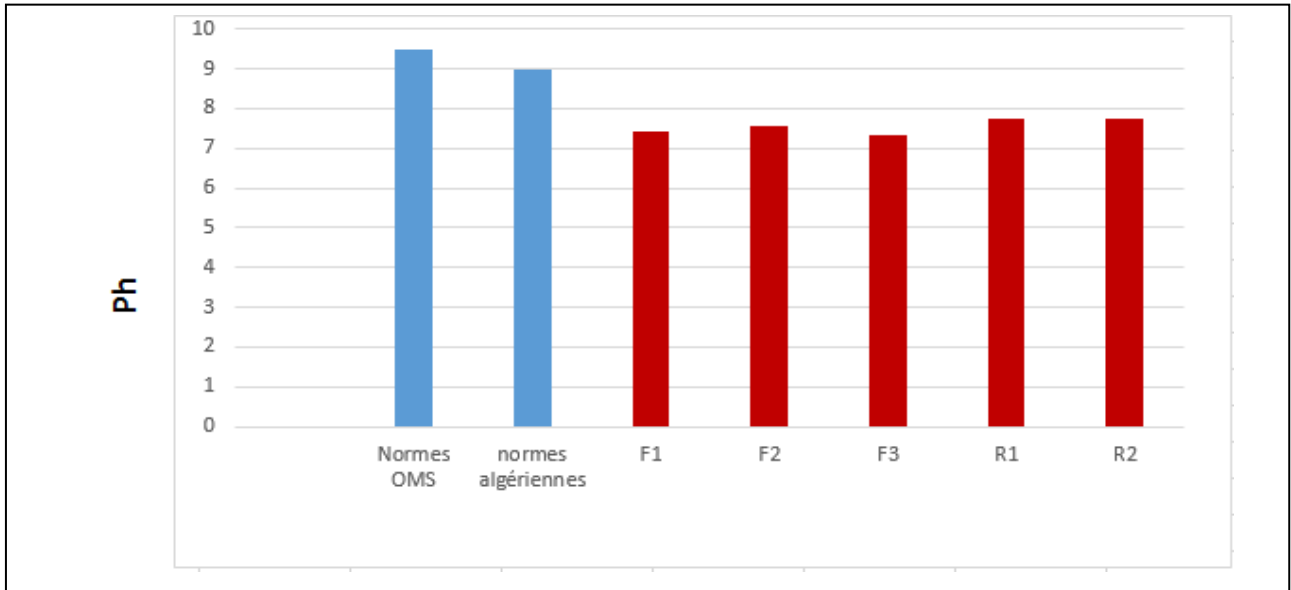


Figure 13 : La variation du pH des eaux étudiées.

Dans le cas de la région d'étude, les valeurs du pH enregistrées ne montrent pas de variations notables, elles varient entre 7,35 et 7,76. On observe que les échantillons respectent les normes Algériennes, qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 9. Alors selon les résultats de ce paramètre, la qualité de l'eau au niveau de la région d'étude est excellente.

IV-1-1- 3-Conductivité électrique :

La conductivité électrique de l'eau est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique (capacité de l'eau à permettre le passage d'un courant électrique). La conductivité électrique de l'eau est une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- ...) qui sont formées par la solution des sels minéraux dans l'eau. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau (HCEFLCD, 2006).

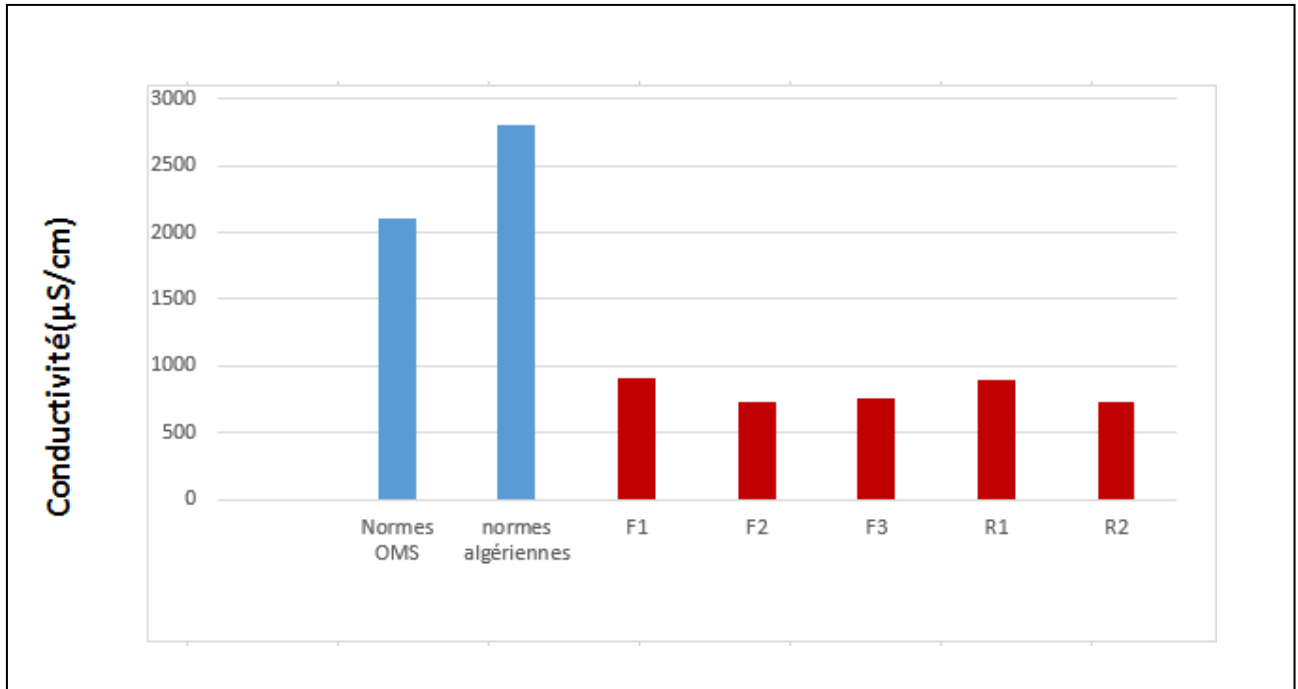


Figure 14 : La variation de la conductivité des eaux étudiées.

Les résultats obtenus montrent que la conductivité de l'eau dans la ville de Ain Maâbad est généralement dans la norme, elles varient entre 730 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 888 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Ces résultats sont conformes aux normes et inférieurs à la valeur limite fixée par la norme Algérienne (moins de 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

IV-1-1- 4-Turbidité :

La turbidité de l'eau distribuée ne doit jamais dépasser 5 NTU pour tous les systèmes de distribution d'après les normes Algérienne. Les résultats des analyses obtenues à l'aide d'un Turbidimètre déterminent une variation entre 0,232 NTU et 0,601 NTU.

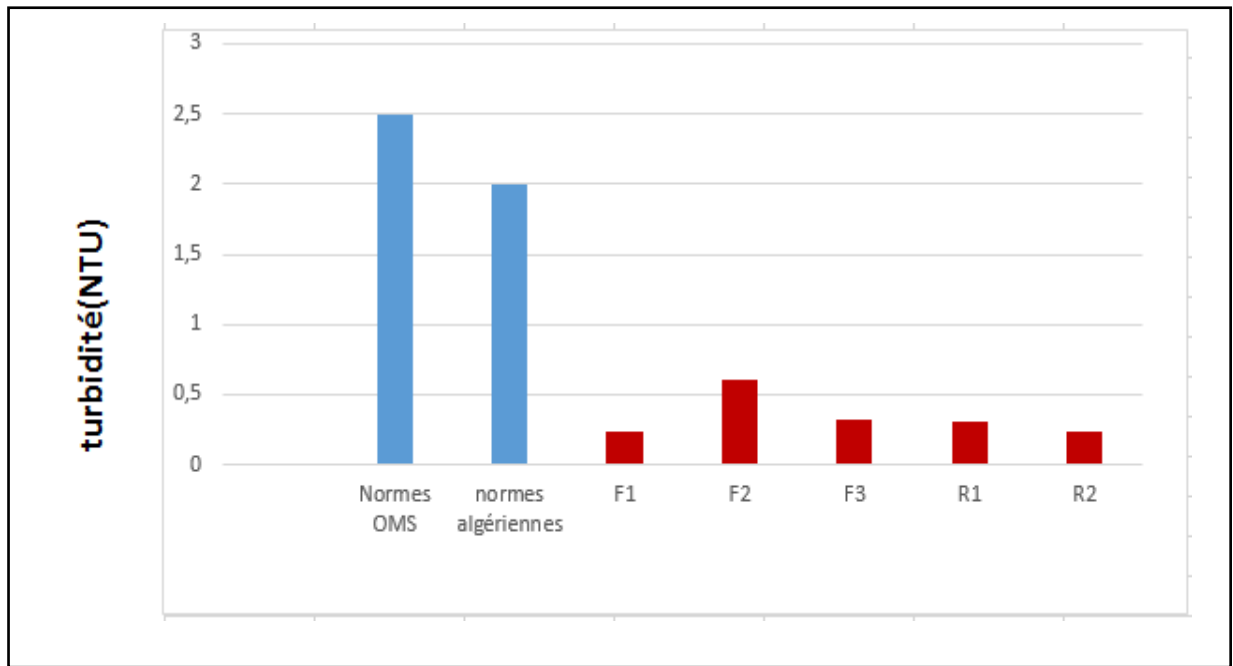


Figure 15 : La variation de la turbidité des eaux étudiées.

Dans le cas de la région d'étude les valeurs obtenues restent dans la norme.

IV-1-1- 5-Dureté :

La dureté est principalement causée par la présence de calcium et de magnésium dans l'eau et elle est exprimée en mg/L de CaCO₃. En général, la dureté carbonatée est définie par la concentration dans l'eau des cations Ca²⁺ et Mg²⁺ qui sont associés aux anions de l'alcalinité (HCO₃⁻ et CO₃²⁻). En général, l'eau qui présente une concentration de carbonate de calcium inférieure à 75 mg/L est considérée comme de l'eau douce; entre 75 et 150 mg/L, on parle d'eau à dureté moyenne; entre 150 et 300 mg/L, d'eau dure; et à plus de 300 mg/L, d'eau à dureté élevée (**CFPTEP, 2015**). Les valeurs de la dureté de l'eau étudiée varie entre 186.6 mg/l et 207.4 mg/l.

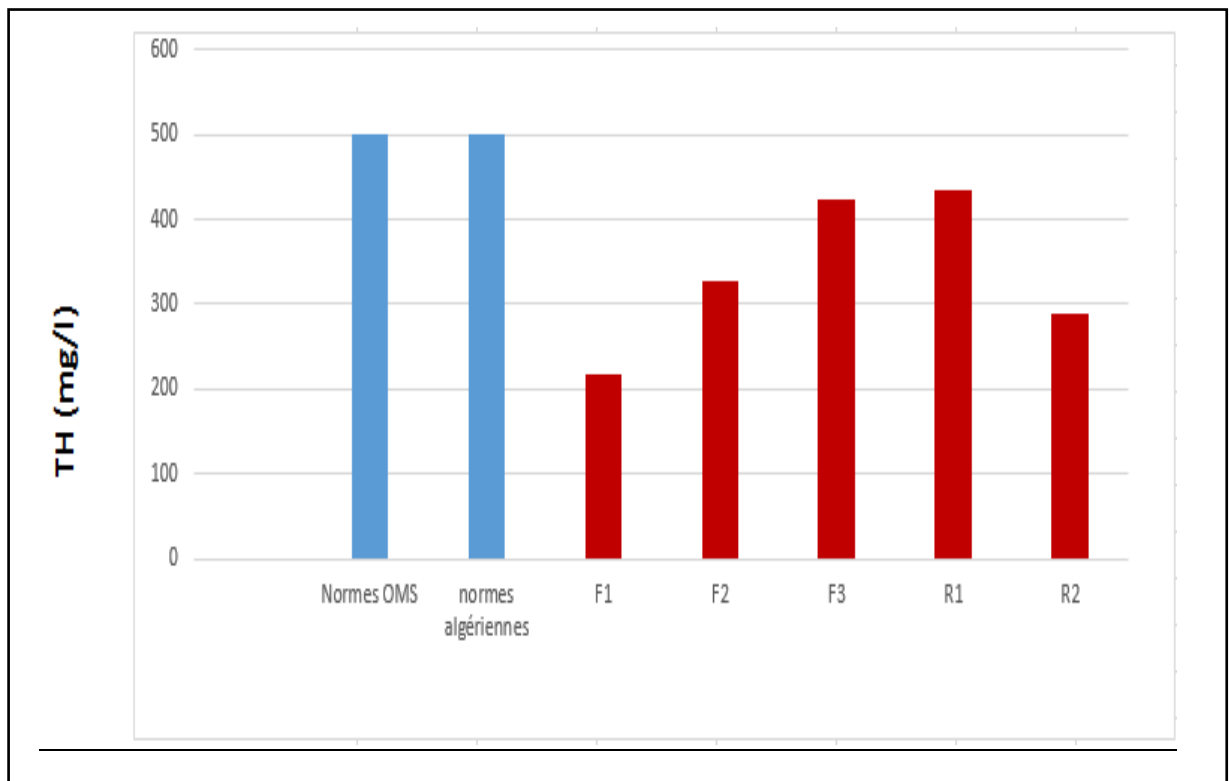


Figure 16 : La variation de la dureté des eaux étudiées.

On constate que l'eau de la ville de Ain Maâbed est de dureté moyenne. Ce qui permet d'entarter les canalisations et contribue à augmenter la consommation de lessivage (**Ghizellaoui et al, 2011**).

IV-1-1- 6-TAC :

Le TAC représente la concentration en ions carbonates, bicarbonates et hydroxydes présents dans l'eau. Les résultats varient entre 15.3 ml/L et 17 ml/L En comparant ces résultats avec les normes International de l'OMS.

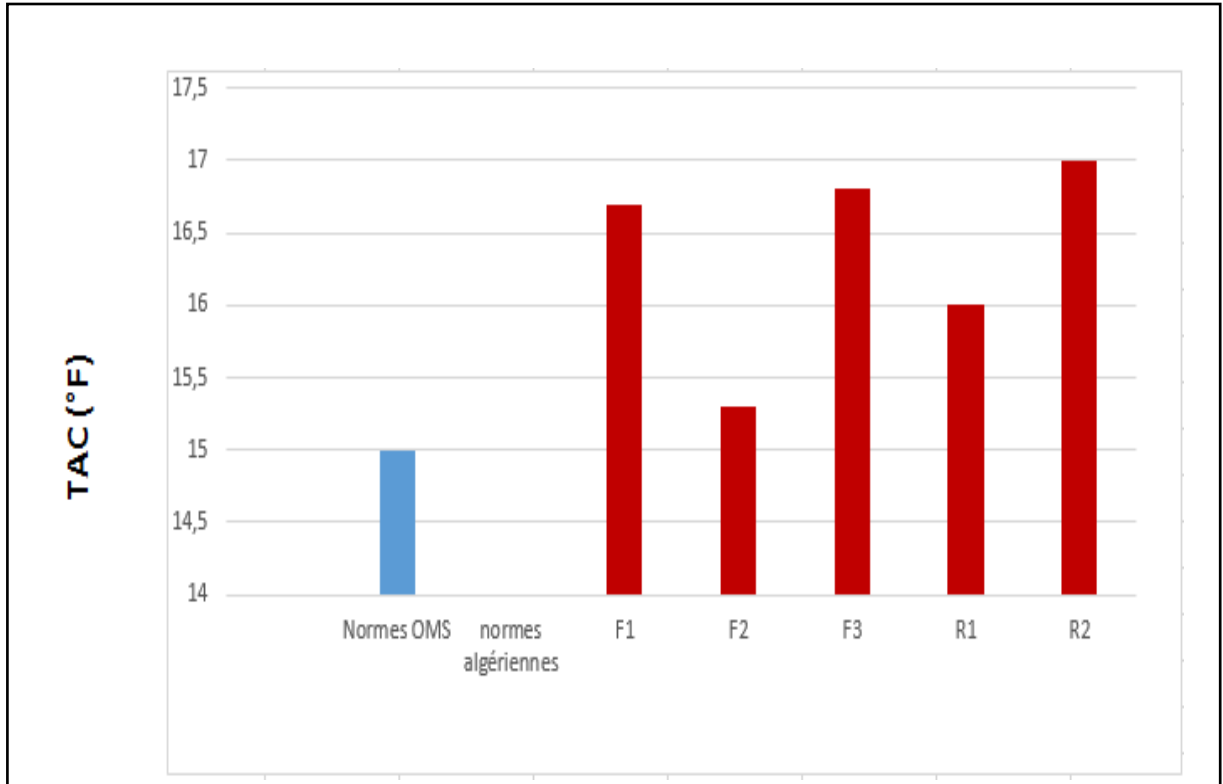


Figure 17 : La variation du TAC des eaux étudiées.

Nous constatons que l'eau de ville de Ain Maâbad est conforme aux normes de l'OMS. Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

IV-1-1- 7-TA :

Le titre alcalimétrique permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. La formation d'une couche carbonatée assurant la protection des canalisations contre certains risques de corrosion nécessite une alcalinité minimale (**Kouider-Belala, 2006**).

Les résultats montrent qu'il y a absence totale des carbonates dans l'eau de la ville de Ain Maâbed.

IV-1-1- 8-Les chlorures :

Fréquent dans la nature, sous forme de sel de sodium (Na Cl), de potassium (K Cl), et de calcium (CaCl₂). L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. Indépendamment de la nature de la formation géologique traversée, la présence des chlorures peut être attribuée aux effluents des industries chimiques, à l'exploitation des puits de pétrole, des mines

de potasse, aux drainages d'irrigation...etc. Le plus grand inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**Rodier, 2005**). Les résultats varient entre 73.73 mg /L et 109.8 mg/L.

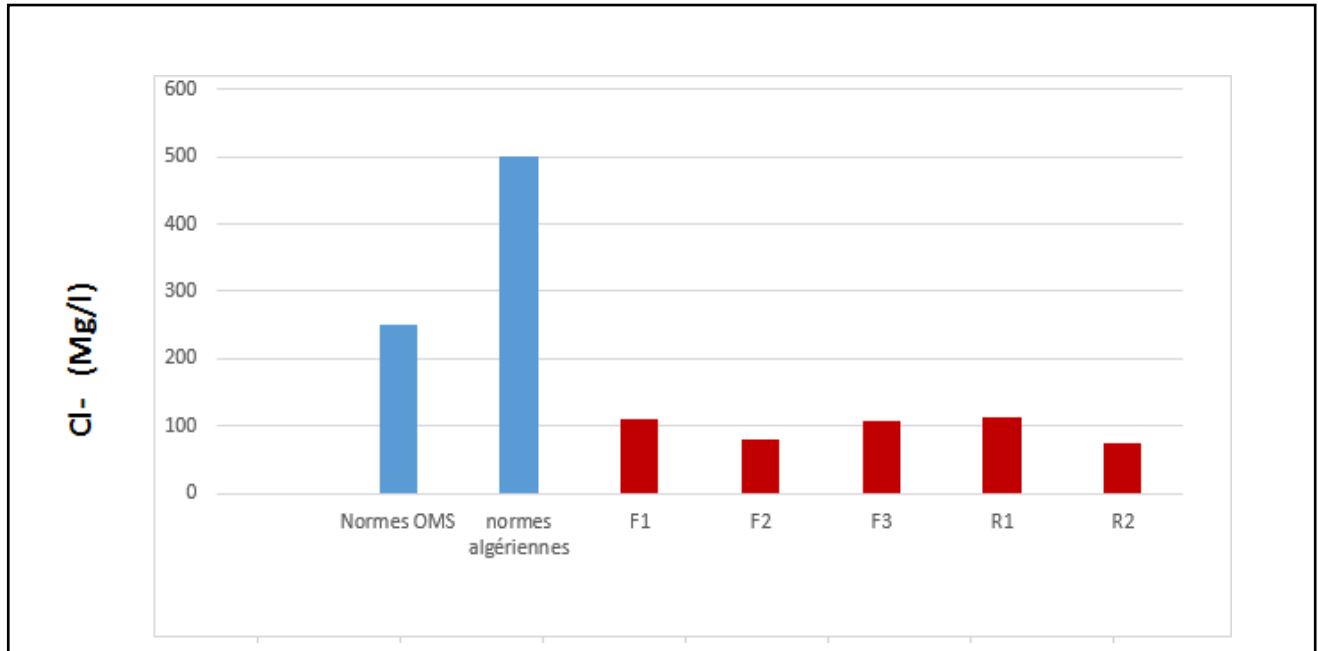


Figure 18 : La variation des chlorures des eaux étudiées.

Les résultats montrent que les taux de chlorures dans l'eau consommée dans la ville de Ain Maâbed sont conformes aux normes de notre pays qui fixe une concentration maximale admissible de 500 mg/l.

IV-1-1- 9-Calcium :

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (**Rodier et al, 2009**). L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (**Rodier, 2005**). Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations (**Gaujour, 1985**). Les teneurs en calcium de la zone étudiée varient entre 57.6 mg/l et 96 mg/l.

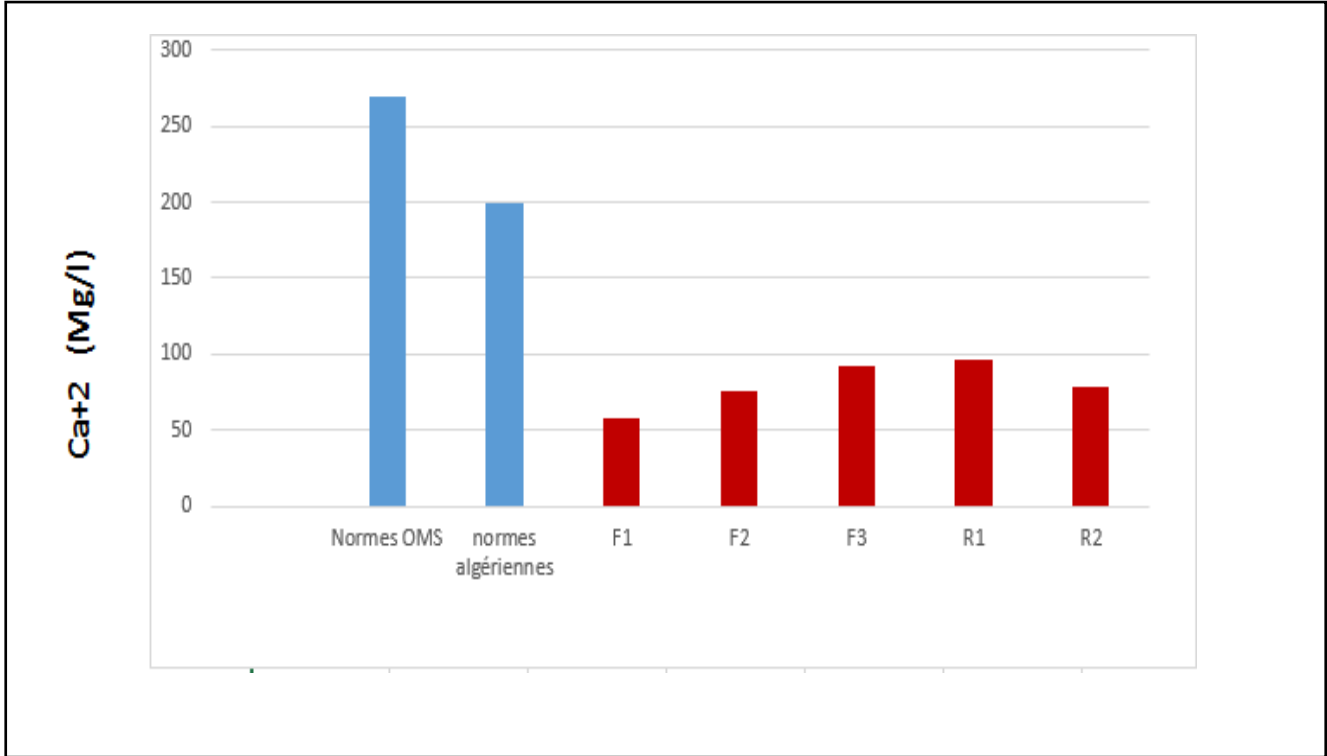


Figure 19 : La variation des teneurs en calcium des eaux étudiées.

Dans les échantillons étudiés et comme il est indiqué sur la figure 19, les résultats ne dépassent pas les normes algériennes.

IV-1-1- 10-Les Sulfates :

Dans les conditions naturelles, les sulfates, forme de soufre dissous la plus répondeue dans les eaux naturelles, ont essentiellement deux origines : géochimique et atmosphérique (**Deliste et Schmidt, 1977**). La limite supérieure admise dans l'eau potable est de 400 mg/l.

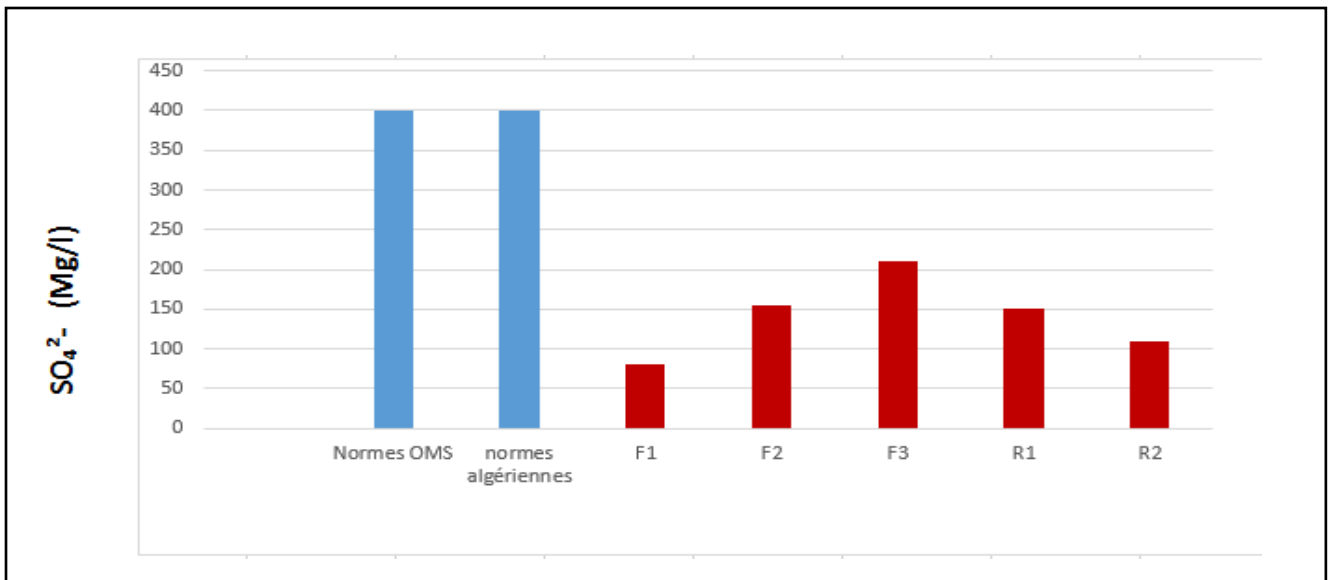


Figure 20 : La variation des teneurs des sulfates des eaux étudiées.

Dans les échantillons étudiés et comme il est indiqué sur la figure (20), Les résultats montrent que les valeurs de sulfates présent dans l'eau de Ain Maâbad restent inférieures à la concentration maximale décrétée par les normes Algériennes 250 mg/l.

IV-1-1- 11-Les Nitrates :

L'activité humaine accélère le processus d'enrichissement en cet élément sur les sols subissant l'érosion, ce qui provoque l'infiltration des eaux usées, par les rejets des industries minérales et d'engrais azoté (**Bremond et Vuichard, 1973**), dans les échantillons étudiés et comme il est indiqué sur la figure 21 Les valeurs varient entre 5.22 mg/l et 17.7 mg/l.

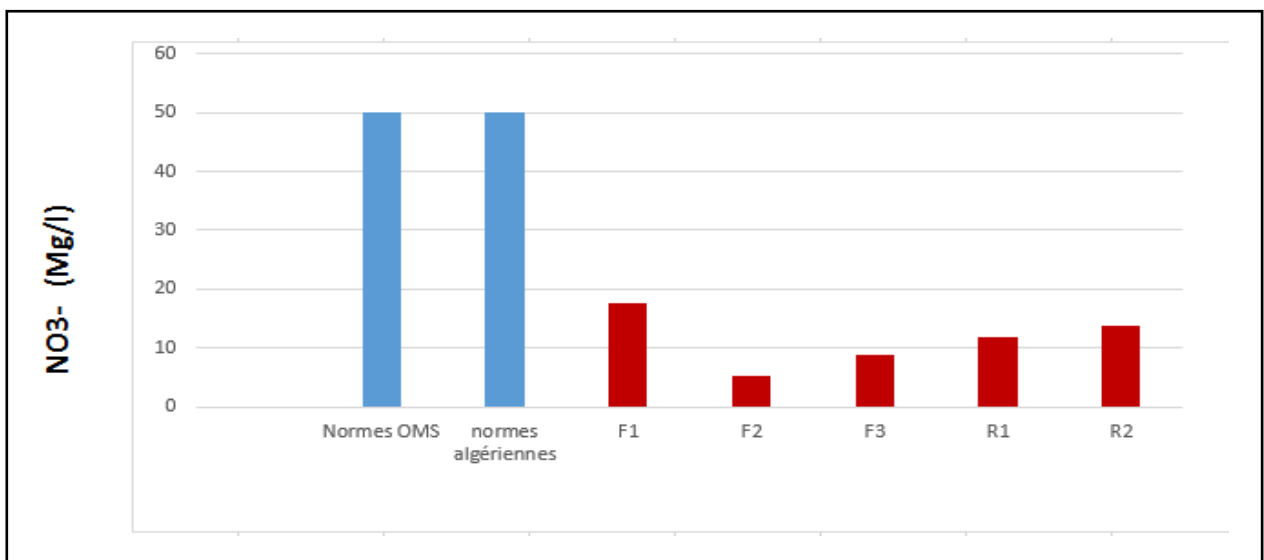


Figure 21 : La variation des valeurs des nitrates des eaux étudiées.

Les valeurs de nitrate dans l'eau de Ain Maâbad n'ont pas dépassé les normes algériennes.

IV-1-1- 12-Les Nitrites :

Le nitrite étant toxique pour l'organisme humain la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant (Maiga, 2005), Les nitrites sont les indicateurs de la pollution.

Dans les stations étudiées et comme il est indiqué les résultats montrent qu'il y a aucun signe de présence de nitrite dans les eaux potables de Ain Maâbed et donc elle est dans les normes algériennes qui indiquent une valeur maximale de 0.1 mg/l.

IV-1-2- Paramètre bactériologique :

Les analyses microbiologiques des eaux permet ainsi d'apprécier le risque dû à des microorganismes pathogènes, susceptible d'être trouvés dans les eaux consommées par les citoyens , et de ce fait, de provoquer des maladies, et permet aussi de contrôler l'efficacité des traitements de désinfection, Les résultats des analyses microbiologiques obtenus révèlent que l'eau potable de la ville de Ain Maâbed est généralement propre à la consommation car ces derniers montrent que les 5 échantillons testés répondent aux normes algériennes de potabilité.

On constate aussi l'absence totale des germes indicateurs (coliformes, streptocoques et spores), donc l'eau de la ville Ain Maâbed est de bonne qualité bactériologique et elle est loin d'être contaminée. Figure (22), (23) ,(24)

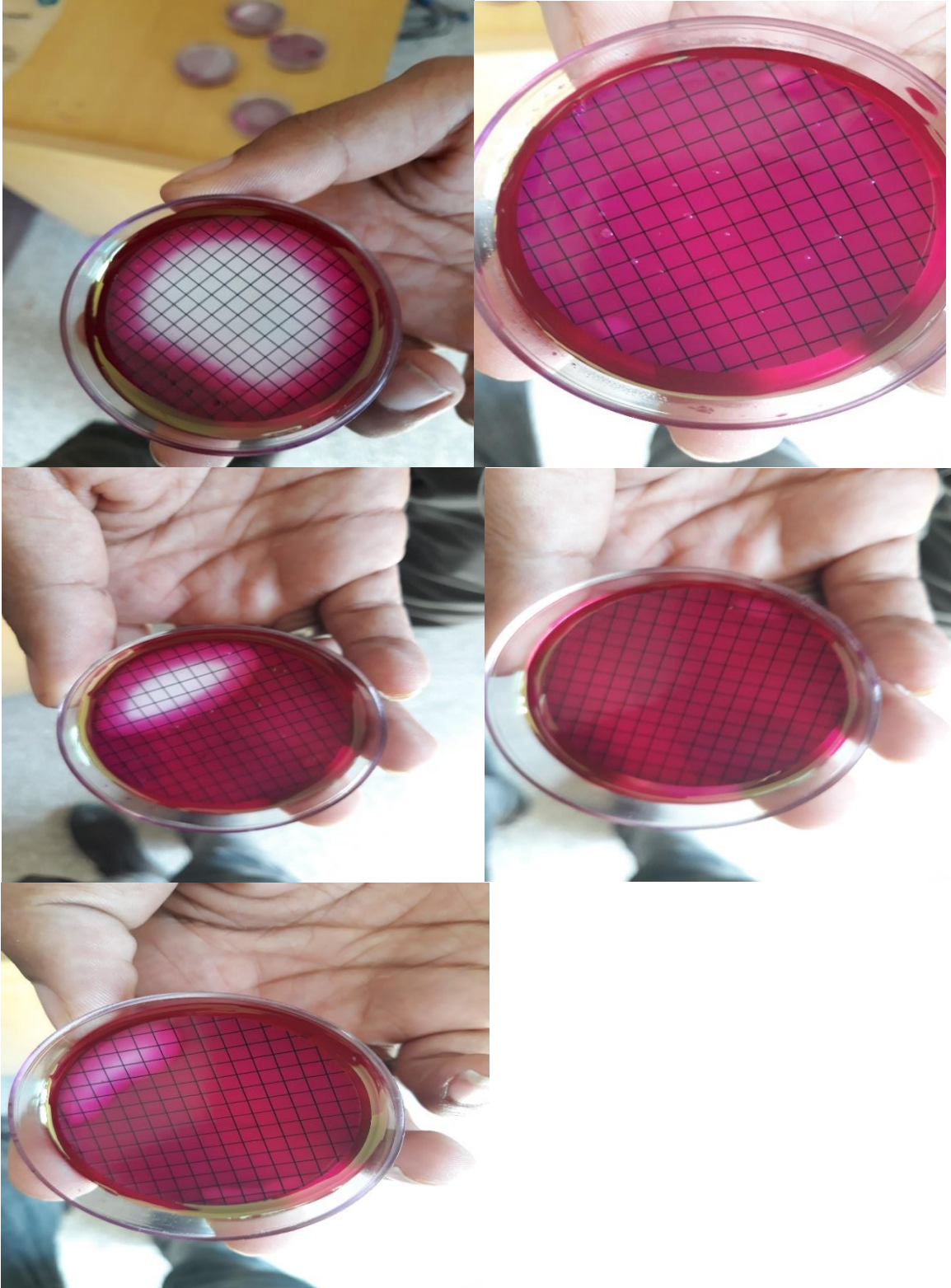


Figure 22 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (les coliformes fécaux et totaux) (photos original 2019).

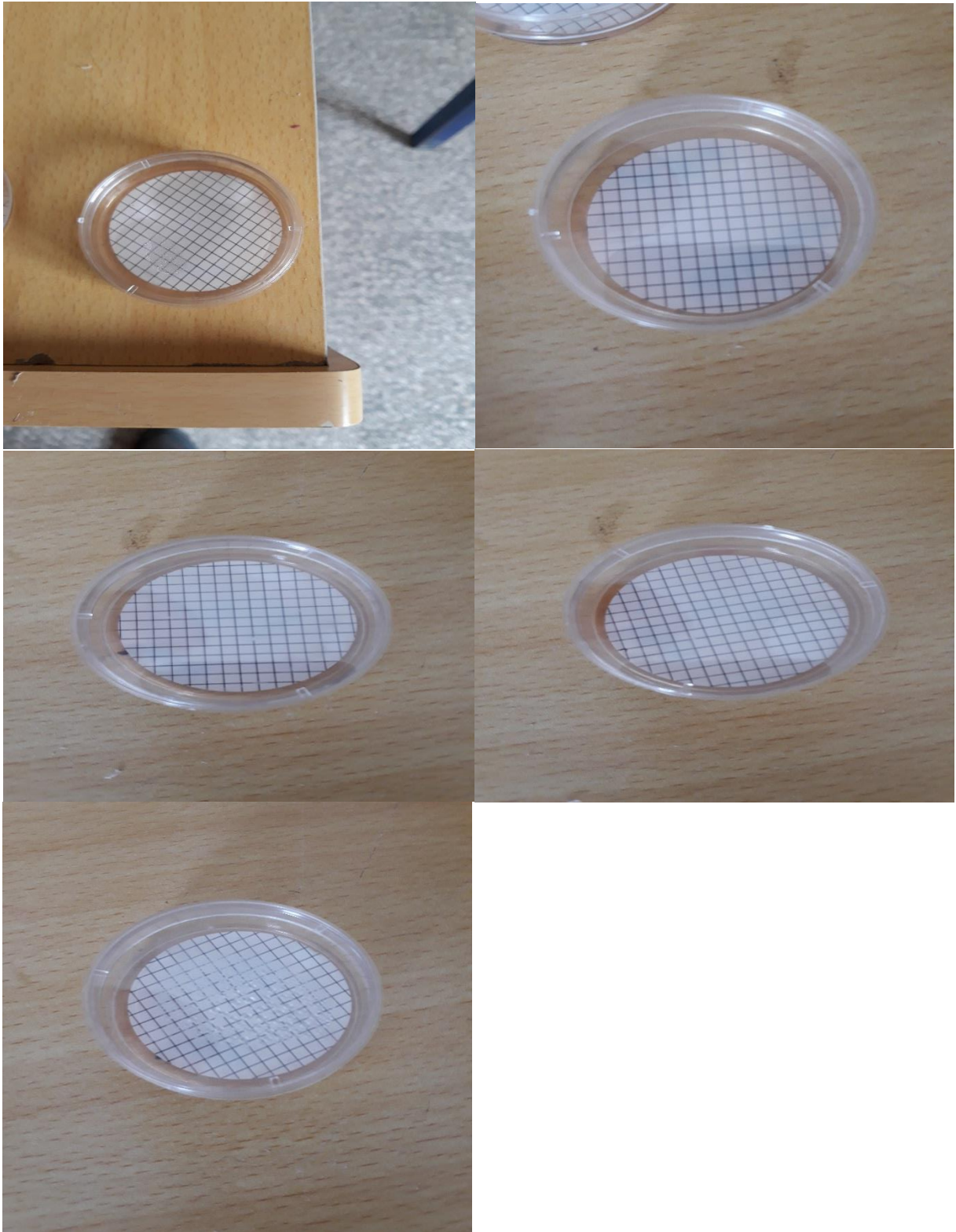


Figure 25 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (les streptocoques fécaux) (photos originales 2019).

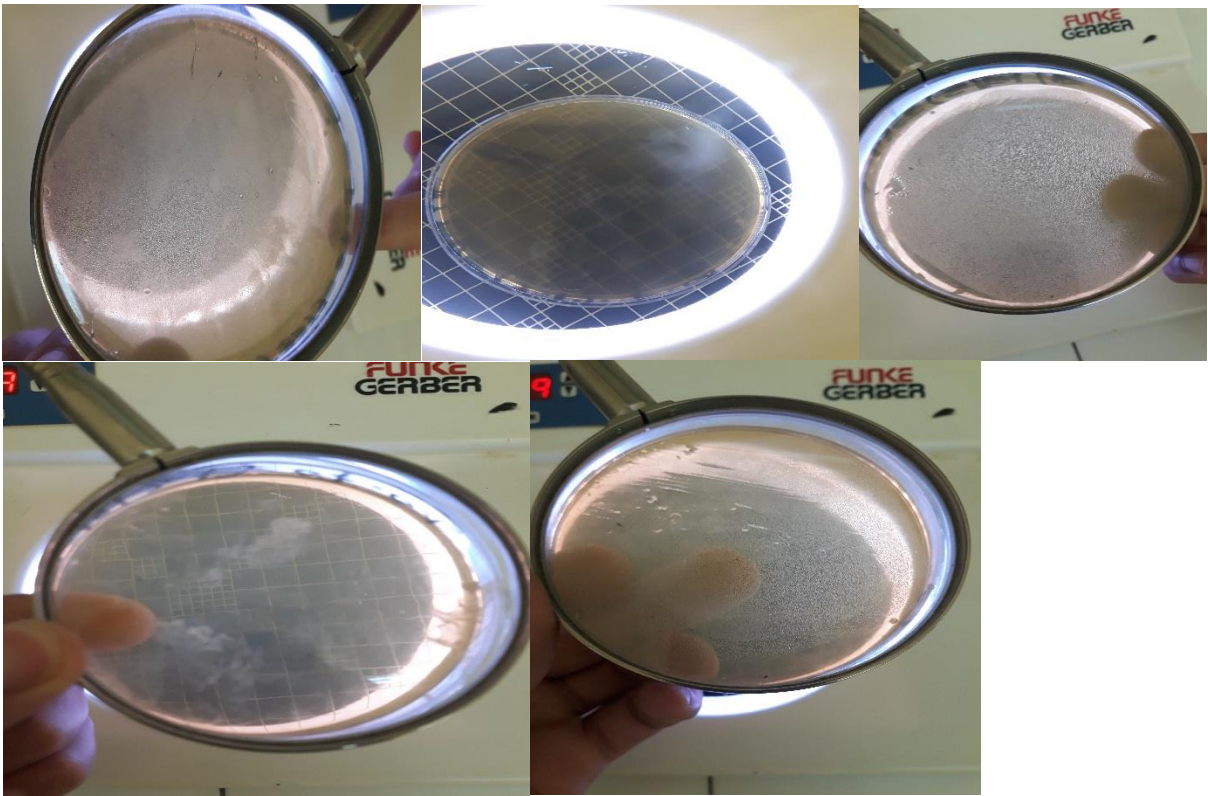


Figure 26 : Les photos des résultats des analyses bactériologiques (*salmonelle*) (photos originales 2019).

Conclusion :

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit. Elle constitue un des éléments familiers et indispensables de notre vie quotidienne.

Le problème majeur de l'eau destinée à l'alimentation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire. Ce problème découle de l'existence des microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites) transmissibles de nombreuses infections dangereuses à l'homme.

Cette étude a permis une évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de la ville de Ain Maâbad, Les résultats des analyses obtenus ont montré que les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont conformes aux normes internationales et algériennes.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons prélevés ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale, et cela est dû à l'effet de la désinfection par du chlore.

A la lumière de ces résultats obtenus au cours de ce modeste travail, nous pouvons conclure que l'eau distribué dans la ville de Ain Maâbad est de bonne qualité physico-chimique ainsi que bactériologique, et elle est dépourvue de tous les germes pathogènes. L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur.

En perspective, il sera intéressant d'adopter ces solutions (chloration de l'eau) pour éviter d'éventuelles contaminations de l'eau potable et d'assurer une distribution d'eau de bonne qualité.

Introduction	1
I-1- Importance de l'eau	2
I-1-1- L'eau dans l'alimentation	2
I-1-2- L'eau dans l'organisme humain	2
I-1-3- L'eau dans les aliments	3
I-1-4- L'eau dans l'industrie	3
I-1-5- L'eau dans l'agriculture	3
I-2- Le cycle de l'eau	4
I-3- Ressource en eau potable	5
I-4- Les eaux de surfaces	5
I-5- Les eaux souterraines :	5
I-6- Les paramètres de qualité des eaux potables et leurs normes	5
I-6-1- Les paramètres physico-chimiques	5
I-6-1-1- Les paramètres physiques	5
I-6-1-2- Les paramètres chimiques	6
I-6-1-3- Dureté	9
I-6-2- Les paramètres microbiologiques	9
I-6-2-1- Les coliformes totaux	10
I-6-2-2- Les coliformes fécaux	10
I-6-2-3- Streptocoques fécaux (Les entérocoques)	10
I-6-3- Normes de potabilité	11
I-7- les maladies à transmission hydrique	12
I-7-1- Maladies hydriques d'origine bactérienne	13
I-7-1-1- Le choléra	13
I-7-1-3- La typhoïde	14
I-7-1-4- La Shigellose ou Dysenterie bacillaire	14
I-7-2- Maladies hydriques d'origine virale	15
I-7-2-1- Les hépatites virales	15
I-7-2-2- Poliomyélite	16
I-7-3- Maladies hydriques d'origine protozoaire	16
I-7-3-1- L'amibiase	16
I-7-3-2- Les Giardiasis	16

I-7-4- Les maladies causées par les helminthes	17
I-7-4-1- Ascariadiase ou ascaridiose	17
I-7-5- Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie	17
I-7-6- Le programme national de lutte contre les M.T. H.....	18
II-1- Situation géographique et administratif de la commune	19
II-1-1- Situation administratif	19
II-1-2- Situation géographique	19
II-2-Réseaux hydrographique	21
II-3- Caractéristique démographique et socioéconomique.....	23
II-3-1- évolution de la population	23
III-1- objectif de l'étude	26
III-2-Echantillonnage	28
III-3-Mode de prélèvement.....	28
III-3-1-Transport des échantillons	29
III-3-2-Test de chlore.....	29
III-4-Les analyses microbiologiques.....	29
III-4-1-Analyse bactériologique d'eau potable	29
III-4-1-1- Méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables	30
III-5-La méthode de milieu solide par la technique de la filtration	30
III-5-1-Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux en milieu Solide SLANETZ et BARTLEY.....	30
III-5-2-Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux en milieu Solide de la Gélose Endo	32
III-5-2-1- Recherche de coliformes totaux.....	32
III-5-2-2-Recherche de coliformes fécaux	32
III-5-3-Recherche <i>Salmonella</i>	34
III-5-3-1-Pré Enrichissement	34
III-5-3-2-Enrichissement et Isolement	34
III-5-3-3-Lecture des boites et Identification	34
III-6-Les analyses physico-chimiques.....	36
III-6-1-Mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre	36
III-6-2-Mesure de la conductivité électrique	37
III-6-3-Turbidité	38

III-6-4-Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+)	39
III-6-5-Dosage des nitrites (NO_2^-)	40
III-6-6-Dosage des nitrates NO_3^- méthode au salicylate de sodium	41
III-6-7-Détermination des phosphates (PO_4^{3-})	43
III-6-8-Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})	45
III-6-9-Détermination des chlorures (Cl^-)	48
III-6-10-Détermination des Sulfates (SO_4^{2-})	49
III-6-11-Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)	52
III-6-12-TAC (Titre Alcalimétrique Complet)	53
III-6-13-TA (Titre Alcalimétrique)	53
III-6-14-Minéralisation totale	53
IV-1- Résultats	55
IV-1-1- Résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée	55
IV-1-1- 1- Température	56
IV-1-1- 2- le pH	58
IV-1-1- 3-Conductivité électrique	58
IV-1-1- 4-Turbidité	59
IV-1-1- 5-Dureté	60
IV-1-1- 6-TAC	61
IV-1-1- 7-TA	62
IV-1-1- 8-Les chlorures	62
IV-1-1- 9-Calcium	63
IV-1-1- 10-Les Sulfates	64
IV-1-1- 11-Les Nitrates	65
IV-1-1- 12-Les Nitrites	66
IV-1-2- Paramètre bactériologique	66
Conclusion	70

- **Anglaret. X, Mortier. E,** (2002) : Maladies infectieuses, Edition, Med-Lin :pp 40-43.
- **Annuel 2011 Vol XXI,** Le relève épidémiologique mensuel situation épidémiologique provisoire de l'année 2011 sur la base des cas déclarés à L' I.N.S.P. (Algérie), p : 70.
- **Azizi, (2014)** : Mémoire de Master, Réutilisation l'eau condensat, Université des Sciences et de Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, p : 67.
- **Baziz. M, (2008)** : Thèse de Magister Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna, Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna (Algérie), p : 144.
- **Boucenna. F, (2009)** : Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Mémoire de Magister, Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- **Bremond. R et Vuichard. R, (1973)** : Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la Protection de la Nature et de l'Environnement, OSPEPE, Paris. France.
- **CFPTEP, (2015),** Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada:<https://www.canada.ca/content/dam/hcsc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadiandrinking-water-quality-guideline-technical-document-ph-fra.pdf>. Consulté le 10/07/2019
- **Debabza.M, (2005)** : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.
- **Deliste C.E et Schmidt J.W, (1977)** : The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada, Conseil Nationalde Recherches, Ottawa. Canada.
- **Dégremont, 1989.** Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection Dégremont, ISBN 2-9503984-0-5, p : 1459.
- **Gaujour. D, (1985)** : La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2eme Edition : revue et augmenté.
- **Genin. B, et al,** Cours d'eau, et indices biologiques, 2ème édition. Edugri, Paris, 2003, pp : 15-17, pp : 36-41.
- **Grosconde. G, Coord,** Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maitrise), Tome 1ème Edition., Inra, Paris, 1999, pp: 17-18.
- **Guerd. H, Mesghouni.A,** Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, 2007, p:67.

- **Ghettas.B**, MEMOIRE DE Master en Génie des Procédés Contribution à l'étude qualitative et quantitative des phénomènes de corrosion et d'entartrage causés par les eaux géothermales dans les conduites d'AEP, Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie), 2011, p:50
- **Ghizellaoui. S, Ghizellaoui.S, Labiod. K, (2011)** : La mesure du pouvoir incrustant des eaux dures du Hamma et inhibition de l'entartrage par Na₂CO₃ et KH₂PO₄, J. Mat. Environ. Sci. 2(S1) : 477-484.
- **Hamed.M, et al, (2012)** : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba, Thèse d'Ingénieur d'état en Biologie, Université des Sciences et Technologies Béchar, Béchar, Algérie.
- **HCEFLCD, (2006)** : Etude sur la pisciculture au barrage Almassira ; CR Dar Chafaai ; Cercle d'El Brouge, Province de Settat, Maroc.
- **Houillier. P, Blanchard. Aet Pailard .M, (2004)** : Métabolisme du potassium, Elsevier SAS. 1 : 138-157.
- **Kemp. J.S, Paterson. E, Gammack. S.M, Cresser. M.S, Killham. K, (1992)**: Leaching of genetically modified *Pseudomonas fluorescens* through organic soils: influence of temperature, soil pH and roots, Bio and Fert of Doils, vol. 1 (3): pp 218-224.
- **Kouider-Belala. Z, (2006)** : Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf El Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de Magister en Eau et Environnement, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie.
- **Lelerc. H, et al**, Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, pp: 94-96.
- **Lecoq. R**, Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles, Tome2 1er édition., Dion-Deron et C'a, Paris, 1965, p: 910.
- **Maiga. A, (2005)** : Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali.
- **Manceur et Djaballah, (2016)** : Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa, Mémoire de Master 2 en Microbiologie Appliquée, Université Labri Tébessi, Tébessa, Algérie.
- **Marsily. J.L, (1995)**: Pathogens in livestock waste, their potential for movement through soil and environmental pollution, vol. 2, pp1-15, WDSLEY.

- **Ministère de la Santé, (2006)** : L'arsenic dans l'eau potable, Canada : https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/hlvs/alt_formats/pacrb/dgapcr/pdf/iyh-vsv/envIRON/arsenic-fra.pdf Consulté le 09/06/2019.
- **Mouffok. F**, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008, p: 53.
- **N'diaye**, Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie) Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (Mali), 2008, p: 188.
- **Ntembue Muambi. C**, Mémoire de Licence en Santé publique, La problématique de l'approvisionnement en eau et son impact sur les maladies d'origine hydrique dans la ville de Mwene-Ditu en RDC, Université Morave de Mwene-Ditu RDC, 2013, p: 75.
- **OMS, (2003)**: Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland.
- **Ramade. F, (1981)** : Ecologie des ressources naturelles, Edition Masson., France, pp: 136-142.
- **Rodier. J, (1976)** : l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer, 8eme édition, édition Dunod, Paris, France.
- **Rodier. J, (1984)** : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire et eaux de mer, 7ème édition. Ed. Dunod, Paris, France.
- **Rodier. J, (1999)** : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. 7eme édition : Dunod, Paris, France.
- **Rodier. J, (2005)** : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. 8eme édition : Dunod, Paris, France.
- **Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J.P, Chambon. P, Champsaur. H, Rodier. L, (1996)** :L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer, 8^e édition. Dunod, Paris, France.
- **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, 9ème Ed. Dunod., Paris, France.
- **Rouissat, B. (2010)**. La gestion des ressources en eau en Algérie : Situation,defis et apport de l'approche systemique. Revue de l'economie et le managment, 10, Université de Tlemcen, Algérie.

- **Vilagines. R, (2000) :** Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier, pp: 5-164.
- **SAVARY. P, (2010) :** Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed. Territorial Voiron, France.
- **Tourab. H,** Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.
- **Zanat. D, (2009) :** Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-est algérien à travers un bio- indicateur la moule *Perne perne*,Mémoire de Magistère, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.

ANNEXE I

Composition des milieux de culture

Bouillon au sélénite/ Cystéine

Peptone tryptique de caséine.....	8 gr
Lactose.....	8 gr
Phosphate disodique.....	20 gr
Sélénite acide de sodium	10 gr
Eau distillée.....	1000ml

PH :6,8-7

Autoclavage : 15mn à 121 °C

Gélose Hektoen

Protéose peptone.....	12 gr
Extrait de levure.....	3 gr
Chlorure de sodium.....	5 gr
Thiosulfate de sodium.....	5 gr
Sels biliaries.....	9 gr
Salicine.....	2 gr
Lactose.....	02 gr
Saccharose.....	12 gr
Fushine acide	0.1 gr
Bleu de bromothymol	0,065 gr
Agar.....	18 gr

Eau distillée

pH : 7,5 (\pm) 02

Autoclavage : 15mn à 121°C

Milieu Solide SLANETZ et BARTLEY

Il contient un inhibiteur des gram -, qui sélectionne les Streptocoques : l'azide de sodium.

le TTC qui lors de sa réduction donne une coloration des bactéries en rouge.

Les Entérocoques donnent des colonies de taille moyenne, roses ou rouges.

Gélose Endo

Peptone 10 g

hydrogénophosphate de K 3,5 g

Sulfite de sodium 2,5 g

Lactose 10 g

Gélose 15 g



Fuchsine à 10 % dans l'éthanol 4 ml

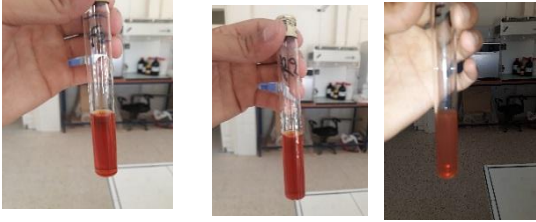
Eau D 1000 ml, pH 7,5 Stériliser à 120°C pendant 15 minutes.


Les coliformes donnent sur ce milieu des colonies rouges à éclat métallique doré. Les bactéries lactose - donnent des colonies incolores.

ANNEXE II

Résultats d'analyses microbiologique

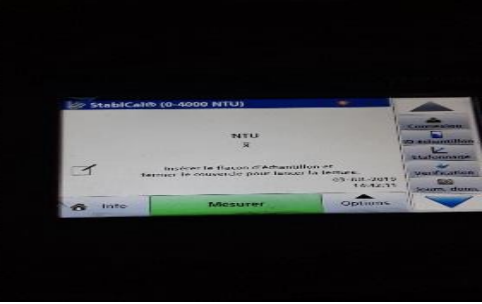
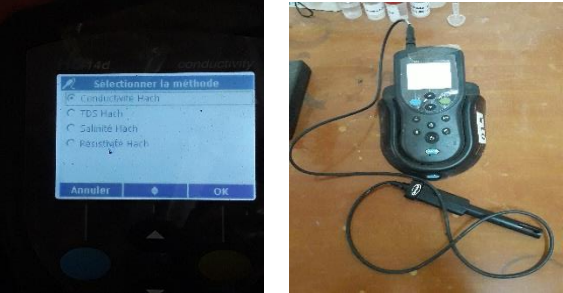


<p>Coliformes totaux et fécaux (sur milieu endo)</p>	 <p>Aucun développement sur les boîtes de Pétri</p>	<p>Résultats négatif</p>
<p>Streptococcus fécaux (sur milieu Rothe)</p>	 <p>Aucun développement sur les boîtes de Pétri</p>	<p>Résultats négatif</p>

<p>Enrichissement</p>	 <p>aucune trouble</p>
-----------------------	--

<p><i>Salmonella sp</i> (sur milieu Héктоen)</p>		<p>Résultats négatif</p>
	<p>Aucun développement sur les boîtes de Pétri</p>	

ANNEXE III

Les appareils utilisés dans les analyses

	<p>HACH 2100N. turbidimeter manual</p>
	<p>Conductimètre</p>
	<p>Électrique balance</p>
	<p>pH mètre</p>



Réfrigérateur



Étuve



Spectrophotomètre U.V visible

ANNEXE IV

Les réactifs utilisés au les analyses physico chimiques



ANNEXE (suite)

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques (suite)	Chlorure de vinyle	µg/l	0,3
	1,2 - Dichloroéthane	µg/l	30
	1,2 - Dichlorobenzène	µg/l	1000
	1,4 - Dichlorobenzène	µg/l	300
	Trichloroéthylène	µg/l	20
	Tetrachloroéthylène	µg/l	40
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequerel/l	100
	Uranium	µg/l	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

Tableau 2 : PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/l en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCO ₃	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	

ANNEXE

PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

Tableau 1 : PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l O ₂	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
Nickel	µg/l	70	
Plomb	µg/l	10	
Sélénium	µg/l	10	
Zinc	mg/l	5	

ملخص:

يهدف هذا البحث الى فحص وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه التي يتم توزيعها في مدينة عين معبد، احدى بلديات ولاية الجلفة. أظهرت التحاليل الفيزيائية والكيميائية ان هذه المياه الموجهة للاستهلاك البشري تحترم معايير الشرب الوطنية وكذلك تلك الخاصة بمنظمة الصحة العالمية.

كشفت التحاليل البكتريولوجية عدم وجود مؤشرات الجراثيم المسببة للأمراض. تبقى معاينة وتحليل هذه المياه عمل أساسي للحفاظ على الصحة العامة وتقليل المخاطر البيئية.

الكلمات المفتاحية: عين معبد، الجلفة، مياه الشرب، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة البكتريولوجية.

Résumé :

Ce travail a pour but d'évaluer la qualité physico chimique et bactériologique des eaux distribuées dans la ville d'Ain Maâbad, l'une des communes de la wilaya de Djelfa. Les analyses physico-chimiques ont montré que ces eaux présentent une bonne qualité et remplissent les critères de potabilité en se référant aux normes nationales et celles des directives de l'Organisation Mondiale de la Santé. En occurrence, les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes de contamination fécale. La surveillance et le contrôle de ces eaux demeure une tache d'ordre primordial pour la santé publique et les risques environnementaux.

Mots clés : Ain Maâbad, Djelfa, eaux, potable, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

Abstract:

This work aims to assess the physicochemical and bacteriological quality of the water produced and distributed in Ain Maâbad city, one of the municipalities of Djelfa wilaya. The physico-chemical analyzes have shown that these waters of human consumption, have a good quality and fulfill the criteria of potability by referring to the national standards and those of the directives of the World Organization of the Health. In this case, the bacteriological analyzes reveal the absence of the pathogenic germs of faecal contamination. The monitoring and control of these waters remains an important task for public health and environmental risks.

Key words: Ain Maâbad, Djelfa, Drinking water, quality of water-physicochemical, quality of bacteriological analysis.