

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

المركز الجامعي بلحاج بوشعيب - عين تموشنت -
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib – Ain-Temouchent-



Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Génie de l'Eau et de l'Environnement

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : Sciences de l'Eau et de l'Environnement

Thème :

**Réflexion critique sur la qualité de l'eau potable dans la ville
D'Ain-Temouchent**

Soutenu : Juin 2015

Par : M^r ABDELKADER ABID BRAHIM ET BEKAR
ALLEM

Devant le jury composé de

M ^r M BELAHSEN	Professeur	Président
Mr B. GUEMOU	MAA	Examineur
M ^r A. NEHARI	MAB	Examineur
M ^r M. BENAICHA	MAA	Encadreur

Année Universitaire : 2014/2015

DEDICACES

✚ *A la mémoire de mon Père qui nous ont quittés trop tôt,*

✚ *A ma mère à qui je dois ma réussite,*

✚ *A mes frères, mes sœurs Et leurs enfants,*

✚ *A toutes mes amies,*

Bien faible témoignage d'affection et d'amour

Résumé :

L'eau conditionne la vie. Elle est indispensable à toutes les activités humaines et elle représente un constituant majeur de la matière vivante chez la plupart des êtres vivants.

Le besoin en eau a augmenté continuellement au cours du temps ; en particulier c'est elle destinée à la consommation humaine. Cette eau doit être servie en quantité et qualité suffisante, ne doit pas contenir des substances constituant un danger potentiel pour la santé humaine.

Notre modeste travail a pour but de vérifier la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de consommation de la ville d'Ain-Temouchent.

La ville d'Ain-Temouchent est alimentée à partir d'un mélange de différentes sources d'eau ; on a effectué donc plusieurs prélèvements (station dessalement. Barrage ben bahdel. Forage barret 'at4') et un prélèvement de leur mélange durant les mois avril et mai.

D'après les résultats des analyses de ces prélèvements, nous avons constaté que l'eau de consommation distribuée dans la ville est de bonne qualité physico-chimique et microbiologique depuis la source jusqu'au consommateur et exempte de tous germes pathogènes ou substances toxiques empêchant sa consommation.

Mots clés : eau, analyses physico-chimiques, analyse microbiologique, turbidité, pH, conductivité, consommation.

Abstract

Water conditions life. It is clear that it is essential for every human activity and it represents a major constituent of living matter for living creatures. The need for water has increased continuously over time; in particular that it destined for human consumption. This water should be served in sufficient quantity and quality, should not contain substances that constitute a potential danger to human health. Our modest work aims to verify the physico-chemical and microbiological from source to consumer is good quality of drinking water from the town of Ain-Temouchent. Ain-Temouchent is supplied with water thanks to a mixture of different sources; so we made several withdrawals (Desalination station, Dam Ben Bahdel, Drilling barret 'a 4') and a sampling of their mixture during the months of April and May and from results of the analyzes of these samples we found that the water consumption distributed in the city is of good physico-chemical and microbiological quality and free of pathogen or toxic substance preventing its consumption.

الملخص

الماء شرط الحياة، ضروري لجميع الأنشطة البشرية، فهو يمثل المادة الحية الرئيسية المكونة لمعظم الكائنات الحية. الحاجة إلى المياه زادت بشكل مستمر على مدى الزمن، ولا سيما أنه مخصص للاستهلاك البشري لذا يجب أن يتم تقديم هذه المياه بكميات و نوعية كافية و يجب أن لا تحتوي على مواد تشكل خطرا محتملا على صحة الإنسان. ويهدف عملنا المتواضع للتحقق من النوعية الفيزيائية و الكيميائية و الجودة الميكروبيولوجية لمياه الشرب لمدينة عين تموشنت.

يتم تغذية مدينة عين تموشنت بخليط من مصادر مياه مختلفة (محطة تحلية مياه البحر (شاطئ الهلال) ، ذريوة و سد بنى بهدل)، لهذا قمنا بأخذ عينة من كل مصدر و عينة للخليط الذى يجمعهم . النتائج التي تحصلنا عليها بعد تحليل هذه العينات تبين ان مياه الشرب الموزعة في مدينة عين تموشنت ذات نوعية فيزيائية، كيميائية، و بكتريولوجية من المنبع الى المستهلك من نوعية جيدة و خالية من مسببات الامراض او مواد سامة و هي بذلك تكون صالحة للشرب .

الكلمات المفتاحية

المياه ، التحليل الفيزيائي الكيميائي و الميكروبيولوجي، التعكر، ودرجة الحموضة ، والناقلية، والاستهلاك .

Remerciement :

Ce travail a été effectué au centre d'ADE (Algérienne des eaux) à Chabat El Ham en compagnie de monsieur Abd el Kader Abid Ibrahim (mon binôme) au laboratoire de la société mentionné ci-dessus.

Je remercie monsieur le Professeur Bellahcen d'avoir bien voulu me faire l'honneur d'accepter la présidence de Jury. Je lui exprime ma profonde et très respectueuse gratitude.

Je remercie également M Guemou et M Nhari d'avoir bien voulu faire partie de ce Jury. je leur adresse ma profonde et respectueuse gratitude.

Je remercie Monsieur Benaïcha. M d'avoir bien voulu me faire l'honneur d'encadrer mon travail de recherche et de me guider tout au long de mes recherches et investigation .je lui exprime ma profonde et très respectueuse gratitude.

J'adresse mes plus vifs remerciements à monsieur chef département M. Guemou pour le plus grand intérêt qu'il a porté à ma formation tout au long de mes deux dernières années de formation dans ce centre universitaire.

Je n'oublie pas d'adresser mes remerciements également à tout le personnel du laboratoire qui a contribué au travail d'analyse de mes différents travaux pratiques.

Sommaire :

Introduction générale	1
Chapitre I : généralités sur l'eau	
1-Introduction	2
2-L'histoire de l'eau	3
3-Propriété de l'eau	3
4-Cycle de l'eau	4
5-Répartition de l'eau sur la terre	5
6-ressource en eau	6
7-Les eaux d'approvisionnement	7
7.1-Eaux de surface	7
7.2-Eaux souterraine	7
8- Les sources :	9
8.1- Définition	9
8.2-Les différents types de sources	9
8.3Traitement de l'eau de source	9
9-Les nappe d'eau	10
9.1-Définition	10
9.2Les différent types de nappes	10
10-Qualité de l'eau	10
10.1- Qualité de l'eau d'alimentation	10
10.2 Qualité des eaux souterraines	11
11- Pollution des eaux souterraines	11
11.1-pollution des eaux souterraines	11
11.2-principales origines de la pollution des eaux souterraines	12
12-traitement de l'eau	12
13- potabilité de l'eau	12
14-substances présentes dans l'eau :	13
14.1-matières solides en suspension	13
14.2-matières colloïdales	13
14.3- matières en émulsion	14
14.4- matières minérales dissoutes	14
14.5- matières organiques dissoutes	14
14.6-gaz dissoutes	15

Chapitre II : Ressource en eau à Ain-Temouchent

1-Introduction :	17
2-Présentation de la zone d'étude :	17
2.1-Situation géographique de la ville d'Ain-Temouchent :	17
2.2-Situation Hydrique :	18
2.3 CLIMATOLOGIE :	19
2.4 Climatologie de la région :	20

3-les ressources d’eaux à Ain-Temouchent	23
3.1. Eau Superficielle :	23
3.2. Eau du dessalement	24
4-Les origines d’eau d’alimentation de la ville d’Ain-Temouchent	25
4.1. Station de traitement Dzioua :	25
4.2. Réservoir 5000m3 :	26
4.3. Station ben bahdel :	27
4.4. Dessalement chatt el Hilal (Beni Saf, Wilaya d’Ain-Temouchent) :	28
5- administration des ressources en eaux (ADE)	30
5.1- Définition de l’ADE :	30
5.2-Mission De l’ADE :	30
5.3-L’ADE par chiffre année 2015 :	30
5.4- Comment la qualité de l’eau est-elle contrôlée ?.....	31
6- histoire d’alimentation en eau potable de la ville d’Ain-Temouchent ...	33
6.1. Avant dessalement :	34
6.2. Après dessalement :	34
7- Plan d’alimentation en eau potable de la ville d’Ain-Temouchent	35
7.1-Plan actuelle d’AEP de la ville	36
7.2. Plan futur d’AEP de la ville :	38
8- L’état du réseau d’AEP du chef-lieu Ain-Temouchent	38
8.1. Type de réseau :	39
8.2. Réseau d’alimentation en eau potable de la commune Ain-Temouchent	39
8.3. Distribution de l’eau potable :	39
8.4. Les Fuites sur le réseau d’eau potable :	40
9- Besoin en eau potable de la ville d’Ain-Temouchent	42
9.1. Besoin actuel :	42
9.2. Production de la ville :	42
9.3. Evaluation des besoins futurs en eau potable :	43
9.4. Planification des travaux à l’horizon 2040 :	43
10 - Consommation et Stockage	44
10.1. Consommation :	44
10.2. Stockage :	44

Chapitre III : Normes de qualité des eaux de consommation

1-Introduction	46
a. Normes de l’organisation mondiale de la santé (O.M.S) :	46
b. Normes Algériennes :	47
2. Description des paramètres de qualité de l’eau	47
2.1. Paramètres organoleptiques :	48
2.2. Paramètres physico-chimiques :	49
2.3. Paramètres indésirables :	55
2.4. Paramètres toxiques :	59
2.5. Paramètres microbiologiques :	63

Chapitre VI : Résultats et matériels

1-Introduction :	65
2-étude expérimentale :	65
3-Analyse physico chimique :	65
3.1 Température :	66
3.2 Ph :	66
3.3 Conductivité :	67
3.4 Minéralisation :	68
3.5:Chlorure.....	68
3.6. Taux de salinité.....	68
3.7.Calcium_	69
3.8 Magnésium :	69
3.9. Dureté de l'eau :	70
3.10. Oxygène dessous :	70
3.11. Nitrate :	71
3.12. Ammonium :	71
3.13. Chlore résiduel :	72
3.14. Matière organique :	72
4/ Analyse bactériologique :	72
4.1 Considération à prendre pour les prélèvements d'analyses bactériol.....	72
4.2 Technique de prélèvements :	73
4.3 Rechercher et dénombrement des coliformes :	74
4.4 recherché des dénombrements streptocoques :	75
4.5 Recherche et dénombrement des bactéries sulfito – réductrices.....	75
4.6 recherche de d dénombrement des salmonelles	75
4.7. Les Méthodes générales de dénombrement	76
VI.5- Analyse organoleptique	76
VI.6-Résultat d'analyse :	78
6.1 Température :	78
6.2 Ph.....	80
6.3_ Conductivité :	82
6.4. Turbidité :	85
6.5. Résultat d'analyse complet :	87
VI.7. Analyse microbiologique	89
7.1. Coliformes totaux	89
7.2-coliforme fécaux :	89
7.3-Streptocoques fécaux :	90
7.4-Salmonelle :	92
VI.8- Conclusion générale	94
VI.9- référence bibliographie	95
VI.10 annexes	98

Liste des abréviations :

- **ADE:** Algériennes des eaux
- **AEI :** alimentation eau industriel
- **CMA :** concentration maximale admissible
- **D/C :** double concentration
- **°F :** degré français
- **Hcl :** Acide chlorhydrique
- **N :** normalité
- **N.E.T :** Noir d'Eriochrom T
- **N°:** numéro
- **NA :** norme algérienne
- **nm :** nanomètre
- **NPP :** nombre le plus probable
- **NTU :** nephlo turbidité unité
- **OMS :** organisation mondiale de santé
- **P :** précipitation
- **PH :** Potentiel d'hydrogène
- **S/C :** simple concentration
- **T :** température
- **UNF ;** unité formant une colonie
- **µS:** micro siemens
- **C.M.A :** Concentration maximale admissible
- **N.G :** Niveau guide

Liste des figures :

Chapitre I ; généralité sur l'eau

- **Figure(1). 01** : Cycle de l'eau.....04.
- **Figure (1).02** : la répartition de l'eau sur la terre05

Chapitre II : Resource en eau à Ain-Temouchent

- **Figure (2).01**: Géographie de la ville d'Ain-Temouchent.....18
- **Figure(2).2** : Réservoir de Dzioua.....26
- **Figure(2).03** : station ben-Bahdel.....27
- **Figure(2).04** : station dessalement chat el Hilal.....28
- **Figure (2).05** : technique de traitement de la station de dessalement.....29
- **Figure(2) 06** : Plan d'AEP de la ville d'Ain-Temouchent.....36
- **Figure(2).07**: Mise en place d'une sectorisation du réseau de distribution.....40
- **Figure(2).08** : Besoins futurs en eau potable de la ville Ain-Temouchent.....42
- **Figure (2).09**: Trace Plan Schématique des adductions Tafna (Dzioua) Ain-Temouchent.....4

Chapitre VI : résultats et matériels

➤ Figure(4) .1 : ph mètre.....	66
➤ Figure(4).2 : conductimètre.....	67
➤ Figure(4).3 : oxymètre.....	70
➤ Figure(4).4 : méthode de dénombrement en milieu solide.....	76
➤ Figure(4).5 . Méthode par étalement	77
➤ Figure(4).6 : Température du secteur A.....	79
➤ Figure(4)7 : Température du secteur B	79
➤ Figure(4)8. : Température pour l'ensemble des secteurs A, B.....	80
➤ Figure(4).9 : PH du secteur A.....	81
➤ Figure(4).10 . PH du secteur B.....	81
➤ Figure(4).11. PH pour l'ensemble des secteurs A, B.....	82
➤ Figure(4).11 . Conductivité électrique du secteur A.....	83
➤ Figure(4).12 . Conductivité électrique du secteur B.....	84
➤ Figure(4).13. Conductivité électrique pour l'ensemble des secteurs A, B.....	84
➤ Figure(4).14 . Turbidité du secteur A.....	86
➤ Figure(4).15 . Turbidité du secteur B.....	86
➤ Figure(4).16 .Turbidité pour l'ensemble des secteurs A, B.....	87
➤ Figure(4).17 . Schéma pour la recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux.....	91
➤ Figure(4).18. : Recherche Salmonella (méthode par filtration)	92
➤ Figure (4).19 : Incubateur.....	93

Liste des tableaux :

Chapitre I : généralité sur l'eau

- **Tableau (1).01** : Répartition des réserves en eau de la planète.....06
- **Tableau (1).02** : Comparaison entre les eaux de surface et souterraines.....07

Chapitre 2 : Resource en eau à Ain-Temouchent

- **Tableau (2).01** : qualité des eaux superficielle et souterraine destinée à l'alimentation en eau potable des populations.....24
- **Tableau(2).02** : Périodicité minimale des analyse d'eau brut à effectue en niveau des ouvrage et installation de production destinés à l'alimentation en eau potable.....25
- **Tableau (2).03**: périodicité minimal des analyses a effectué à la sortie de station de traitement ainsi qu'au niveau des ouvrages et installation d'adduction, de stockage, et des distributions d'eau.....32
- **Tableaux(2).04** : Production en eau potable avant le dessalement.....34
- **Tableau (2).05**: Comparaison avant et après le dessalement (Direction de l'ADE).....35
- **Tableau(2).06** : les fuites Années 2012 (Direction d'ADE).....40
- **Tableau(2).07**: Besoins futurs en eau potable de la ville Ain-Temouchent.....42

Chapitre03 : Normes de qualité des eaux de consommation

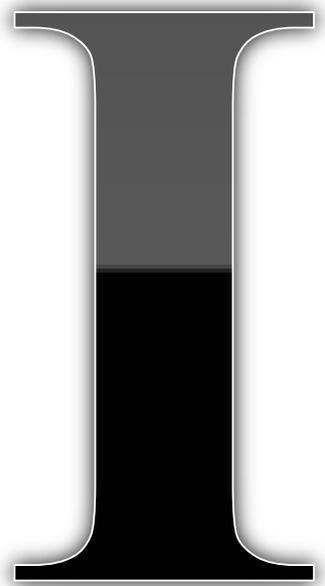
- **Tableau(3).01** : Paramètres organoleptiques.....48
- **Tableau(3).02** : Classement des eaux selon leur turbidité en NTU (Néphélobimétrie turbidité unités).....49
- **Tableau (3).03**: Paramètres physico-chimiques.....50
- **Tableau(3).04** : Classification des eaux d'après leur pH (unités de pH).....52

- **Tableau (3).5:** Classification des eaux d'après leur conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$).....52
- **Tableau(3).06 :** Classement des eaux selon leur titre hydrométrique (TH).....54
- **Tableau(3).07 :** Paramètres indésirables56
- **Tableau(3).08 :** Paramètres toxiques.....60

➤

chapitre4 : Résultats et matériels

- **Tableau 01 :** Caractéristiques statistiques de la température pour les deux secteurs de la ville d'Ain-Temouchent pendant les mois avril et mai.....78
- **Tableau.2 :** Caractéristiques statistiques des paramètres physico-chimiques (le pH) pour les deux secteurs de la ville d'Ain-Temouchent durant les mois d'avril et mai 2015.....80
- **Tableau.3 :** Caractéristiques statistiques de la conductivité électrique pour l'ensemble des secteurs de la ville d'Ain T'mouchent durant les mois d'avril et mai 2015.....83
- **Tableau.4 :** Relation entre la conductivité électrique et la minéralisation.....85
- **Tableau (4).5 :** Caractéristiques statistiques de la turbidité) pour les deux secteurs de la ville d'Ain-Temouchent (avril et mai 2015).....85
- **Tableau(4).6. :** Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau des sources.....88
- **Tableau (4).7:** taux des coliformes totaux dans les eaux des quatre sources durant les mois d'avril et mai 2015.....89
- **Tableau(4).8 :** taux les coliformes fécaux dans les eaux les quatre sources durant les mois d'avril et mai 2015.....89
- **Tableau(4).9 :** taux des streptocoques totaux dans les eaux des quatre sources durant moi d'avril et mai 2015.....90
- **Tableau(4).10 :** taux salmonelle dans les eaux des quatre sources durant les mois avril et mai 2015.....93



INTRODUCTION

GENERALE

Introduction générale

Dans les dernières années, les ressources en eau ont diminué à un rythme rapide et environs de deux millions de tonnes de déchets sont déversés chaque jour dans les cours d'eau, le défi croissant que pose la gestion de l'eau est d'en accroître la production pour faire face à la demande grandissante tout en maintenant, voire en améliorant sa qualité.

Le but que l'on se propose d'atteindre dans ce travail est une réflexion et critique de la qualité de l'eau de la ville d'Ain-Temouchent.

Dans ce travail de deux mois (avril et mai 2015), on a suivi des paramètres de la qualité des eaux de consommation. Des outils (chimique et statistique) ont été utilisés afin d'interpréter les données.

Le problème de l'eau a depuis longtemps existé pour les habitants d'Ain-Temouchent, cette ville qui ne cesse de s'étendre en superficie et dont le nombre d'habitants croît très rapidement. Le contrôle de la qualité de l'eau potable est essentiel pour s'assurer que la consommation d'eau ne risque pas d'affecter la santé des consommateurs.

Notre étude consiste à examiner le problème de la qualité de l'eau (les eaux de distributions) de la ville d'Ain-Temouchent. Notre démarche consiste à faire des prélèvements d'échantillons d'eau dans le réseau de distribution (les robinets des consommateurs), et d'examiner sa qualité.

La campagne de prélèvement a été réalisée, d'avril à mai 2015, sur deux secteurs (A et B) de la Ville d'Ain-Temouchent. Afin de suivre l'évolution de la qualité de l'eau potable, notre travail a été divisé en quatre parties :

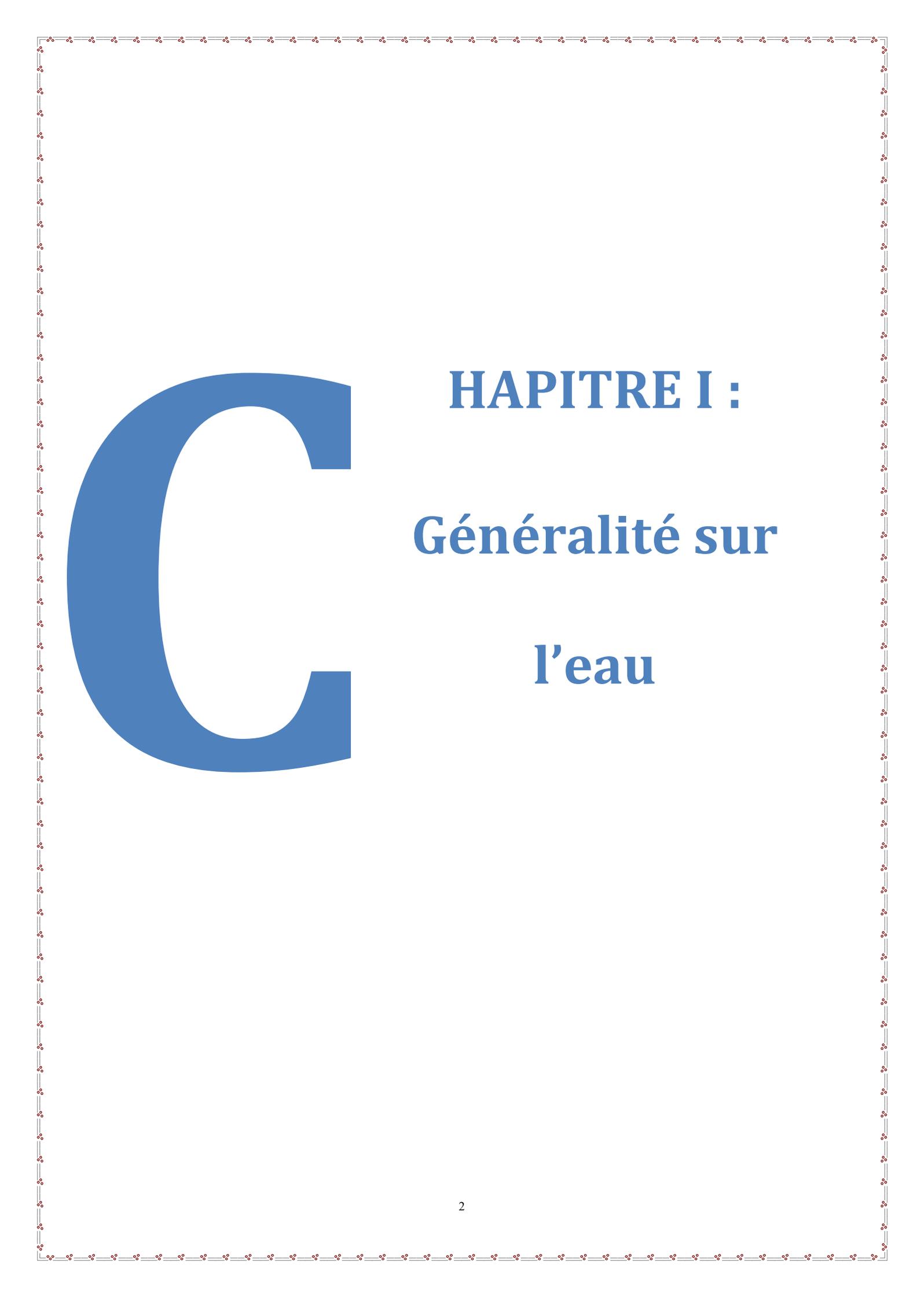
Le présent travail est composé de quatre parties :

Première partie : nous nous sommes concentrés sur les généralités de l'eau comme les ressources en eau, le traitement des eaux... ect

Deuxième partie : nous nous sommes attardés sur les ressources en eau d'Ain-Temouchent comme les origines d'eau d'alimentation de la ville d'Ain-Temouchent.

Troisième partie : nous avons vue dans ce chapitre toutes les normes concernant l'eau.

Quatrième partie : comporte les résultats expérimentaux et leur interprétation.



C

HAPITRE I :
Généralité sur
l'eau

I.1.INTRODUCTION :

Dans tout l'univers, il est une molécule que l'homme recherche avidement, car sa découverte dans l'atmosphère d'une planète lointaine libérerait aussitôt les rêves les plus fous de l'humanité. Cette molécule, un modèle simple triangulaire la représente aisément avec la particularité d'un angle interatomique de 105° , dû à l'électronégativité de deux de ses pôles, au lieu de 90° pour des liaisons strictement covalentes. Elle est caractérisée par un moment électrique mis en évidence par ses propriétés physiques et électriques. Enfin, sa formule peut s'écrire de façon très simple: H_2O , l'eau. Derrière ce mot, s'impose une image, née des derniers voyages spatiaux, celle d'une planète bleue: la Terre. L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle constitue l'hydrosphère. Son volume est estimé à 1370 millions de kilomètres cubes; on évalue de 500 000 à 1 million de kilomètres cubes le volume d'eau douce réparti entre les fleuves, les lacs et les eaux souterraines; les glaces des calottes polaires représentent un volume de 25 millions de kilomètres cubes, également d'eau douce. Enfin, il y a 50 000 kilomètres cubes d'eau dans l'atmosphère sous forme de vapeur et de nuages. L'évaporation annuelle est estimée à 500 000 kilomètres cubes et les précipitations sur les continents à 120 000 kilomètres cubes par an. Mais l'eau est surtout synonyme de vie biologique. C'est le constituant majeur de la matière vivante. Il entre en moyenne pour 80 dans sa composition. Chez les animaux supérieurs, le pourcentage d'eau est compris entre 60 et 70 %. Des valeurs extrêmes de 98 % se rencontrent chez des organismes marins tels que la méduse ou certaines algues; par contre, les bactéries sporulées, forme de résistance et de vie ralentie, voient leur teneur en eau réduite à 50 %. Élément majeur du monde minéral et biologique, l'eau est aussi le vecteur privilégié de la vie et de l'activité humaine. A l'heure actuelle, l'utilisation globale de l'eau, en additionnant les usages domestiques, industriels et agricoles, représente le chiffre impressionnant de 250 m³ par an et par habitant. Et encore les disparités sont énormes: de 100 m³ pour les pays en voie de développement à 1500 m³ pour les Etats-Unis. Il est donc certain que les besoins en eau de l'humanité ne cesseront de croître. Ceci implique la nécessité impérieuse de protéger l'eau. Il faut la traiter que ce soit pour produire une eau propre à la consommation ou à des usages spécifiques industriels ou pour limiter les rejets de pollution dans le milieu naturel.

I.2.L'histoire de l'eau :

L'homme n'a cessé de s'interroger sur la nature de l'eau, pour Aristote l'eau avec le feu,

la terre et l'air, fait partie des quatre éléments de la réalité universelle. À la même époque, Démocrite, pense au contraire que la matière a une nature corpusculaire (le mot atome vient des Grecs atomes= indivisible). La théorie aristotélicienne est admise jusqu'au 17ème siècle. Mais, à la fin du 18ème siècle, tout est remis en cause. Le physicien anglais Cavendish réussit à démontrer en 1766 que l'eau était formée d'hydrogène puis Joseph Priestley découvre en 1774 l'oxygène. Le 27 juin 1783 en France, Lavoisier et Laplace réalisent la synthèse de l'eau à partir de 2 volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène. En 1800, Anthony Carlisle et William Nicholson effectuent la première analyse de l'eau en y plongeant des fils de cuivre reliés à une pile (inventée cette année-là par Volta). Ils récupèrent alors 2 volumes d'hydrogène et un volume d'oxygène. La formule chimique de l'eau est donc H₂O. La recherche sur la structure de l'eau ouvre ainsi la voie à la chimie moderne.

I.3. Propriétés de l'eau :

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre. C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants. L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes. Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

➤ **État solide :**

À basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.

➤ **État gazeux :**

Caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.

➤ **État liquide :**

Caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires.

I.4. Cycle de l'eau :

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre Terre : c'est le cycle de l'eau. L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la

suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement pénètre, ruisselle, quant au ¼ restant, il s'évapore à son tour.



Figure(I). 01 : Cycle de l'eau

I.5.Répartition de l'eau sur la terre :

L'eau est le liquide le plus abondant dont elle recouvre les 72 % de la surface. Représentant un volume total estimé à $1,4 \cdot 10^9 \text{ Km}^3$. Les mers et les océans représentent 97.4 % de la totalité des eaux terrestre.

L'eau indispensable à la survie de l'espèce vivante terrestre représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0,014 % de l'eau totale.

C'est pourquoi il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens de développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin.

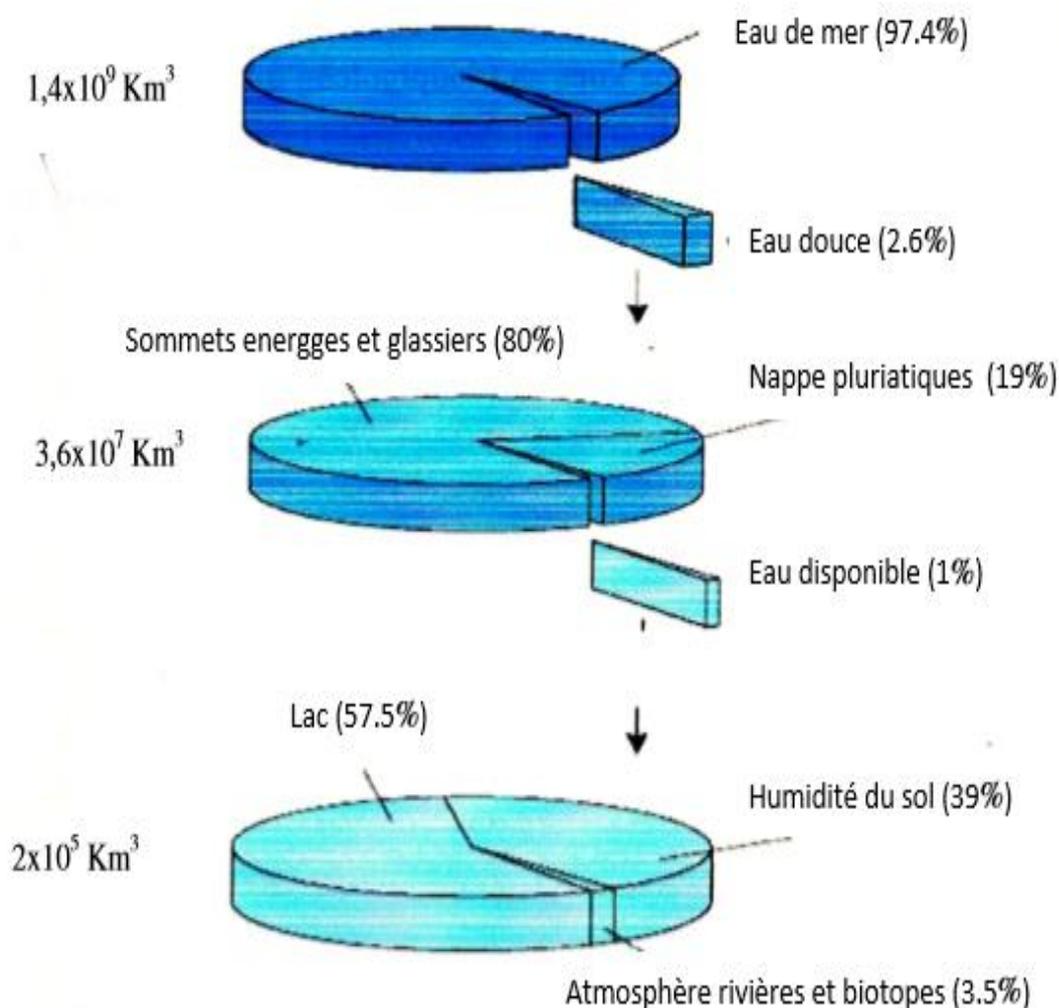


Figure (I).02 : la répartition de l'eau sur la terre

I.6.Ressources en eau :

L'eau recouvre 70 % de la surface de la planète, mais plus de 97.5 % de son volume contient une telle concentration de sel qu'elle est impropre à l'utilisation humaine, industrielle ou agricole. L'eau douce sur laquelle nous dépendons représente moins de 2 % du volume d'eau disponible. Cependant, les trois quarts de cette eau sont retenus sous forme de neige et de glace, notamment dans les régions de l'Antarctique et du Groenland.

Cette quantité d'eau douce se répartit pour les deux tiers en glace polaire, et pour un tiers, soit 110 000 milliards de m³, en eau de pluie, dont 70 000 milliards s'évaporent en permanence. Sur les 40 000 milliards de m restants, 20 % sont peu accessibles (dans les montagnes notamment). L'humanité pourrait très largement s'abreuver des 32 000 milliards de m apparemment disponible. En fait, très mal répartie, l'eau accessible ne représente que 12 500 milliards de m. Un volume toutefois globalement suffisant. Dans le tableau 1 ci-dessous nous avons présenté les réserves en eau de la planète.

	Stock (Km ³)	% du total	% du total eau douce
Océans	1 350 000 000	97,41000	-
Glaciers	27 500 000	1,98400	76,63200
Eaux souterraines	8 200 000	0,59200	22,85030
Mers intérieures	105 000	0,00758	-
Lacs d'eau douce	100 000	0,00722	0,27870
Sols	70 000	0,00505	0,19500
Air	13 000	0,00094	0,03620
Rivières	1 700	0,00012	0,00470
Biosphère	1 100	0,00008	0,00310

Tableau (I).01 : Répartition des réserves en eau de la planète

I.7.Les eaux d'approvisionnement :

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenus de barrages) ou en écoulement (rivières).

I.7.1. Eaux de surface :

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement.

Les eaux de surface sont moins stables, et contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer désagréments olfactifs et gustatifs. Elles nécessitent un traitement physico-chimique parfois complexe dans des infrastructures importantes.

I.7.2. Eaux souterraines :

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable, comme il est montré dans le tableau (1).02 ci-dessous

Caractéristique	Les eaux de surface	Les eaux sous terraines
Température	Varie en fonction des saisons	Relativement constante
Turbidité	Niveau variable parfois élevé	Faible ou nulle
Couleur	Principalement dû aux sols en suspension (argile, algue,..) excepté pour les eaux acides et très douces.	Principalement dû aux solides dissous
CO2 agressif	Pas présent	Souvent présent en grande quantité
O2 dissout	Souvent proche du niveau de saturation. Absent dans les eaux très polluées.	Généralement peu présent
H2S	Pas présent	Souvent présent
	Seulement dans des eaux	Souvent présent sans forcément

NH4+	polluées	une pollution bactériologique
Nitrates	Niveau généralement faible	Niveau parfois important
Silice	Généralement en proportion modérée	Niveau souvent important
Micropolluants d'origine organique et minérale	Présent dans l'eau des pays développés mais est susceptible de disparaître rapidement une fois la source éliminée	Normalement pas mais une pollution accidentelle a des effets à très long terme
Organismes vivants	Bactéries, virus, plancton (animal et végétal)	Des bactéries du fer sont fréquemment trouvées
Solvants chlorés	Rarement présent	Souvent présent
Contenu minéral	Varie avec le sol, les effluents, les pluies,...	Généralement plus important que pour l'eau de surface pour un même endroit.
Fer et Mn en solution	Généralement pas sauf pour au fond des lacs et des dans le processus d'eutrophisation	Présent

Tableau (I).02 : Comparaison entre les eaux de surface et souterraines

I.8. Les sources :

I. 8. 1. Définition :

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Toute source est alimentée par une portion de la nappe aquifère qui lui a donné naissance.

I.8. 2. Les différents types de sources,

Les principaux types de sources sont les suivants

➤ Sources d'affleurement :

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie.

➤ **Sources de déversement :**

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible, pratiquement constant et peuvent facilement tarir. Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités.

➤ **Sources d'émergence :**

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures où l'on peut voir l'eau bouillonner. Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal.

I.8.3. Traitement de l'eau de source :

Les eaux de source sont naturellement propres à la consommation humaine. Les seuls traitements qui sont permis d'être appliqués, afin d'éliminer les éléments instables (gaz, le fer et le manganèse) sont : l'aération, la décantation et la filtration.

I.9. Les nappes d'eau :

I. 9.1. Définitions :

« L'aquifère », ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau. Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue.

I. 9. 2. Les différents types de nappes :

➤ **Nappe libre :**

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable.

➤ **Nappe captive :**

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive. Les nappes peuvent être classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

Les nappes phréatiques sont celles qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol, sont toujours libres et souvent contaminées.

Les nappes profondes dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde et peuvent être libres ou captives.

I.10. Qualité des eaux:

I. 10.1. Qualité de l'eau d'alimentation :

La qualité de l'eau d'alimentation est régulièrement mise en question ces dernières années. Elle est considérée souvent comme un symbole de pureté, l'eau est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et elle est soumise aux normes de qualité les plus sévères. L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Elle constitue d'un autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que ces quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde

I. 10.2. Qualité des eaux souterraines :

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique, elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire. Dans la réalité, les eaux souterraines sont rarement stables tout au long de l'année. Il faut étudier leur évolution surtout pendant les précipitations importantes où elles peuvent devenir troubles ou même être souillées par une nappe phréatique d'une rivière voisine. Elles peuvent être également polluées à partir du sol par des épandages de pesticides et des rejets d'eau résiduaire d'origines animale ou humaine. Si cette pollution est plus rare et plus limitée d'ordinaire dans les eaux souterraines que dans les eaux de surfaces, les accidents ont un effet plus durable sur la première, étant donné les faibles vitesses de percolation et la teneur à retrouver l'équilibre perdu.

I.11. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement, car l'eau est une interface entre l'air et le sol. Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substance polluante de

toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peut être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelle ou aiguë, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies. La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel.

I.11.1. Pollution des eaux souterraines :

La pollution des eaux souterraines est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir. C'est une pollution très discrète, mais très persistante et ses conséquences doivent être envisagées sur le très long terme.

I.11.2. Principales origines de la pollution des eaux souterraines :

La pollution des eaux souterraines est favorisée par certains aménagements et pratiques :

Mauvaises gestions des eaux de ruissellement.

Interventions qui favorisent l'infiltration dans la nappe : Forage de puits sans précaution, ouverture du gravier, puits perdus (infiltration des eaux usées).

Modification des pratiques agricoles : remplacement de la prairie par des cultures intensives.

I.12. Traitement des eaux :

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraine ou superficielle, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié. Si une protection contenue de la source aux consommateurs ne peut être garantie, il sera impératif de procéder à une désinfection et de maintenir une concentration de chlore résiduel suffisant

I.13. Potabilité de l'eau,

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes : les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate,

fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium,...). Les normes de portabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine.

I.14.Substances présentes dans l'eau :

L'eau suit un cycle dans la nature (précipitation, ruissellement ou infiltration, écoulement vers les océans, évaporation, condensation).

L'eau s'évapore à la surface des océans, elle a une très grande pureté chimique sous forme de vapeur, se condense dans les couches froides de l'atmosphère, trouve sa forme liquide et son pouvoir solvant avec les gaz atmosphériques comme l'azote en plus grande partie, oxygène, gaz carbonique et gaz rares. L'eau perd la pureté qu'elle avait sous forme de vapeur, dès son apparition dans les nuages sous forme de fines gouttelettes et devient une solution diluée de gaz.

Les eaux de pluie traversant l'atmosphère en se chargent des impuretés de l'air : poussières, rejets de l'industrie, gaz de combustion des foyers domestiques et industriels. Lorsque l'eau arrive au sol, elle ruisselle et se charge de débris solides variés (animaux, végétaux, roches) puis dissout les produits de décomposition des végétaux, des minéraux très solubles mêmes des rejets industriels, urbains et agricoles.

L'eau s'infiltré dans le sol. En contact avec les roches, elle se charge des minéraux de ces derniers. L'eau existe dans la nature sous de compositions variées, souvent variables dans le temps. Il a un pouvoir solvant élevé vis-à-vis des éléments minéraux, organique et des gaz.

Les substances qui sont présentes dans l'eau sont :

- Solide en suspension ;
- Matières colloïdales ;
- Matières en émulsion ;
- Matières minérales dissoutes ;
- Matières organiques dissoutes ;
- Gaz dissous ;

- Organismes vivants du règne végétal ou animal ;

I. 14.1. Matières solides en suspension :

Les matières solides en suspension comprennent (argiles, sable, débris végétaux et animaux, débris des roches). Elles restent en suspension tant que l'eau est en mouvement, à l'inverse quand la vitesse d'écoulement diminue et tend vers zéro, les matières solides se déposent au fond des réservoirs et même sur les parois inférieures des conduites pour former des dépôts. Ces matières visibles à l'œil nu déterminent la turbidité de l'eau.

I.14.2. Matières colloïdales :

Les matières colloïdales sont généralement invisibles à l'œil nu, ce sont de très fines particules de matière solide, d'origine minérale ou organique contenant des charges électriques à leurs surfaces qui les maintient en suspension même si le liquide n'est pas en mouvement.

Les matières colloïdales ne décantent pas en l'absence d'une neutralisation de leurs charges, dans ce cas, ils peuvent être retenus que par des membranes (filtres très fins).

I. 14.3. Matières en émulsion :

Les matières en émulsion sont plus au moins stables, ce sont des matières insolubles, qui se présentent sous forme de fines gouttelettes réparties de façons uniformes dans l'eau.

I.14.4. Matières minérales dissoutes :

Une plus grande partie de ces matières dissoutes minérales provient de la dissolution des roches en contact avec l'eau au cours de son écoulement dans la nature. Il existe d'autres matières minérales telles que les chlorures ou les nitrates dont les origines proviennent des rejets urbains, industriels et agricoles.

I.14.5. Matières organiques dissoutes :

Les matières organiques dissoutes proviennent de la dissolution des végétaux et animaux décomposés par l'eau de pluie, des rejets urbains et industriels, mais aussi de l'activité agricole (épandage des lisiers, pesticides, fongicides, herbicides, etc.).

Les couleurs, les odeurs et les saveurs désagréables des eaux proviennent de ces matières, certains sont plus ou moins toxiques.

I.14.6. Gaz dissous :

Les gaz dissous comprennent les gaz de l'atmosphère, de la surface du sol et du sous-sol.

I.14.6.1. Gaz de l'atmosphère :

- **Azote :**

C'est un gaz inerte dans les conditions habituelles. Il ne réagit pas avec l'eau.

- **Oxygène**

C'est l'élément le plus important, car, il favorise la corrosion pour les métaux ferreux et la formation de couches d'oxydes protecteurs pour les métaux non ferreux.

- **Gaz carbonique.**

Il est présent en faibles quantités dans l'eau de pluie car, l'atmosphère contient une faible proportion.

I.14.6.2. Gaz de la surface du sol et du sous-sol :

Ce sont des gaz contenus dans les couches superficielles du sol et les couches d'humus en cours de décomposition.

- **Gaz carbonique :**

Le gaz carbonique contenu dans les eaux d'infiltration provient en grande partie des végétaux, il dissout les roches calcaires et intervient dans la corrosion des métaux.

- **Ammoniac :**

L'ammoniac provient de la décomposition des composés organiques azotés, il intervient dans le développement de certaines bactéries en qualité d'élément nutritif.

- **Hydrogène sulfuré :**

L'hydrogène sulfuré donne une saveur et une odeur très désagréable à l'eau, il intervient comme agent de corrosion des métaux cuivreux et ferreux.

I.14.6.3. Organismes vivants :

La teneur en éléments nutritifs, le pH, la composition minérale de l'eau, ses teneurs en oligo-éléments, gaz dissous et matières organiques, l'exposition à la lumière solaire pour certains organismes, sont autant de facteurs qui interviennent dans la vitesse de développement des souches vivantes.

La température est considérée comme un élément important pour les organismes vivants, les températures comprises entre 25 et 35 °C sont les plus favorables aux proliférations de micro-organismes.

C hapitre II :

Ressource en eau à Ain-Temouchent

II.1.Introduction :

La ville d'Ain-Temouchent est alimenté actuellement à partir de l'usine de dessalement de CHATT EL HILAAL du transfert Béni BAHDEL et du forage Barret pour une production totale de 20 000 m³ /J pour une population de 80 000 habitants. Le réseau est de type maillé, constitué de canalisation en fonte et PEHD de différents diamètres allant du DN 600 mm à 62 mm pour une longueur de 200 Km. L'alimentation se fait à partir du réservoir St Rock (5000 m³ +2_x 1130) et à partir des réservoirs de la ferme Ecole (2_x 5000 m³).

II.2. Présentation de la zone d'étude :

❖ II.2 .1-Situation géographique de la ville d'Ain-Temouchent :

Ain-Temouchent, une ville littorale était dénommée « Ain Diba » placée à environ 504km de la capitale Alger à l'ouest du pays. La ville occupe une situation privilégiée en raison de sa proximité de trois grandes villes de l'ouest de l'Algérie : Oran, Sidi Bel Abbes et Tlemcen.

La ville est limitée au Nord par la commune de Sidi ben Adda, de Chentouf par le Sud, à l'est Terga et El Maleh, ainsi que Chabat, à l'ouest par la commune d'Ain Kihel.

La ville d'Ain-Temouchent s'étend sur une superficie de 78,93 km.

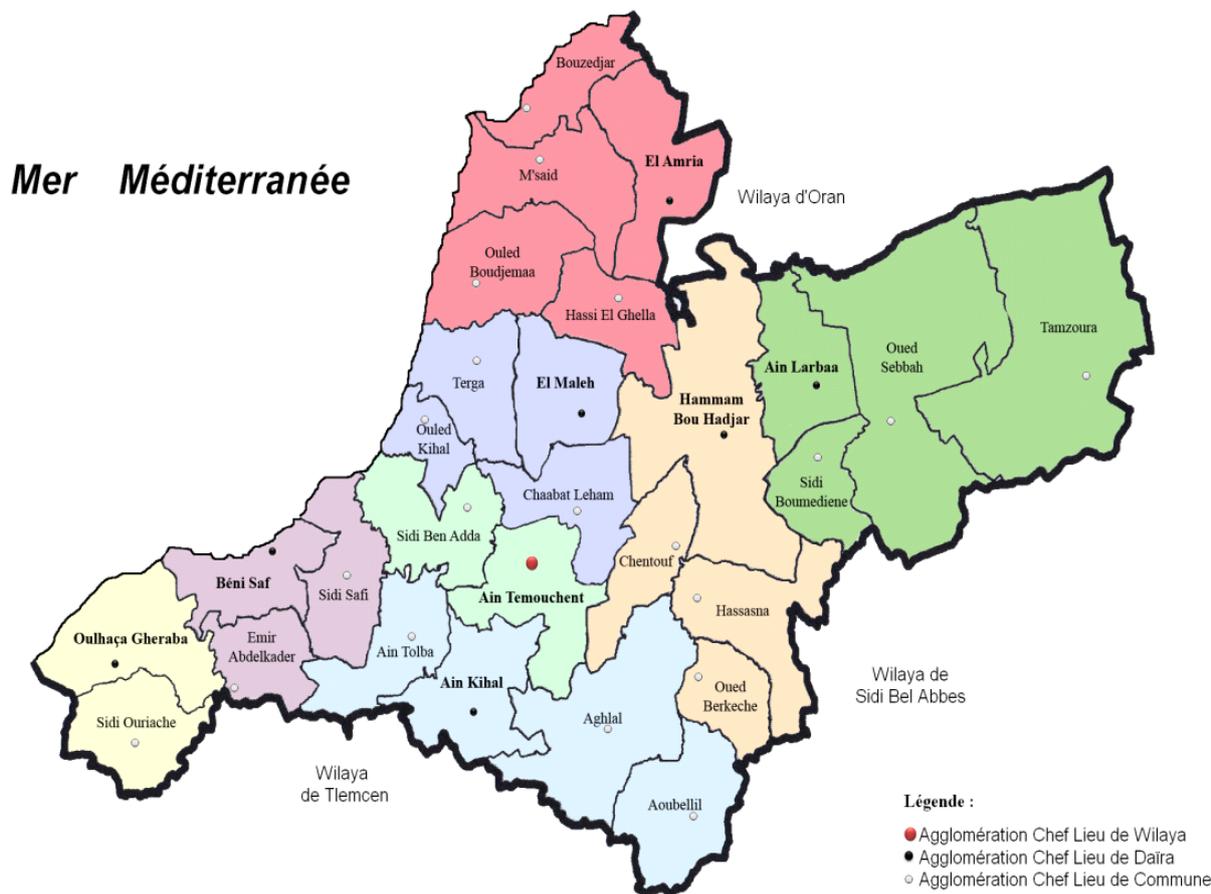


Figure (II).01: Géographie de la ville d'Ain-Temouchent

❖ II.2.2-Situation Hydrique :

➤ Topographie de la ville :

La topographie générale de la commune d'Ain-Temouchent est très accidentée, elle correspond à un grand plan incliné allant du Sud vers le Nord.

➤ Géologie de la région :

La structure géologique de la région est constituée par des formations volcaniques de type basaltique et de cendres volcaniques, qui doivent leur apparition aux éruptions du pliocène et quaternaire. Ces formations recouvrent toute la partie sud-est et sud d'Ain-Temouchent allant jusqu'aux secteurs de Chaabat El Leham, Béni Saf et Ain Tolba. On distingue trois types de formations :

- Des formations Basaltiques avec des cendres volcaniques d'âge primaire
- Des formations Sédimentaires constituées de calcaires, d'argiles, et de marnes.

- Des formations Quaternaires constituées de tufs et d'alluvions recouvertes de formations Argilo-marneuses et Argilo-sablonneuses et de croutes calcaires.

➤ ***Sismicité régionale :***

Bien que la région d'Ain-Temouchent ne soit pas située sur une faille, le tremblement de terre du 22 décembre 1999 a montré que cette région est sujette à une activité sismique.

II.2.3 CLIMATOLOGIE :

➤ **Relief :**

Le relief de la ville d'Ain-Temouchent se compose de 03 unités d'aménagements définies dans le cadre du plan d'aménagement de la Wilaya à savoir :

✓ **Les plaines intérieures :**

Regroupent :

- La plaine d'Ain-Temouchent - El Amria: Constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 m
- La plaine de M'Leta : Qui se situe entre la Sebkhia d'Oran et le versant septentrional du Tésala, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 m

✓ **La bande littorale :**

Fait partie de la chaîne tellienne et est composée :

- Du massif côtier de Beni Saf dont l'altitude moyenne est de 200 m. Le point culminant atteint 409 m à Djebel Skhouna
- Du plateau d'Oued Boudjema d'une altitude moyenne de 350 m légèrement incliné vers la Sebkhia.
- De la baie de Bouzedjar

✓ **La zone montagneuse :**

Dont l'altitude moyenne varie de 400 à 500 m, regroupe :

- Les Traras orientaux qui se caractérisent par un relief très abrupt
- Les hautes collines des Berkeches qui se prolongent jusqu'aux monts de Sebaa - Chioukh constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen
- Les monts de Tessala d'une altitude moyenne de 600 m où le point culminant atteint 923 m à Djebel Bouhaneche.

❖ II.2.4 Climatologie de la région :

La Ville d'Ain-Temouchent a un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est).

Par ailleurs, les reliefs méridionaux (Sebaa - Chioukh, Tessala, Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (Sirocco).

La répartition moyenne des précipitations se présente comme suit :

- Le long du littoral une moyenne de 100 mm/an.
- Les plaines sub-littorales : 200 à 300 mm/an
- Les hauteurs de Tessala : Plus de 400 mm/an La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture.

II. 2.4.1. Température :

Les températures moyennes enregistrées pour la période : 1950-2005 sont données dans le tableau ci-dessous.

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
T Moy (°c)	30,4	25,8	20,5	17,2	15,9	16,5	18,30	20,3	23,9	28,6	32,5	33,4	23,6

II.2.4.2. L'ensoleillement :

Le tableau qui suit donne les moyennes mensuelles d'ensoleillement (en heures entières) pour la période 1994-2005.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Mo
Insolait (H)	246,8	247,0	199,8	205,7	195,8	195,0	242,8	267,4	277,9	302,5	298,7	296,0	440

Les valeurs d'insolation les plus importantes sont enregistrées du mois d'Avril jusqu'au mois d'Aout.

II.2.4.3. L'évaporation:

Les moyennes mensuelles d'évaporation pour la période 1950-2005 sont indiquées dans le tableau qui suit

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Evap (mm)	127,8	86,9	58,4	43,8	47,3	58,4	87,3	110,6	129,1	152,5	169,4	153,8	1225,3

L'évaporation atteint son maximum au mois de Juillet, et le minimum est atteint au mois de Décembre.

II.2.4.4. Les vents:

Les vents dominants, surtout à partir de 1000m d'altitude, sont les vents d'ouest. Les mesures du tableau qui suit sont données en km/h pour la station de Beni Saf.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
-------------	------	-----	-----	-----	------	-----	------	-------	-----	------	------	------	------------

V (m/s)	17,9	16,8	22,5	22,2	21,7	23,4	22,0	27,4	19,5	19,8	15,2	16,8	21,64
----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

II.2.4.5. L'humidité:

Moyennes mensuelles de l'humidité pour la période 1950-2005.

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Moy
Humidité (mm)	65,3	74,0	76,9	76,9	76,9	78,9	74,0	69,2	64,5	62,5	60,7	65,3	69,1

II.2.4.6. Les Précipitations :

Précipitation moyennes mensuelles annuelles de période de 2000-2011 (source ABH)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Moy
(Mm)	10,4 4	42,4 1	53,4 3	38,5 5	50,6 4	42,3 3	27,6 7	24,5 3	24,13	4,38	0,04	2,28	319,8

Pour la suite de nos calculs on prend une pluviométrie moyenne annuelle de 320mm.

A partir des données de Blair et de Gasparin, et la pluviométrie moyenne annuelle, nous pouvons conclure que cette région a un climat semi-aride avec une influence maritime plus que continental.

II.3.les ressources d'eaux à Ain-Temouchent :

Il existe 2 grands types d'eau :

✓ Eau Superficielle :

La wilaya d'Ain-Temouchent, vu sa situation géographique et ses caractéristiques hydrogéologiques ne lui permettant pas de subvenir à ses besoins en matière des ressources hydriques a toujours fait l'objet de transfert des ressources à partir de la wilaya de Tlemcen (Barrage Béni-Bahdel, Batterie de forage au niveau de sidi abdelli), et à partir du transfert Tafna.

✓ **Eau du Dessalement :**

Une nouvelle station de dessalement de 250 000 m³ a été mise en service le mois de Décembre 2009 dont le but est de renforcer l'AEP de l'ensemble des communes de la wilaya ; 04 couloirs sont en cours de réalisation par la DHW dont :

- Renforcement en AEP du couloir BENI SAF - OULHACA à partir de DZIOUA
- Renforcement en AEP du couloir LITHORAL (Dzioua-Houaoura) à partir de DZIOUA
- Renforcement en AEP du couloir AIN EL KIHHEL – HESSASNA à partir de DZIOUA
- Une Station de pompage et un Réservoir de 10 000 m³ ainsi que le dédoublement à partir de DZIOUA – AIN TEMOUCHENT – EL MALEH est programmé à être réalisé par l'ADE.

Groupes de paramètres	Paramètres	unité	Valeur maximal	
			Eau superficielle	Eau souterraine
Paramètre organoleptique	Couleur	Mg/échelle pt	200	20
	Odeur (taux dilution à 25°)	—	20	3
Paramètre physico-chimique en relation avec la structure naturelle des eaux	Chlorures	Mg/l Ci	600	500
	Concentration en ions hydrogéné (ph)	Unité ph	≥6,5 et ≤9	≥6,5 et ≤9
	Conductivité	µs/cm à 20°C	2800	2800
	Demande biochimique en oxygéné (DBO5)	mg/l O2	7	<3
	Demande chimique en oxygène(DCO)	Mg/l O2	30	—
	matière en suspension	Mg/l	25	25

Sulfates	Mg/l SO4	400	400
Taux de saturation en oxygène dissous	% O2	30	>70température
Température	°c	25	25
Ammonium	Mg/l	4	0,5

Tableau (II).01 : qualité des eaux superficielle et souterraine destinée a l'alimentation en eau potable des populations

II.4-Les origines d'eau d'alimentation de la ville d'Ain T'émouchent :

La ville d'Ain-Temouchent est alimentée à partir de plusieurs sources : station de traitement dzioua, station ben bahdel et dessalement chatte el Hilal, forage Barrét. Le mélange de ces sources se fait dans les réservoirs de 5000 m3. Ainsi, nous avons effectué quatre prélèvements : ben bahdel, forage barret, dessalement chatte el Hilal et le mélange de ces sources.

Débit journalier produit m3/j	Périodicité eau superficielle	Périodicité eau souterraine
< à 100	Une fois par an	Une fois tous les deux ans
100 à 5000	Deux fois par an	Une fois par an
5001 à 20000	Six fois par an	Trois fois par ans
> à 20000	Deuze fois par an	Six fois par an

Tableau(II).02 : Périodicité minimale des analyse d'eau brut à effectue en niveau des ouvrage et installation de production destinés a l'alimentation en eau potable

❖ II.4.1. Station de traitement Dzioua :

✓ Adduction dzioua :

L'adduction de la station dzioua au réservoir 50000m³ (Ain t'émouchent) est de 09km

✓ La capacité de traitement :

La capacité de traitement est de 12000m³/j

✓ Technique de traitement :

La station dzioua utilise la technique classique (filtration, floculation, coagulation, en plus du traitement final en produit chimiques.

❖ II.4.2. Réservoir 5000m³ :

Situé dans la ville d'Ain-Temouchent et a une capacité de stockage de 5000m³ (le mélange entre les trois sources).



Figure(II.2) : Réservoir de Dziou

❖ **II.4.3. Station ben bahdel :**

✓ **Adduction ben bahdel :**

L'adduction de la station ben bahdel au réservoir 5000m³ (Ain t'émouchent) est de 14km

✓ **Technique de traitement :**

Filtration, floculation, coagulation, et traitement final en utilisant l'eau de javel



Figure(2).03 : barage ben bahdel

❖ II.4.4. Dessalement Chat el Hilal (Beni Saf, Wilaya d'Ain- Temouchent) :

Discrètement placées sous terre à un kilomètre de la plage de Chat el Hillal, les 11 pompes de la station de dessalement de Béni Saf absorbent tous les jours assez d'eau de mer pour produire 200. 000 m³ d'eau potable par jour, dont 70% est distribuée à Oran et le reste à la wilaya d'Ain T'émouchent. Près de 400.000 personnes sont ainsi desservies quotidiennement en eau potable. C'est une transformation significative pour la région qui, il y a quelques années, peinait à alimenter sa population en eau potable. Avant la mise en service de la station en 2009, près de 30% des habitants de Ain-Temouchent ne recevaient de l'eau qu'un jour sur deux, voir un jour sur trois ou sur quatre. Aujourd'hui, 90% d'entre eux sont approvisionnés 24h/24. Largement subventionnée par l'Etat, l'eau traitée est vendue 54 dinars le m³ à l'Algérienne des Eaux (ADE) par la Beni Saf Water Company, une joint-venture entre l'espagnol Geida et l'entreprise publique Algerian Energy Company. « Avant l'exploitation, les pénuries en eau forçaient la population locale à payer parfois 700 dinars le m³ d'eau apportées dans des citernes», souligne Mohamed Chaffi, directeur général adjoint de la station de Beni Saf. En outre, la mise en activité de la station de dessalement a permis de libérer l'eau des deux barrages avoisinants à des fins agricoles.

La Superficie du terrain est de : elle est de 65 700 m² (concession sur 25 ans).



Figure(II).04 : station de dessalement Chat el Hilal

✓ Adduction de la station de dessalement :

L'adduction de station de dessalement au réservoir 5000m³ (Ain t'émouchent) est de 11 km

✓ Technique de traitement :

La station de dessalement réalise la technique de l'osmose inverse, plus le prétraitement chimique (Pré filtration, Filtres à sable et anthracite, Filtres à cartouche).

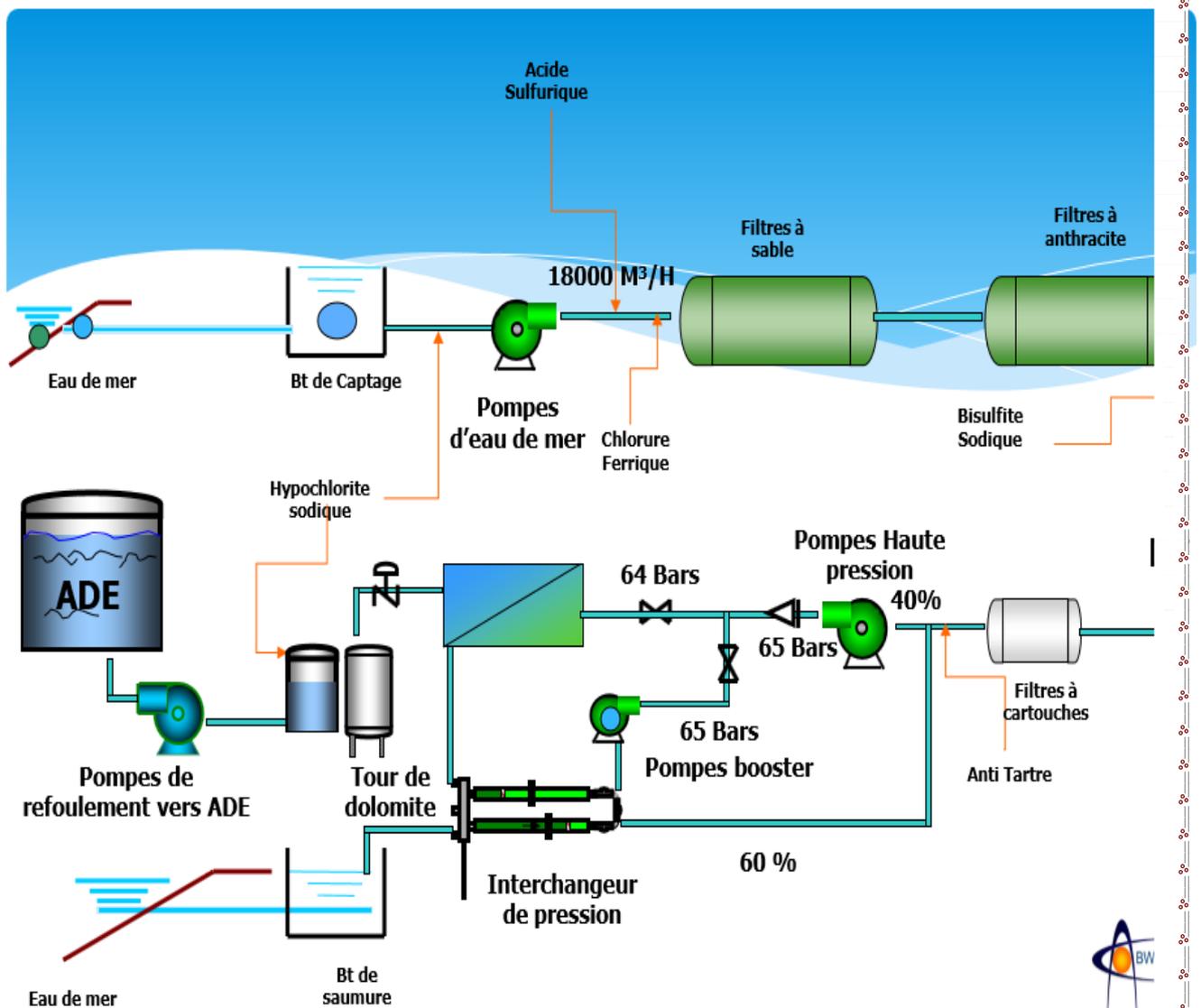


Figure (II).05 : technique de traitement de la station de dessalement

II.5.Administration des ressources en eaux (ADE) :

❖ II.5.1- Définition de l’ADE :

L’Algérienne Des Eaux est un établissement public national à caractère industriel et commercial dotée la personnalité morale et de l’autonomie financière, il a été créé par le décret exécutif n°01-101 du 27 moharrem 1422 correspondant au 21 avril 2001.L’établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

❖ II.5.2-Mission De l’ADE :

Le service public de l’eau potable visant à assurer la disponibilité de l’eau aux citoyens ;

L’exploitation (gestion et maintenance) des systèmes et installation permettant la production, le traitement, le transfert, le stockage et la distribution de l’eau potable et industrielle;

La normalisation et la surveillance de la qualité de Léau distribuée ;

La maitrise d’ouvrages et la maitrise d’œuvre pour son propre compte et/ou des collectivités locales ;

La maitrise d’ouvrage déléguée est réalisée contre rémunération par le maitre d’ouvrage ;

L’initialisation de toute action visant l’économie de l’eau.

❖ II.5.3-L’ADE par chiffre année 2015 :

- Parmi les 28communes de la wilaya d’Ain-Temouchent :
- L’ADE gère 20 communes en détail et 08 en gros.
- Population total de la wilaya 405116 habitant
- Population desservie total 79597 habitant
- Population desservie en détail 79272 habitant

signaler :

- Si la couleur et le gout sont inhabituels
- Les fuites externes

Le consommateur doit veiller également à l'hygiène de ses récipients de stockage et à leur désinfection régulière (réservoir, bache d'eau, citerne). L'eau traitée par L'ADE d'Ain T'émouchent est parfaitement saine.

Ce tableau (II)03 représente la périodicité minimal des analyses effectuées à la sortie de station de traitement ainsi qu'au niveau des ouvrages et installation d'adduction, de stockage, et des distributions d'eau

Population desservie (habitant)	Volume journalier m3/j	contrôle de chloration au niveau des ouvrages et installation (par jour)	Contrôle de chloration au niveau des compteurs (par semaine)	Contrôle partiel (par mois)	Contrôle complet (par année)
0 à 999	0 à 150	1	10	10 dont au moins 2 par semaine	10 dont au moins 2 par trimestre
1000 à 9999	151 à 1500	1	20	20	20
10000 à 99999	1501 à 15000	1	20+ Deux pour chaque volume supplémentaire de 750 m3 à partir de 1501 m3	20+Deux pour chaque volume supplémentaire de 750m3 à partir de 1501 m3	20+2 pour chaque volume supplémentaire de 750 m3 à partir de 150 m3
100000 à 499999	15001 à 75000	2	60+1 pour chaque volume supplémentaire de 1500m3 à partir de 15001m3	60+ 1 pour chaque volume supplémentaire de 2500 m3 à partir de 15001 m3	60+1 pour chaque volume supplémentaire de 1500 m3 à partir de 15001m3

> à 500 000	> à 75000	2	100+1 pour chaque volume supplémentaire de 3750m ³ à partir de 75001 m ³	100+1 pour chaque volume supplémentaire de 3750 m ³ à partir de 75001 m ³	100+1 pour chaque volume supplémentaire de 3750 m ³ à partir de 75001 m ³
-------------	--------------	---	--	---	--

Tableau (II).03: périodicité minimal des analyses a effectué à la sortie de station de traitement

II.6.Historique d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain-Temouchent :

L'alimentation de la ville Ain t'émouchent dépendait uniquement des sept(07) sources situées au sud « Ain-kihel, et Aghlal », puis elle a été renforcé à partir du barrage Beni-Bahdel situé dans la wilaya de Tlemcen (dans les années 50).

Après la réalisation du transfert Basse Tafna – Oran la ville d'Ain T'émouchent a bénéficié d'un apport supplémentaire, après de longues années de sécheresse la ville a été renforcée à partir d'un champ de 04 forages pendant la fin des années 90 et d'un mono bloc de dessalement à Chatt-El Ward d'une capacité de 5000/j en 2006. Et un notre monobloc de Chatt- Bouzadger d'un débit de 5000/j. le forage ITAF elle est utilisée pour les zones industrielles.

Comme l'Algérie se trouve parmi les pays à risque en matière de ressources hydriques l'option du dessalement est devenue indispensable pour régler définitivement la situation en eau potable des populations situées le long du littoral.

Ainsi, notre wilaya a bénéficié d'une usine de dessalement d'eau de mer à Osmose inverse et d'une capacité de 200.000 /j destinée pour la wilaya d'Ain t'émouchent et la wilaya d'Oran, cette station a été mise en service en 2010, et la ville de Ain-Temouchent a bénéficié d'une capacité de 11474/j (31/12/2012).

❖ II.6.1. Avant dessalement :

La production journalière avant la mise en service de la SDM de Chatt-El –Hilal été comme suite : (Source DRE)

Années	Production
2007	6800 /j
2008	1000 /j
2009	1025 /j

Tableaux(II).04 : Production en eau potable avant le dessalement

❖ II.6.2. Après dessalement :

Depuis la mise en service de la SDM, on vue évoluer le taux de satisfaction de la ville de Ain t'émouchent en terme d'eau potable, la production de la station a augmenté au fur et au mesure du fonctionnement de cette dernière. En 2012 la SDM a desservie la ville de Ain-Temouchent par une quantité de 11474 /j.

L'irrégularité de l'alimentation en eau potable se résume dans des problèmes techniques, la totalité de la population peut être desservie à 24h sous réserves des problèmes techniques (exp les castors)

Le dessalement a résolu un problème qui longtemps persisté, reste l'histoire de inconvénients du dessalement et c'est aux scientifiques de y tranchée. (Source DRE)

Avant dessalement	Après dessalement
Quotidien 55%	96% 24H
35% 1/2	1/2 → 4% (En cour de renouvellement du réseau)
10% 1/3 et 1/4	

Tableau (II).05: Comparaison avant et après le dessalement (Direction de l'ADE)

II.7- Plan d'alimentation en eau potable de la ville d'Ain-Temouchent :

Le plan suivant représente les ouvrages principaux du réseau d'adduction d'eau potable de la ville d'Ain t'émouchent :



Figure(II) 06 : Plan d'AEP de la ville d'Ain- Temouchent

❖ ***II.7.1-Plan actuelle d'AEP de la ville :***

La commune d'Ain-Temouchent contient (0 8) Réservoirs qui sont alimentés par les unités de production suivantes :

- ✓ **Station de dessalement de chat –El Hilal :**

Qui alimente actuellement la ville de Ain-Temouchent avec une capacité de production de 11474/j, se débit elle est suffisant pour les besoins de la ville

La canalisation d'adduction est de 1400mm de diamètre, au niveau du réservoirs de dzioua une conduite de diamètre de 1600 mm en acier alimente la ville d'Oran (Adduction Tafna Oran).

✓ **Monobloc de chatt-El –Ward :**

Elle est en arrêt depuis la mise en service de la station de dessalement en 2010, en service depuis 2006 par une capacité de production de 5000/j.

✓ **La basse Tafna :**

Elle alimente actuellement la ville d'Oran par une conduite de diamètre de 1600mm. Et de la Tafna jusqu'à la station de Dzioua avec un diamètre en acier de 1400 mm.

✓ **Barrage Beni- Bahdel :**

Depuis la mise en service de la station de dessalement de Chat- El-Hillal le barrage Beni – Bahdel et d'une capacité de 5154/j par un diamètre de 400mm et 300mm en fonte jusqu'au le réservoir de Ferme école, est à l'arrêt.

Le barrage constitue une réserve qui sera exploité en cas d'arrêt de la station de dessalement.

✓ **Forage Barrette :**

Le forage est en service pour desservir les citernes des particuliers.

L'ADE devra procéder au renforcement de l'AEPd'Ain t'émouchent à partir de ce forage.

✓ **Forage ITAF :**

Forage en arrêt du Mai 2011 à Novembre 2011.

La remise en service a été effectuée le mois de décembre par la pose d'une nouvelle pompe et un nouveau transformateur.

Le forage est destiné à l'AEP de la zone industrielle.

❖ **II.7.2. Plan futur d'AEP de la ville :**

On espère que la station de dessalement reste en service pour satisfaire les besoins en eau potable de la ville d'Ain-Temouchent.

En cas d'arrêt de la station de dessalement de Chat -El -Hillal, la ville d'Ain-Temouchent sera réalimentée par les unités de production suivantes : Basse Tafna, Forage Barrette, Barrage Beni -Bahdel. Par un débit total de production 7726/j cette capacité est moins que la production de la station de dessalement. La déférence est de 3748/j, on peut penser à combler ce déficit par des débits de puits (déjà existant ou de forages (à réaliser)).

II.8. L'état du réseau d'AEP du chef-lieu Ain-Temouchent :

❖ **II.8.1. Type de réseau :**

Le réseau de la ville de Ain T'émouchent est de type maillé ce réseau est constitué de conduites raccordées à chacune de leurs extrémités, notamment aux intersections de voie. Chaque tronçon bénéficie d'une alimentation en retour limitant ainsi le nombre des clients privés d'eau en cas d'avarie.

Les réseaux maillés sont pratiquement généralisés en zone urbaine, le réseau de distribution est constitué de conduites principales et conduites secondaires.

❖ **II.8.2. Réseau d'alimentation en eau potable de la commune Ain-Temouchent :**

Le réseau d'alimentation en eau potable de la ville Ain t'émouchent à la période coloniale et n'a cessé de s'étendre et de se renouveler depuis, pour cette raison on trouve différents types de matériaux pour la canalisation : Acier, Fonte, PVC, PEHD.

Ce réseau est constitué de tuyauteries de différents diamètres allant du diamètre 40mm au 600 mm. La longueur du réseau de distribution est de 139km, la longueur d'adduction est de

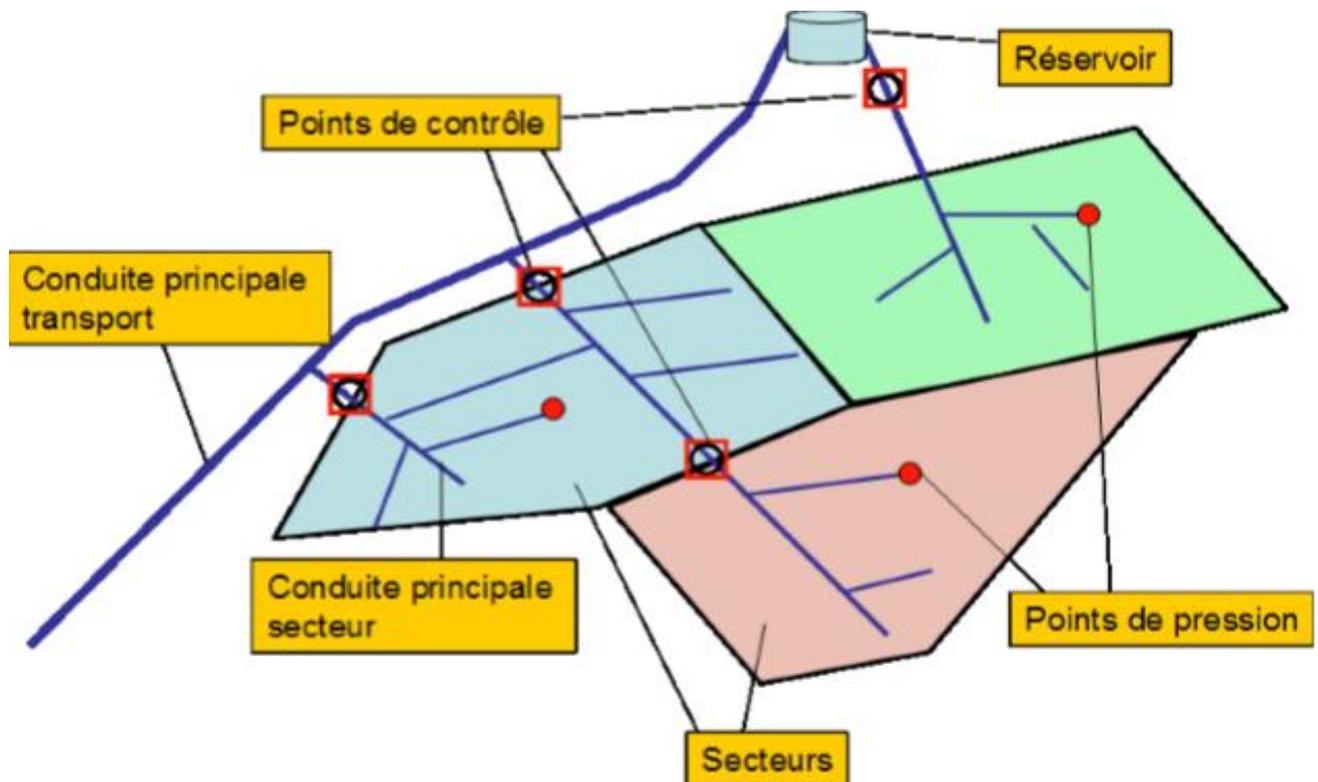
89km, avec un taux de raccordement de 98%.

❖ II.8.3. Distribution de l'eau potable :

A partir des centres de production d'eau potable, des conduites d'adduction de grand diamètre transportent l'eau potable vers les zones d'approvisionnement des sociétés de distribution d'eau. Ensuite, des conduites de distribution de plus petit diamètre répartissent l'eau potable dans chaque rue.

En face de chaque maison, un branchement sur la conduite de distribution amène l'eau à l'intérieur de l'immeuble.

Les sociétés de distribution utilisent des réservoirs ou des châteaux d'eau. Ils contiennent une réserve d'eau potable régulièrement renouvelée et permettent de faire face aux fluctuations de la consommation. La pression dans le réseau est déterminée par la hauteur des châteaux d'eau ou des réservoirs et éventuellement par des régulateurs de pression.



Figure(II).07: Mise en place d'une sectorisation du réseau de distribution

❖ II.8.4. Les Fuites sur le réseau d'eau potable :

Les fuites d'eau sur un réseau d'eau potable représentent une perte financière autant qu'un problème environnemental (surdimensionnement des installations de production et de transport, utilisation accrue de produits chimiques pour la potabilisation, consommation accrue d'énergie...)

En sachant que la ville d'Ain-Temouchent dispose d'un linéaire en pose AEP de 161.930ML avec un taux de fuites environ 20% ce qui représente un volume de perte considérable.

Les fuites enregistrées sur le réseau de la ville durant l'année 2012 sont au nombre de :

- Sur adduction : 6
- Sur distribution : 604
- Sur branchement : 1324

La direction de l'Algérienne des eaux répare les fuites qui sont enregistrées durant l'année 2012 par une équipe bien spécialisée de matériels.

Le tableau suivant représente les fuites enregistrées et réparées :

Type de fuites	Fuites enregistrées	Fuites réparées	Taux
Adduction	6	6	100%
Distribution	604	484	80%
Branchement	1324	1210	91%

Tableau(II).06 : les fuites Années 2012 (Direction d'ADE)

➤ Volume de fuites connus non réparées :

Certaines fuites peuvent être localisées mais non réparées immédiatement pour diverses

raisons (fuites situées en domaine privé coordination de travaux de voirie).

Cette situation peut entraîner des volumes perdus relativement importants mais la encore assez difficilement quantifiables.

➤ **La lutte contre les fuites des différents réseaux:**

La lutte contre les fuites s'effectue par toute épreuve contre le gaspillage et les pertes d'eau par une meilleure gestion et exploitation du réseau et la réhabilitation des réseaux, dont les qualités techniques ne répondent pas aux normes exigées actuellement.

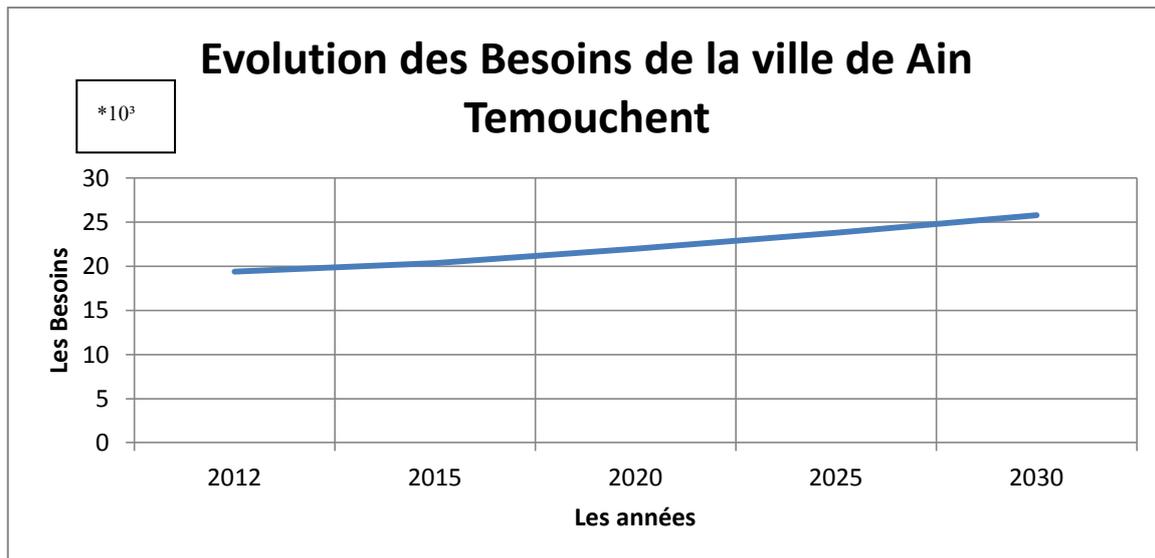
II.9- Besoin en eau potable de la ville d'Ain-Temouchent :

❖ II.9.1. Besoin actuel :

Les besoin en eau potable correspondent au différent usage domestique, industriel, agricole et urbain.

Le besoin théorique de la ville d'Ain-Temouchent est de 19.388/j (source direction des ressources en eau) avec une dotation de 250 l/j/hab.

La consommation réelle de l'agglomération est de 15.360/j ce qui donne un taux satisfaction de 79% et un déficit de 21%, la production destinée à la consommation domestique est de 19.200/j. (Source DRE)



Figure(II).08 : Besoins futurs en eau potable de la ville Ain-Temouchent

❖ II.9.2. Production de la ville :

La capacité de production de chaque ressource a été estimée selon les données disponibles en fonction du débit ou volume exploité.

Cette production étant dotée à partir de :

- L'usine de dessalement de chât-El –Hillal d'une capacité 200.000/j.

(La wilaya d'Ain-Temouchent+ wilaya d'Oran) dont la wilaya bénéficie de 90.000/j.

En ce qui concerne la ville de Ain t'émouchent, elle est alimentée à partir d'une station de pompage d'une capacité de 11474/j et d'une canalisation en acier de diamètre 400mm et 500mm.

- Transfert du barrage Beni-Bahdel sur un piquetage sur la conduite de diamètre 1100mm en béton précontraint et d'une capacité de 5154/j.
- La base de Tafna est d'une capacité de 2269, en cas d'arrêt de la station de dessalement la ville sera alimentée à partir de la basse Tafna.
- Les eaux souterraines ou forages, est d'une capacité de 303/j.

❖ II.9.3. Evaluation des besoins futurs en eau potable :

Afin de modéliser le Plan d'AEP en situation futur, nous réalisons en premier lieu une évaluation des besoins futur de L'année 2015 jusqu'au 2030.

On calcule le besoin futur à partir de l'évaluation de la population futur de la ville de Ain t'émouchent avec une dotation qui est de 250 l/j/ hab.

Années	Besoin Future en eau potable
2012	19.388/j
2015	20.327/j
2020	21.995/j
2025	23.801/j
2030	25.754/j

Tableau(II).07: Besoins futurs en eau potable de la ville Ain t'émouchent

❖ **II.9.4. Planification des travaux à l'horizon 2040 :**

- Etude de la consommation actuelle et future d'eau potable en fonction de l'augmentation de la population raccordée
- Analyse des besoins et de la ressource en eau
- Analyse de la sécurisation de la production et de la distribution
- Aboutir à un programme de travaux hiérarchisé et planifier sur les 25 prochaines années

II.10. Consommation et Stockage :

❖ **II.10.1. Consommation :**

La consommation moyenne d'eau potable par habitant est de 250l/j en 2012, cette consommation représente 80% de la production journalière.

❖ **II.10.2. Stockage :**

Sur les 11 réservoirs de stockage d'eau potable nous avons 8réservoirs et 3chateaux d'eau, dont le volume total de stockage des eaux est d'environ de 19.000.

Trace plan schématique des adductions Tafna (dzioua) Ain temouchent

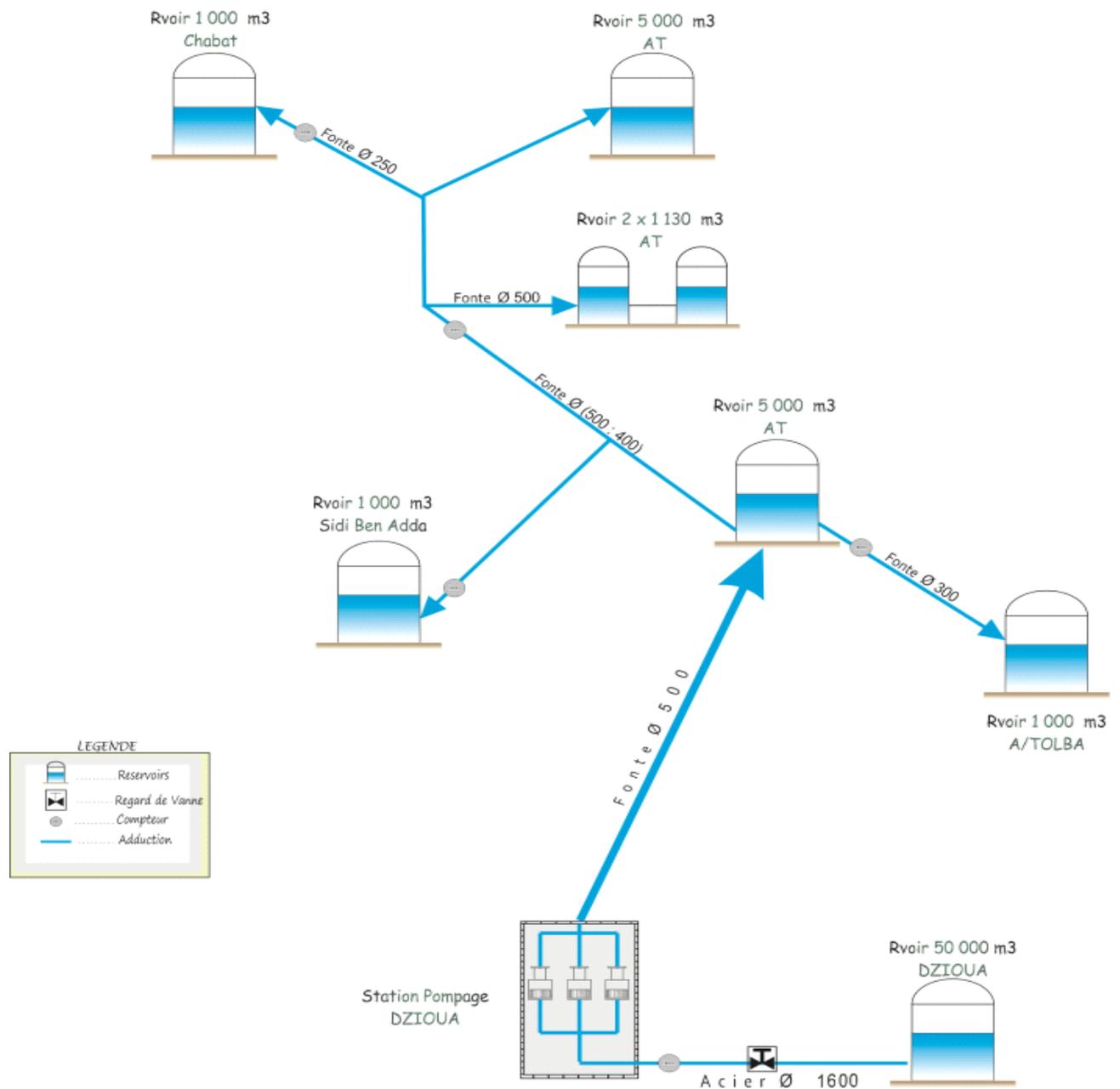


Figure (II).09: Trace Plan Schématique des adductions Tafna (Dzioua) Ain-Temouchent

CHAPITRE III :

Normes de qualité des eaux de consommation

III.1. Introduction :

La qualité des eaux destinées à la consommation se fonde sur des normes établies par chaque état. Ces normes fixent des exigences auxquelles doivent satisfaire ces eaux.

Les normes ont été établies pour bien protéger la population en garantissant la distribution d'une eau qui peut être bue sans danger pour la santé (une eau potable). L'eau destinée à être consommée par l'être humain doit être exempte d'organismes pathogènes et ne doit contenir de substances nocives ou radioactives à une concentration jugée dangereuse pour la santé.

Afin de s'assurer de la potabilité d'une eau, il est nécessaire de prendre acte de plusieurs paramètres dont les effets sur l'eau peuvent être désagréables et même dangereuses si leur concentration dans l'eau dépassent les valeurs limites. Pour la plupart d'entre eux, une concentration maximale admissible ou C.M.A (valeur limite) est imposée et une valeur guide est recommandée. Chaque état doit définir les valeurs du C.M.A de façon à ce que les eaux soient conformes à ces exigences.

❖ a. Normes de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) :

Les valeurs guides de l'O.M.S sont en général moins sévères que les valeurs fixées par l'union européenne. Ceci s'explique par le fait que les C.M.A européennes ne sont pas des normes de santé publique, contrairement aux valeurs guides de l'O.M.S qui sont élaborées sur la base de considérations sanitaires. Lors de la présentation des résultats, paramètre par paramètre, il sera aussi fait référence aux valeurs guides définies par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S.). Ces valeurs guides sont en permanence soumises à des études de réactualisation pour tenir compte de l'évolution des connaissances et chaque fois que nécessaire, il sera fait état des projets de création de valeurs guides.

❖ b. Normes Algériennes :

Les normes algériennes sont inspirées des normes de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la Communauté Economique Européenne (C.E.E). Ces normes s'appliquent aux eaux suivantes :

- Eau transportée dans les canalisations.

- Eau non transportée dans les canalisations.
- Eau de boisson en bouteille.
- Eau potable de secours.

Elle ne s'applique pas aux eaux minérales.

III.2. Description des paramètres de qualité de l'eau :

La qualité de l'eau potable doit remplir des critères principaux, réparties en sept groupes de paramètres :

1. Les paramètres organoleptiques concernant les qualités sensibles de l'eau comme la couleur, la saveur, l'odeur, et la turbidité.
2. Les paramètres physico-chimiques concernant la structure naturelle des eaux avec les limites de concentrations des éléments minéraux comme, la température, la conductivité et le PH.
3. Les paramètres concernant les substances indésirables, la présence de ces substances est tolérée si elle est inférieure à un certain seuil.
4. Les paramètres concernant les substances toxiques.
5. Les paramètres microbiologiques concernant l'absence des bactéries et de virus pathogènes.
6. Les paramètres relatifs aux pesticides et produits apparentés concernant la contamination des eaux de surfaces par ruissellement et les eaux souterraines par infiltration.
7. Les paramètres liés aux eaux adoucies livrées à la consommation humaine.

❖ III.2.1. Paramètres organoleptiques :

La dégradation des paramètres organoleptiques indique une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution. Les paramètres organoleptiques sont regroupés dans le tableau (III).0.1.

Paramètres	Normes Algérienne			Normes de la communauté Européenne			Normes de l'organisation mondiale de la santé		
	Unités	C.M.A	N.G	Unités	C.M.A	N.G	Unités	C.M.A	N.G
Couleur	mg/l	25	-	mg/l	20	1	mg/l	15	5
Turbidité	NTU	5	1	mg/l	10	1	NTU	5	2
Odeur	Seuil de perception A 25° C	4	0	Taux de dilution	2 à 12°C	0	Non présent pour la majorité des cas		
Saveur		4	0		3 à 25°C	0			

Tableau(III).01 : Paramètres organoleptiques

Avec :

- C.M.A : Concentration maximale admissible
- N.G : Niveau guide

✓ **Couleur :**

La couleur est due à la présence de matières organiques colloïdales en solution ou en suspension. La couleur est parfois attribuable à des composés du fer et du manganèse produits par des changements qui s'opèrent dans des sédiments naturels ou des formations aquifères.

✓ **Turbidité :**

La turbidité est la propriété d'une eau d'être trouble, c'est l'inverse de la limpidité. Elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau comme les débris végétaux, argiles et les organismes microscopiques.

Les particules et les substances qui causent la turbidité peuvent nuire énormément à la désinfection, car elles peuvent recéler des organismes pathogènes et protéger ceux-ci contre le procédé de désinfection.

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension. La turbidité dépend principalement du débit. Les classes de turbidité usuelles sont données au tableau suivant :

Turbidité (NTU)	Dénomination
• NTU < 5	• Eau claire
• 5 < NTU < 30	• Eau légèrement trouble
• NTU > 50	• Eau trouble : la plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité.

Tableau(III).02 : Classement des eaux selon leur turbidité en NTU (Néphélogéométrie turbidité unités)

✓ **Odeur et saveur :**

Elles représentent les caractéristiques de jugement de la qualité d'une eau. Elles sont dues à la présence d'organismes vivants, algues, champignons. Il existe certains produits

chimiques à doses très faibles qui dégagent aussi de très mauvaises odeurs comme les phénols.

❖ III.2.2. Paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physico-chimiques font l'identité de base de l'eau, ils sont représentés par des sels minéraux comme le calcium, le sodium, le magnésium et le sulfate etc..... Les paramètres physico-chimiques sont regroupés dans le tableau.

Les paramètres physico-chimiques peuvent avoir un effet sur d'autres paramètres organoleptiques où peuvent être associées à celles-ci. Par exemple, la couleur est liée à la présence de fer ou de magnésium. La température se répercute sur le goût et l'odorat. La corrosion et l'entartrage sont souvent liés directement au pH. Par ailleurs, leurs effets sur la couleur, le goût et l'odeur est remarquable.

Les produits chimiques organiques de synthèses peuvent être présents dans l'eau potable en faible concentration à cause des procédés de traitement.

Paramètres	Unité	Normes Algérienne		Normes de la communauté Européenne		Normes de l'organisation mondiale de la santé	
		C.M.A	N.G	C.M.A	N.G	C.M.A	N.G
Température	°C	-	-	25	12	12	-
PH	PH	-	6.5 à 8.5	9.5	6.5 à 8.5	6.5 à 8.5	7 à 8.5
Conductivité	µs/cm à 20°C	2800	-	1250	400	-	-
Chlorures (CL)	mg/l	500	200	200	5	600	200
sulfates (SO4)	mg/l	400	200	250	5	400	200
silice (SiO2)	mg/l	-	-	5 mg/l en plus de la teneur naturelle	-	-	-
Calcium (Ca)	mg/l	200	75	-	100	150	100
Magnésium (Mg)	mg/l	150	-	50	30	150	30
Sodium (Na)	mg/l	200	-	100	<20	200	-
Potassium (K)	mg/l	-	20	12	<10	-	-
Aluminium (Al)	mg/l	0.2	-	0.05	-	0.2	-
Dureté totale (CaCO3)	mg/l	500	100	-	100	500	100
Alcalinité (CO3H)	mg/l	-	-	-	30	-	-
Résidu sec avec séchage à 105 °C	mg/l	2000	-	1500	-	-	-

Tableau (III).03: Paramètres physico-chimiques

✓ Température :

La température de l'eau permet de s'informer sur l'origine et l'écoulement de l'eau.

Une température inférieure à 15 °C tend à réduire la croissance d'organismes nuisibles et, par

conséquent, les problèmes associés à la corrosion, au goût, à la couleur et aux odeurs.

Les eaux de surface ont une température qui évolue couramment suivant les saisons alors que celle des eaux profondes demeure sensiblement constante. Une température élevée accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau, influence la croissance bactérienne, dissipe l'effet du désinfectant résiduel en agissant sur les constantes d'équilibre et accélère la corrosion.

La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol.

✓ **Potentiel d'hydrogène (PH) :**

Le Potentiel d'hydrogène de l'eau noté PH consiste en la mesure du rapport entre les ions acides et basiques présents dans l'eau. Il est mesuré sur une échelle variant de 0 à 14 unités de pH, ou la valeur de 7 correspond à la neutralité. Une valeur de pH inférieure à 7 correspond à une eau acide. En revanche une valeur de pH supérieure à 7 correspond à une eau basique.

Le contrôle du PH permet de maintenir une eau en équilibre en évitant une augmentation de la corrosion des conduites métalliques avec la diminution du PH ($\text{PH} < 6.5$). Ceci aura pour conséquences des concentrations élevées en plomb. On note une diminution progressive du traitement au chlore si le $\text{PH} > 8.5$. Dans le réseau, le pH est important pour le contrôle de l'agressivité de l'eau et l'action du désinfectant. Une classification des eaux d'après leur pH est donnée dans le tableau.

PH (unités de pH)	Dénomination	Observations
$\text{pH} < 5$	Acidité forte.	Présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
$5.5 < \text{pH} < 7$	Alcalinité moyenne	
$\text{pH} = 7$	pH neutre.	-
$7 < \text{pH} < 8$	Neutralité approchée.	Majorité des eaux de surfaces.
$5.5 < \text{pH} < 8$	-	Majorité des eaux souterraines

pH = 8	Alcalinité forte.	Evaporation intense.
--------	-------------------	----------------------

Tableau(III).04 : Classification des eaux d'après leur pH (unités de pH)

✓ **Conductivité électrique :**

Toute eau est plus au moins conductrice de courant électrique. Cette conductivité est liée à l'existence des charges électriques des ions présents dans l'eau. La conductivité mesure la présence des minéraux dissous en quantités faibles ou élevées, elle permet d'avoir une idée sur la salinité. Une conductivité élevée traduit une salinité élevée ou un PH anormal. La conductivité de l'eau augmente avec la température.

La conductivité d'une eau naturelle augmente avec la teneur en sels dissous. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau.

Une classification des eaux d'après leur conductivité est donnée dans le tableau(III).5 :

Conductivité (micro.s/cm)	Dénomination
50 à 400	Qualité excellente.
400 à 750	Bonne qualité.
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable.
> 1500	Minéralisation excessive.

Tableau (III).5: Classification des eaux d'après leur conductivité (µs/cm)

✓ **Chlorure :**

La présence des chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés. Elle peut être aussi un signe de pollution (rejet industriel ou eaux usées). Les chlorures sont répandus dans la nature généralement sous forme de sels de sodium (Na CL), de potassium (KCL) et de calcium (CaCL₂).

✓ **Sulfate :**

La présence des sulfates dans les eaux est due à la nature des terrains traversés ou éventuellement le type de rejets industriels. Une concentration supérieure à 150 mg/l en sulfates peut occasionner un goût perceptible. Ce goût devient discernable à partir des métaux qui sont présents dans l'eau avec les sulfates. Une forte concentration de sulfate est parfois liée à la présence de calcium. En outre, le sulfate peut être converti en sulfure par certaines bactéries anaérobies créant ainsi une mauvaise odeur avec un risque de corrosion accéléré.

Une concentration de sulfates supérieure à 500 mg/l, peut avoir un pouvoir laxatif. Toutefois, les personnes qui boivent régulièrement une telle eau parviennent à s'y adapter et seuls les visiteurs ou les nouveaux consommateurs sont affectés.

✓ **Sodium :**

Il est à noter qu'une concentration à 200 mg/l de sodium dans l'eau donne un goût appréciable. L'adoucissement de l'eau au moyen d'un produit chimique peut accroître la teneur en sodium de l'eau potable. Le sodium n'est pas toxique. Notons que le sodium observé dans l'eau potable ne représente qu'une petite fraction du sodium associé à un régime alimentaire ordinaire. Ainsi il n'y a pas de norme C.M.A pour le sodium dans l'eau potable. Les personnes qui souffrent d'hypertension ou d'une insuffisance cardiaque doivent parfois suivre un régime pauvre en sodium, auquel cas l'ingestion de sodium par l'eau potable.

Pourrait avoir des répercussions. Il est donc recommander de déterminer régulièrement la teneur en sodium de l'eau potable.

✓ **Aluminium :**

L'aluminium est présent dans l'eau brute sous forme de très fines particules d'argiles silico-alumineuse. Ces fines particules sont éliminées de l'eau brute par les procédés de coagulation et de filtration. La coagulation laisse parfois un peu d'aluminium résiduaire dans l'eau traitée. Une forte teneur en aluminium résiduaire peut causer la formation d'un dépôt sur la paroi interne des conduites d'eau, ce qui accroît l'énergie requise pour faire refouler l'eau dans le réseau de distribution. Les études médicales n'ont pas fourni des preuves tangibles que l'aluminium résiduaire pourrait avoir des effets sur la santé.

✓ **Dureté :**

La dureté ou titre hydrométrique d'une eau correspond à la présence de calcium et de magnésium, avec l'intervention d'autres facteurs (PH, alcalinité). Une dureté supérieure à 200 mg/l peut entraîner l'entartrage des canalisations et des appareils de chauffage. À l'inverse, une dureté trop faible inférieure à 200 mg/l, ne permet la formation d'une couche carbonatée qui protège les canalisations de certains risques de corrosion. La dureté s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO₃, elle est aussi donnée en degré français qui

correspond à 10 mg/l de CaCO₃. Le classement des eaux selon leur titre Hydrométrique TH est donné dans le tableau(III).06.

Dénomination	TH (degrés français)	observation
Eau très douce	0 - 5	Eau distillée, eau osmosée, eau de pluie et eau des rivières d'Amazonie.
Eau douce	6 - 10	Cours d'eau Asiatique.
Eau moyennement douce	11 - 15	Certaines eaux du robinet en région peu calcaire
Eau dure	16 - 30	Exemple : en région Parisienne, lacs Est Africains, Amérique Centrale et eaux du robinet en région calcaire.
Eau très dure	> 30	Impropre à l'usage à la consommation.

Tableau(III).06 : Classement des eaux selon leur titre hydrométrique (TH)

✓ **Alcalinité :**

Une eau faible en alcalinité peut accélérer la corrosion naturelle de la canalisation. Ce qui aura pour effet de donner une couleur rouge à l'eau. En revanche, une eau très alcaline peut entartrer les ustensiles, les branchements d'eau lorsque le traitement de l'eau n'est pas assisté d'une coagulation. Le titre alcalimétrique simple ou TA mesure la totalité des bases libres, une des deux valences des ions carbonates et une des trois valences des ortho phosphates.

On peut écrire :

$$TA = [OH^-] + [CO_3^{2-}]/2 + [PO_4^{3-}]/3$$

Le titre alcalimétrique complet ou TAC mesure l'ensemble des anions suivants :

- Hydroxyle des bases libres OH⁻ ;
- Carbonates CO₃²⁻ ;
- Hydrogénocarbonate HCO₃⁻ ;
- Hydrogénosilicate HSiO₃⁻ ;

Ainsi que deux des trois valences des ortho phosphates PO₄³⁻ .

❖ **III.2.3. Paramètres indésirables :**

Les paramètres indésirables sont liés aux désagréments de la qualité de l'eau, à savoir :

- Le goût (matières organiques, phénols et le fer) ;
- L'odeur (matières organiques, phénols) ;
- La couleur (fer et le manganèse).

Les paramètres indésirables regroupés dans le tableau(III).07 seront examinés successivement

Paramètres	Unité	Normes Algérienne		Normes de la communauté Européenne		Normes de l'organisation mondiale de la santé		Observation
		C.MA	N.G	C.M.A	N.G	C.MA	N.G	
nitrate (NO₃-)	mg/l	50	25	50	-	45	-	CEE:<15 mg/l pour les eaux embouteillées
nitrite (NO₂-)	mg/l	0.1	-	0.1	-	-	-	-
Ammonium (NH₄)	mg/l	0.5	0.1	0.5	0.05	-	-	-
(Azote Kjeldahi N de NO₃ et NO₂ exclus)	mg/l	-	-	-	0.05	-	-	-
Carbone organique totale (COT)		-	-	-	-	-	-	CEE: toute cause d'augmentation des concentrations habituelles doit être recherché
Hydrogène sulfuré (S)	µg/l	20	-	Absence		-	-	-
Substances extractibles au chloroforme	mg/l	-	-	-	0.1	-	-	OMS non perceptible par le consommateur
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés Huiles minérales	µg/l résidu sec	10	-	10	-	-	-	Hydrocarbures dissous ou émulsionnés Huiles minérales
Phénols (CaH₅OH)	µg/l	2	-	0.5	-	2	1	Phénols (CaH ₅ OH)
Fer (Fe)	µg/l	800	-	300	50	1000	100	-
Manganèse (Mn)	µg/l	50	-	50	20	500	50	-
Cuivre (Cu)	µg/l	1500	50	50 à 1500	-	1500	50	CEE:1500 après 16h de contact au robinet
Zinc (Zn)	µg/l	5000	-	100 à 700	-	15000	500	du consommateur, pour le zinc c'est 2000
Phosphore (P₂O₅)	µg/l	500	-	2000	300	-	-	-
Fluor (F)	µg/l	2000	300	700 à 1500	300	1500	-	-
Baryum (Ba)	µg/l	1000	-	100	-	-	-	-
Argent (Ag)	µg/l	50	-	10	-	-	-	-
Oxygène dissous (O₂)	mg/l	5	-	5	-	-	-	-

Oxydabilité (KMnO4)	mg/l	3	-	5	1	-	-	Mesure faite à chaud et en milieu acide
Demande biochimique en oxygène DBO5 (O2)	mg/l	0	0	0	0	0	0	CEE:50 % de la teneur initiale en O2 dissous

Tableau(III).07 : Paramètres indésirables

✓ **Nitrate :**

Les nitrates (NO₃⁻) sont des ions présents de façon naturelle dans l'eau. Ils sont très solubles dans l'eau, ils migrent aisément dans la nappe phréatique lorsque les besoins de la végétation sont excédés.

La présence des nitrates dans l'eau de consommation est due aux activités humaines, l'utilisation de fertilisants et de fumiers. L'utilisation de fertilisants est associée aux cultures (les engrais) et à l'élevage intensif, les installations septiques défectueuses, la décomposition de la matière végétale et animale et les formations géologiques contenant des composés d'azote soluble.

Les nitrates associés au phosphore dans les eaux participent au phénomène de prolifération d'algues microscopique (Eutrophisation). De ce fait résulte, une diminution de la transparence de l'eau.

Le risque de contamination de l'eau par les nitrates est plus important si le sol au-dessus de la nappe d'eau est vulnérable (exemple : sablonneux), et si la nappe est peu profonde (puits de surface).

Une ingestion excessive de nitrates risque de causer, chez les bébés et les jeunes enfants, une maladie liée au sang (méthémoglobinémie). L'ion nitrate n'en est pas une cause directe, car il faut d'abord qu'il soit réduit en ion nitrite par les bactéries intestinales. Les nitrites se fixent au fer présent dans l'hémoglobine des cellules rouges et empêchent celles-ci de transporter l'oxygène vers les cellules.

✓ **Nitrite :**

Les nitrites (NO₂⁻) sont rapidement oxydés en nitrates et sont par conséquent rarement absents dans les eaux de surfaces à une concentration importantes. Dans les eaux souterraines, lorsque l'eau brute subit un traitement au chlore, les nitrites sont habituellement oxydés en nitrates. Une forte concentration supérieure en nitrites dans l'eau provoque la

méthémoglobinémie infantile.

✓ **Fer :**

La présence de fer dans une eau souterraine peut être causée par des dépôts minéraux ou un milieu souterrain favorisant une réduction chimique. Dans une eau de surface, elle peut être due à une décomposition anaérobie dans des sédiments et à des agents complexes. Lorsque la concentration en fer est importante l'eau devient brunâtre et peut brunir les appareils de plomberie. La précipitation du fer peut favoriser la croissance de bactéries.

✓ **Manganèse :**

La présence de manganèse dans certaines eaux souterraines peut être la conséquence de la présence d'un milieu favorisant une réduction chimique conjuguée à des dépôts de manganèse. Dans une eau de surface sa présence est due à la décomposition anaérobie qui se produit dans les sédiments.

✓ **Cuivre :**

Le cuivre est rarement présent dans les eaux brutes, mais il existe dans la nature. Il est utilisé dans les appareils de plomberie des habitations (tuyaux, raccords, etc.). L'eau corrosive peut dissoudre le cuivre. L'ingestion d'une forte dose de cuivre risque d'avoir des effets néfastes sur la santé (exemple mal de ventre).

✓ **Zinc :**

La concentration du zinc est parfois beaucoup plus élevée dans l'eau qui coule du robinet après avoir stagnée pendant quelque temps à cause de la corrosion de tuyau en métal galvanisée [21]. Trop de zinc peut tout de même provoquer des problèmes de santé importants, comme des crampes d'estomac, des irritations de la peau, des vomissements, des nausées, de l'anémie. Une quantité importante de zinc dans l'eau potable peut endommager le pancréas et perturber le métabolisme des protéines et provoquer de l'artérioclose. Une exposition intensive au chlorure de zinc peut provoquer des désordres respiratoires.

✓ **Fluorure :**

Les fluorures peuvent être présents dans l'eau à des concentrations variables, de façon

naturelle dans l'eau souterraine. En revanche, l'existence des fluorures dans les eaux de surface peut être le résultat de dissolution des dépôts minéraux contenant du fluor ou Les rejets industriels. Il est recommander d'avoir une concentration variant de 0,5 à 0,8 mg/l en fluorure pour se prévenir le plus possible de la carie dentaire.

✓ **Baryum :**

Le baryum est un constituant commun des roches sédimentaires tel que le calcaire et la dolomite. Il est accompagné de strontium et de calcium en quantités bien supérieures. Par conséquent, l'eau dure renferme une petite quantité de baryum, mais rarement à une concentration supérieure à 1 mg/l. la plupart des méthodes d'adoucissement de l'eau arrivent à éliminer le baryum.

❖ **III.2.4. Paramètres toxiques :**

Les substances toxiques peuvent être naturellement présents dans l'eau ou y être présents en raison d'activités industrielles, urbaines, agricoles etc. Les substances présentées dans le tableau(III).08 sont toxiques et peuvent nuire à la santé de l'être humaine.

Paramètres	Unité	Normes Algérienne		Normes de la communauté Européenne		Normes de l'organisation mondiale de la santé		Observations -
		C.M.A	N.G	C.M.A	N.G	C.M.A	N.G	
Arsenic (As)	µg/l	50	-	50	-	50	-	-
Cadmium (Cd)	µg/l	10	-	5	-	10	-	-
Cyanure (CN)	µg/l	50	-	50	-	50 a 100	-	-
Chrome (Cr)	µg/l	50	-	50	-	50	-	-
Mercure (Hg)	µg/l	1	-	1	-	1	-	-
Nickel (Ni)	µg/l	-	-	50	0,5	-	-	-
Plomb (Pb)	µg/l	50	-	50	-	100	-	-
Antimoine (Sb)	µg/l	-	-	10	-	-	-	-
Sélénium (Se)	µg/l	10	-	10	-	10	-	-
Pesticides et produits Apparentés comprend :	- par substances individualisées	µg/l	0,1	-	0,1	-	-	a) les insecticides (organochlor persistant, organophosphorés e carbonatés)
	- au total	µg/l	0,5	-	0,5	-	-	b) les herbicides c) les fongicides
Hydrocarbures polycycliques Aromatiques	µg/l	0,2	-	0,2	-	-	-	-
Détergents anioniques	µg/l	200	-	100	-	-	-	-

Tableau(III).08 : Paramètres toxiques

✓ **Arsenic :**

La présence de l'arsenic dans les eaux souterraines est due à la dissolution naturelle des minéraux qui contiennent de l'arsenic, tels que les eaux de mine et certains produits de la lixiviation minière.

Dans la plupart des eaux de surface, La présence de l'arsenic se trouve à une concentration très faible. L'arsenic est cancérigène et doit par, conséquent, être éliminé de l'eau lorsqu'il s'y trouve à une concentration supérieure à la norme C.M.A.

✓ **Cadmium :**

Dans la nature, le cadmium est relativement rare. Il est extrêmement improbable de le trouver dans l'eau potable. La nourriture est la principale source d'absorption du cadmium. On trouve le cadmium dans les objets plaqués par galvanoplastie et leurs déchets.

✓ **Cyanure :**

L'usage du cyanure est très répandu dans l'industrie de l'affinage des métaux et en galvanoplastie. L'industrie est la principale source de pollution par le cyanure. A une concentration inférieure à 10 mg/l, le cyanure est vite détoxiqué dans l'organisme est converti en Thio cyanate. Habituellement, le cyanure n'entraîne des effets toxiques mortels que lorsque ce procédé de détoxification ne suffit pas à la tâche. Un traitement au chlore permet d'oxyder le cyanure et d'en ramener la concentration sous le C.M.A.

✓ **Chrome :**

La forme de chrome d'origine naturelle (chrome trivalent) n'est pas considérée comme toxique.

Le chrome, qui est présent dans les eaux brutes, peut s'oxyder pendant la chloration et se transformer en chlore hexa valent, lequel est d'une nocivité accrue.

La présence du chrome sous sa forme la plus oxydé se trouve dans les résidus des travaux de chromage, dans les vieilles peintures jaunes, et les vieux appareils de refroidissement par circulation d'air.

✓ **Mercur** :

La présence de mercure, dans l'eau potable, est due à divers facteurs : l'affinage des métaux, le dépôt de minéraux d'origine naturelle dans certaines zones de roches dures, la pollution atmosphérique associée au brûlage de charbon et l'incinération des déchets. Chez l'être humain, la nourriture est la principale source de présence de mercure.

✓ **Antimoine** :

L'antimoine est rarement présent dans l'eau potable. Une brève exposition à l'antimoine peut causer des maladies comme la hausse de cholestérolémie. Le C.M.A de l'antimoine est fixé afin de donner une protection contre une hausse de la cholestérolémie, d'une part et une baisse de la glycémie, d'autre part. Une brève exposition à l'antimoine peut causer nausée, diarrhée et vomissement.

✓ **Sélénium** :

Le sélénium est présent dans les eaux en très petite quantité, en raison de certains procédés géochimiques tels que l'érosion des surfaces due aux rigueurs du climat (pluie, vent, etc.)

Il est difficile d'établir la concentration à laquelle le sélénium peut être considéré comme toxique, car il existe des relations complexes entre cet élément et certains éléments nutritifs comme les protéines, la vitamine E et d'autres oligoéléments. La principale source d'ingestion.

III.2.5. Paramètres microbiologiques :

La qualité microbiologique d'une eau est d'une importance capitale, car toutes sortes de maladies peuvent être transmises par l'eau. Il est souhaitable que l'eau potable soit exempte de virus et de pathogènes.

Il est utile d'analyser la composition microbiologique d'une eau potable lorsqu'on doit déterminer la cause des goûts et odeurs indésirables, de l'encrassement des filtres et de l'engorgement des conduites.

Pour maîtriser les populations de micro-organismes dans un réseau de distribution d'eau, il faut réduire la quantité de substances nutritives introduites dans le réseau. De plus le

réseau doit rester propre. Le tableau 08 présente une synthèse des différents paramètres microbiologiques liés à la qualité de l'eau.

a. Coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont utilisées depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être associés indirectement à une pollution d'origine fécale.

Les coliformes totaux sont définis comme étant des bacilles d'origine fécale ayant la forme de bâtonnet. Les principaux germes inclus dans le groupe sont :

- Citrobacter ;
- Entérobactérie ;
- Escherichia ;
- Klebsiella ;
- serratia.

Tous ces germes sont non pathogènes à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* ainsi que de rares bactéries non pathogènes opportunistes.

b. Coliformes fécaux :

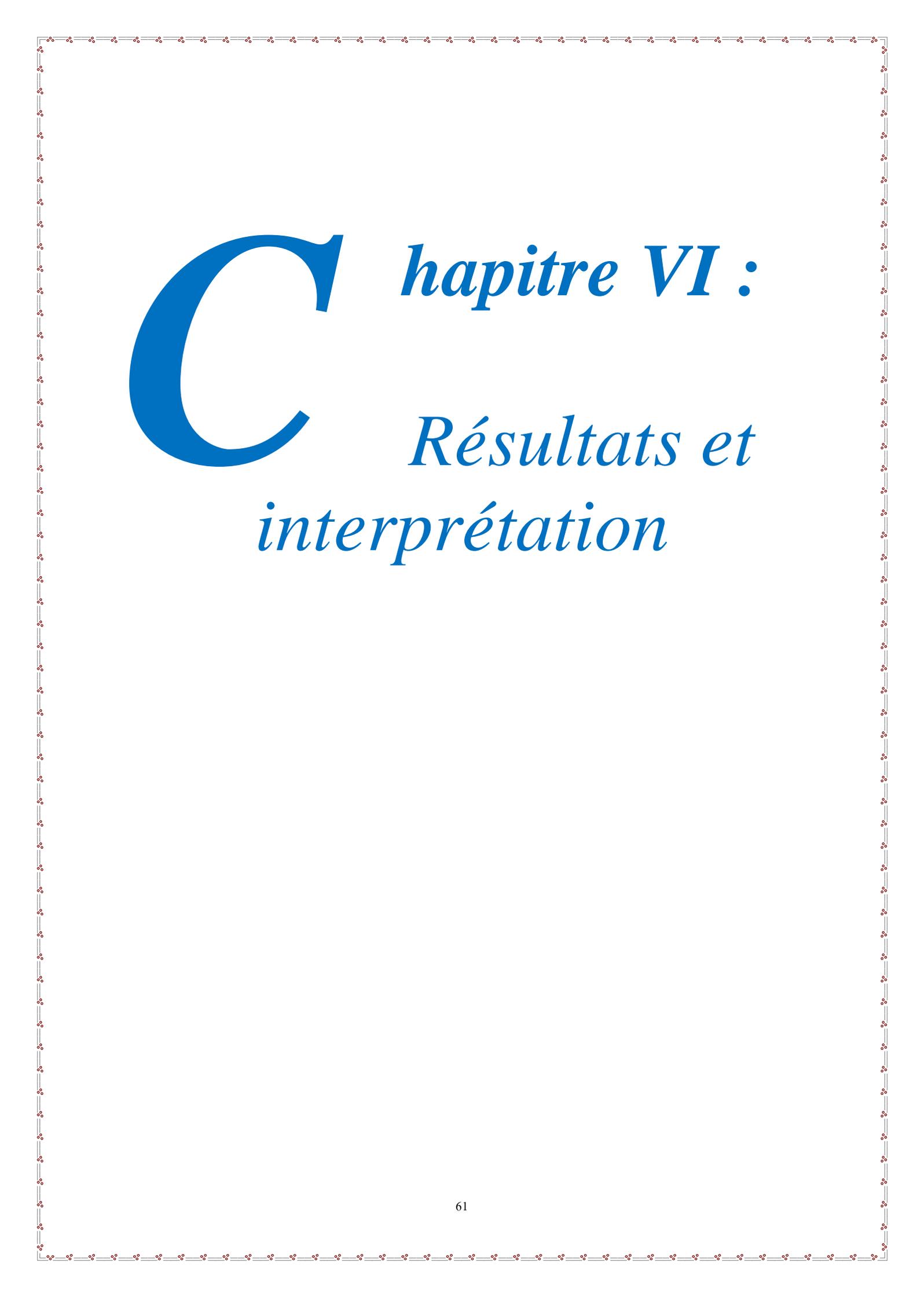
Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44.5 °C.

La bactérie l'*Escherichi-coli* (*E. coli*) représente 80 à 90 % des coliformes fécaux détectés. La présence des coliformes fécaux est due à une contamination d'origine fécale. Plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, mais plutôt d'eaux enrichies en matière organiques, tels les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de la transformation alimentaire.

c. Streptocoques fécaux :

La présence de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par les matières fécales. La présence d'autres coliformes, de clostridium ou de staphylocoques laisse supposer une contamination de ce type. Dans les deux cas, des mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurer le traitement.

Il faut préciser que les streptocoques fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination fécale récente. Leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. Aux termes de ce chapitre, nous nous sommes intéressés à l'examen de la qualité de l'eau dans la région Oranaise.



C *hapitre VI :* *Résultats et* *interprétation*

VI.1-Introduction :

La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, donc la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable ou d'autres usages (irrigation, industrie...etc.).

Durant la période avril mai 2015, des échantillons ont été prélevés afin de procéder à l'examen spatio-temporel de la qualité de l'eau potable. Contrôler l'état actuel de la chimie des eaux, en fonction de la variation des paramètres physico-chimiques. Les mois de Avril et Mai ont été choisis parce qu'ils sont près de la fin de printemps, c'est la période de la pluviométrie, qui a une influence sur la qualité de l'eau.

VI.2. Etude expérimentale :

VI.2.1/Objectif :

Notre travail vise essentiellement à évaluer la qualité et la potabilité de l'eau consommé au niveau de la ville d'Ain Temouchent à travers les analyses physico chimique et microbiologique effectuée au niveau du laboratoire d'analyses de l'ADE de Chabat el Ham.

Les prélèvements ont été effectués au niveau de différents points depuis la source jusqu'au consommateur

VI.3. Analyse physico chimique :

Cette analyse fait connaître les emplois auxquels convient une eau donnée, elle détecte les eaux qui risquent d'exercer une action chimique sur les canalisations, et elle facilite la mise au point des traitements.

Matériels :

- PH-mètre de paillasse
- Conductimètre
- Turbidimètre
- Spectrophotomètre
- Distillateur

- Agitateur avec plaque chauffante
- Comparateur de disque
- Multi paramètre portable
- Balance analytique
- Burette

❖ VI.3.1 Mesure de la température :

Facteur écologique majeur dans les biotopes terrestres et aquatiques car il conditionne la nature des communautés qui les peuplent ainsi que les caractères de leur développement et de croissance des espèces qui les composent (Ramade 1998)

Mode opératoire :

On prend la valeur de la température au même temps avec la valeur de conductivité après stabilisation.

❖ VI. 3.2 Mesure de PH. Potentiel redox :

L'appareil utilisé : le spectrophotomètre DR2500 (HACH)

Mode opératoire :

- Rincer la sonde avec de l'eau distillée.
- Immerger la sonde dans le flacon contenant l'eau à analyser.
- Agiter un peu l'échantillon à l'aide de la sonde.
- Appuyer sur la touche pH puis la touche lire.
- Prend les valeurs de pH et potentiel redox € après stabilisation



Figure(VI).1 : pH mètre

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité. Pour un pH égal à 7 une eau est dite neutre, à pH inférieure à 7 une eau est dite acide et à un pH supérieur à 7, elle est dite basique c'est l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de toutes opérations de traitement (Ramade 1998)

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie entre 7.2 et 7.6

❖ VI 3.3. Mesure de conductivité :

L'appareil utilisé : un multi paramètre.

Mode opératoire :

- Rincer la sonde spécifique pour la conductivité, T, taux de salinité avec de l'eau distillée.
- Immerger la sonde dans le flacon contenant l'eau à analyser.
- Agiter un peu l'échantillon à l'aide de la sonde.
- Appuyer sur la touche **CON** (conductivité).
- Prendre la valeur de la conductivité après stabilisation.



Figure (VI).2 : conductimètre

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface séparées l'une de l'autre de 1 cm.

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) (Rodier et al ; 2005).

VI.3.4 Minéralisation :

Désigne la teneur totale d'une eau en seul minéraux dissous (Ramade).

VI.3.5. Chlorure :

Les teneurs en chlorures des eaux sont entrainement varié et liée principalement à la natures des terrains traversés. Ainsi, les eaux courant exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieur à 25 m/l.

Le gros inconvénient des chlorures et la saveur désagréable qu'ils communiquent à partir de 250 m/l (Rodier et al).

Réactifs :

- Nitrate d'argent (Ag, NO₃).
- Chromate de potassium (K₂CrO₄)

Mode opératoire :

100ml d'eau à analyser + 1ml d'indicateur chromate de potassium on aura une couleur rose, titre par le nitrate d'argent goutte à goutte avec agitation jusqu'à ce que la solution devient de couleur brune rougeâtre. (virage de la couleur du rose a la brune rougeâtre) un essai à blanc et traité par la même façon

❖ VI.3.6. Mesure de TDS (taux de salinité) :

Mode opératoire :

Appuyer sur la touche **TDS/Sal.**

-Prend la valeur de TDS.

-Appuyer une deuxième fois sur la même touche.

-Prend la valeur de la salinité.

N.B : taux de salinité (TDS) est le même que la salinité sauf que l'unité de TDS est le mg/l et l'unité de salinité par mille x ‰

Facteur écologique constitué par la teneur en sel (c/na) des eaux.

Les eaux_douces possèdent_une faible teneur en sels. Les eaux douces continentales présentent une teneur en sels inférieur a 0.2 p.1000.la salinité des eaux douces superficielles a pour valeur moyennes 120mg/l. et s'exprime en milligrammes, ou en grammes de sels soluble par litre d'eau (germain et Al 1777)

VI. 3.7. Calcium (Dureté calcique (T,Ca) :

Principe:

- Prendre dans l'eren Meyer 20 ml d'eau à analyser :
- Ajouter 1 ml NAOH (2N) ;
- E-3 gouttes de Murex ide ou 1 gélule de calver2 ;
- Procéder au titrage par la solution de' EDTA (N/50) jusqu'à virage de la solution du grenadine au violet.
- Lire sur la burette le volume d'E.D.T.A versé.

Elément de numéro atomique $z=20$ de masse volumique $=40.1$, des groupes métaux alcalino-terreux qui constitué un des composant majeur de la lithosphère et dont la teneur dans l'eau présente pour les biotopes aquatique une importance écologiques majeur (Ramade).

VI.3.8. Magnésium (Dureté magnésique)

Principe :

Elle est obtenue par la différence :

$$T. Mg = T.H - t.Ca$$

Elément de numéro atomique $z=12$ de masse volumique $Ar=24.3$ dont le corps simple et un métal alcalino- terreux. Il est un constituant de nombreux minéraux et roches.

Les eaux magnésique se forment l'ors qu'elle circule sur des substrats dans les roches sont riche en cet élément. De façon générale, la teneur en magnésium des eaux douces est inférieure à celle en calcium (Ramade).

VI.3.9. Dureté de l'eau :

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de Ca^{+2} et Mg^{+2} est s'expriment par le TH. Le TH est maintenant déterminé par titrage à l'EDTA (complexons) en présence de Noir Eriochrome T à ph 10 (Rodier et al 2005).

Principe :

- Prendre dans l'erlen Meyer 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1ml solution tampon PH=10 ;
- 3-4 gouttes (NET) ou 1 gélule de MANVER 2 ;
- Procéder au titrage à l'aide de l'E.D.T.A (N/50) jusqu'au virage du rouge violet au bleu.
- Lire sur la burette le volume versé.

$$T.H = V \text{ verse } F^{\circ} \quad / \quad TH = V \text{ verse } \times 10 \text{ mg/L.}$$

VI. 3.10. Oxygène dessous :

La concentration de l'oxygène dessous dans une eau naturelle dépend de plusieurs paramètres physico-chimiques qui sont : la température, la pression atmosphérique, la pression partielle de vapeur d'eau car sel –ci va aussi interférer avec la pression partielle de l'oxygène dans l'air donc modifier la solubilité dans l'eau. En fin dans un biotope aquatique donné, la solubilité potentielle de l'oxygène va être réduite par des facteurs écologiques telles les salinités et la DTO (sommés des DBO et DCO) (ramade.1998).



Figure(VI).3 : oxymètre

VI.3.11. Nitrate :

Sels minéraux de l'acidité nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques

Mode opératoire :

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 goutte de NaOH à 30% ;
- Evaporer ç sec au bain marie ou à l'étuve à une température de 75-88°C ;
- Ne pas surchauffer ni surcharger très longtemps, laisser refroidir ;
- Prendre le résidu avec 2 ml de H₂SO₄ pur laissé reposer 10 mn ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de Tartrate double de Sodium et de potassium

Expression des résultats :

Les résultats obtenus exprimées en mg/l.

VI.3.12. Ammonium :

Cation (NH₄⁺) produit par réaction acido- basique de l'eau et de façon générale de tout acide avec l'ammoniac NH₃ se dégage dans l'atmosphère.

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml de l'eau à analyser ;
- Ajouter 4 ml de réactif coloré ;
- Homogénéiser bien la solution ;
- Ajouter 4 ml de la solution dichloroisocyanurate de NA le ph doit être 12,6 ;
- Laisser reposer pendant au moins 60 mn ;
- Tous les dosages doivent être effectués à la même température (bain-marie à 25°C).

- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 655 nm.

Expression des résultats :

- Les résultats donné la teneur en azote ammoniacal Exprimée en mg/l de N pour obtenir la teneur en NH₄, multiplier ce résultat par 1.28.

VI.3.13 Chlore résiduel :

Du fait de sont pouvoir oxydent rémanent, le chlorure et le réactif le plus utilisé pour la décontamination de l'eau. Sa dissolution dans l'eau conduit a la formation d'acide hypochloreux (Hclo) et d'ions hypochlorite (Cloo).

VI.3.14 Matière organique :

Ensemble des substances organiques existant a l'état dissous ou particulaire dans les biotopes aquatiques. Les métiers organiques sont à la fois présentes dans les eaux (Ramade)

Principe :

- Prendre dans l'eren Meyer ,100 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 10 ml H₂SO₄ (N/4) ;
- Mettre à l'ébullition, ajouter 10 ml de KMnO₄ (N /80) à la solution et laisser 10 mn ;
- Après 10 min ajouter 10 ml d'acide oxalique (N/80) jusqu'à virage de la solution de l'incolore au rose claire ;
- Lire directement sur la burette la valeur (volume).

$$V \text{ chute burette} = \text{MO mg/l}$$

VI.4.Analyse bactériologique :

VI.4.1 Considération à prendre pour les prélèvements d'analyses bactériologiques :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicat a la quelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats anaclitiques et l'interprétation qui en sera donnée.

L'échantillon doit être homogène, représentatif est obtenue sans modifié les caractéristiques physico-chimique de l'eau (gaz dissous, matières en suspension). Il est nécessaire de maitre en place une organisation structurée, de dispose d'un personnel qualifié de développent méthodologie adapté a chaque cas, de procédé a un choix judicieux des points des prélèvements et d'utilises le matériel convenable.

En outre, s'il est bien évident qu'un correcte est indispensable à l'obtention de résultat analytiques significatifs, il est tout aussi important de connaitre le devenir de l'échantillon entre le prélèvement et l'arrivée au laboratoire (Rodier et al).

On devra prélever l'eau avec toutes les précautions et pour cela plusieurs conditions s'imposent :

- Pour une analyse bactériologique 0.5 à 11 d'eau suffit aussitôt le flacon bouché dit être stérilisé.
- Identifier des préleveurs.
- Date et heure du prélèvement.
- Ville ou établissement que l'eau alimente ; le cas échéant, le type de traitement utilisé
- Non du point d'eau et localisation précise.
- Origine de l'eau (sources, forage, barrage), aspect particulier (couleur débris.).
- Température de l'eau l'émergence et celle de l'atmosphère au moment du prélèvement
- Natures géologique des terrains traversés, aspect du milieu naturel.
- La durée de transport de l'échantillon depuis le prélèvement jusqu'au laboratoire chargé de l'analyse (Rodier).

VI.4.2 Technique de prélèvements :

L'eau à analyser a été prélevée a partir du robinet d'arrêt avec un système de pompage.

À l'aide d'une pompe pour faire remonter de l'eau depuis une profondeur 1 à 2m

Les étapes de prélèvement :

- Ouvrir le robinet à son débit maximum et laissé l'eau s'écouler pendant 1 à 2 min, fermer le robinet
- Stérilisé le robinet pendant 1 avec un flambeur
- Ouvrir doucement le robinet et laisser l'eau s'écouler, à un débit moyen, pendant 1 à 2 min
- Remplir le flacon en teneur le bougent dans salle protection orientée vers le bas pour évité que des poussières viennent se déposer a l'intérieur
- Un petit volume d'air doit rester a la surface de manière a faciliter l'agitation de l'eau avant son l'analyse
- Fermé le flacon avec le bouchant qui sera recouvert par son enveloppe (kejsec, 2002).

VI.4.3 Rechercher et dénombrement des coliformes :

Les coliformes sont des entérobactéries fermentant le lactose (avec gaz) à 30°C (les bactéries correspondantes appartiennent aux genres Escherichia, citrobacter, klebsielle entérobactre)

Les coliformes à gram négatif vivent dans les intestins des être humains et des animaux à sang chaud et sont recherchés comme indicateurs de contamination fécale. Ils fermentent le glucose avec ou sans gaz (bugniocourt.1995)

Coliformes fermentant le lactose (avec gaz) à 44°C le thermo tolérant est aujourd'hui préféré au terme fécal (car plus juste par rapport à la technique utilisée) (Joffin, 2003)

Coliformes thermo tolérant (ou coliforme fécal) produisant de l'indole à 44 °C

E. Coli et parfois défini comme un bacille gram négatif possédant une B-galactosidase (ONPG+) et une B glucuronidase

Les techniques de colimétrie ont pour objectif le dénombrement et, éventuellement, l'indentification des coliformes d'une manière générale, des coliformes thermo tolérant (ou coliforme fécaux) ou d'E. Coli en particulier.

L'intérêt de ces manipulation et de déterminer pour le produit testé une contamination fécale et d'en apprécier l'ampleur, car des coliformes sont des bactéries vivant principalement dans les intestins. De plus, les coliformes thermo tolérant et E. Coli survivant difficilement hors de

l'intestin traduiront donc une contamination fécale récente (joffin ,2003)

VI.4.4 rechercher des dénombrements streptocoques :

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques des matières fécales .ils appartiennent essentiellement au genre entérocoques. Leur antigène de paroi es classe dans le groupe D de lance Field, sont hôtes normaux de l'intestin (joffin.2003)

VI.4.5 Recherche et dénombrement des bactéries sulfito – réductrices (clostridium) :

La plus part des espèces de clostridium sont des bactéries telluriques, mais elles sont également isolées dans l'intestin et les selles e l'homme et divers animaux. Ainsi la présence de clostridium dans les eaux signe en général une contamination fécale. Sont des bacilles à gram+ dont la paroi contient de l'acide méso diamino biométrique, sont mobile par ciliature pétrie ou immobile, Paro les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau d'alimentation, les références à la méthode d'analyse indiquent que ce sont les formes sporulées qui sont recherchées.

Les clostridium sulfito réductrices sont souvent considères comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes négatives des coliformes et des streptocoques fécaux, permettraient ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittent (Rodier et al ; 2005).

VI.4.6. Recherche de d dénombrement des salmonelles :

Les salmonelles sont toujours des bactéries pathogènes provoquant des gastro-entérites (avec éventuellement de grave complication)

Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animus sauvages, y compris les oiseaux communs humains et animaux peuvent éliminer dans les selles les salmonelles, les salmonelles peuvent donc être présentes dans les eaux douces, y compris les eaux potable et les nappes phréatiques (Rodier et al 2005).

Sont des bactéries du genre Salmonella appartiennent à la famille des "ENTEROBACTERIACEAE " dont elles possèdent les principaux caractères bacilles de 0.7-1.5 µm*2-5µm, à gram négatif, anaérobie facultatif, habituellement mobile grâce à une

ciliature pétriche.

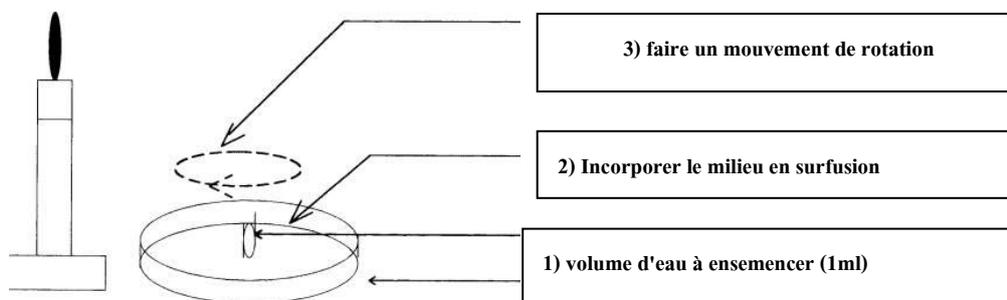
Les salmonelles cultivent en sur les milieux nutritif ordinaire et donnent en 18- 20 heures des colonies 2-3 mm de diamètre de salmonella présentent un (G+C) de 50-53%. Les principaux caractères biochimiques : réduction des nitrates +, oxydase-, catalase+, fermentation du glucide+ (avec production de l'acide). Utilisation des citrates+ (sauf typhi et paratyphi A), fermentation des glucoses avec gaz +, production d'hydrangée sulfuré (H₂S) +. (Joffin).

VI.4.7. Les Méthodes générales de dénombrement :

✓ VI.4.7.1 Méthodes de dénombrement en milieu solide :

✚ Méthode par incorporation :

- ***Principe :*** L'échantillon d'eau à analyser est mélangé au milieu de culture solide préalablement fondu et refroidi à une T proche de la T de solidification. Après incubation, les colonies qui se développent à la surface et à l'intérieur du milieu sont comptées.
- ***Mode opératoire :***
 - Incuber
 - Faire le dénombrement des colonies développées à la surface et à l'intérieur du milieu de culture.



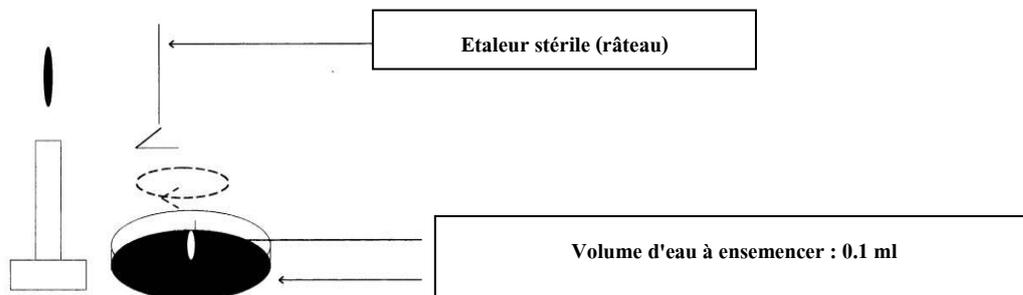
Figure(VI).04 : méthode de dénombrement en milieu solide

✚ VI.4.7.2 Méthode par étalement :

- **Principe :** L'échantillon d'eau à analyser est étalé à la surface d'un milieu gélosé sans trace d'humidité: après incubation, les colonies qui se développent à la surface sont dénombrées.

- **Mode opératoire :**

- Incuber
- Dénombrer les colonies développées à la surface.



Figure(VI).05 : Méthode par étalement

✓ **VI.4.7.3 Méthode par filtration :**

Principe : L'échantillon d'eau à analyser est filtré à Travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur un milieu gélosé. Durant l'incubation, des colonies se forment à la surface de la membrane.

Matériels :

- Four pasteur
- Etuve d'incubation.
- Bec benzène.
- Bain marie.
- L'autoclave.
- Compteur des colonies.
- Rampe de filtration.
- Hotte bactériologique.
- Flambeur

VI.5.Analyse organoleptique :

Cette méthode rapide donne une première indication sur la coloration apparente de l'eau.

- On place 1 l de l'échantillon à analyser non filtré dans une bouteille incolore en verre, et propre.
- On a examiné l'intensité de la couleur et la teinte de l'échantillon sous lumière diffuse sur un fond blanc.
- la turbidité d'une eau est dure à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques. Etc. la turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou laboratoire (Rodier et al .2005).

VI.6.Résultat d'analyse :

Les résultats des analyses d'eau de l'ensemble des secteurs A (barrage ben bahdel station de dessalement BWC et forage barret) et B (barrage ben bahdel) sont traités de manière successive

Le secteur A alimente les cités (411 log, 320 log, cité baraka) et secteur B alimente (N. ville 1 et 2).

VI.6.1. Température :

Les résultats des caractéristiques statistiques de ph pour les deux secteurs sont présentés dans le tableau (VI).01.

Paramètre		Secteur	
		Secteur A	Secteur B
Paramètre statistiques	• Nombre d'échantillons	20	20
	• Moyenne	17.72	18.32
	• Mim	16.40	16.70
	• Max	18.60	19.60
Normes		C.M.A = 25 °C (C.E.E) (C.E.E)	N.G = 12 °C

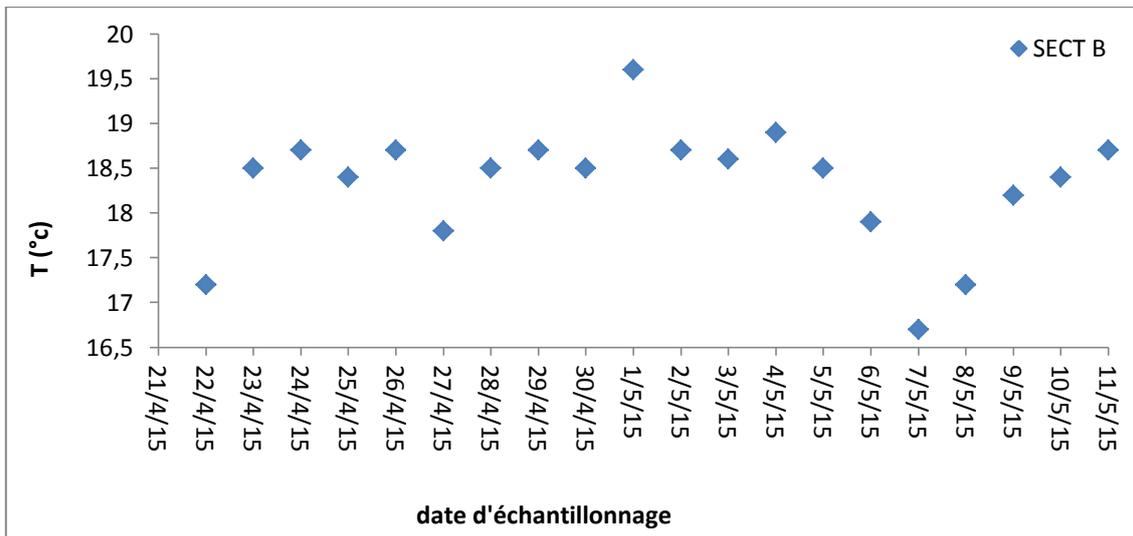
Tableau (VI).01 : Caractéristiques statistiques de la température pour les deux secteurs de la ville d'Ain-Temouchent pendant les mois avril et mai

Avec :

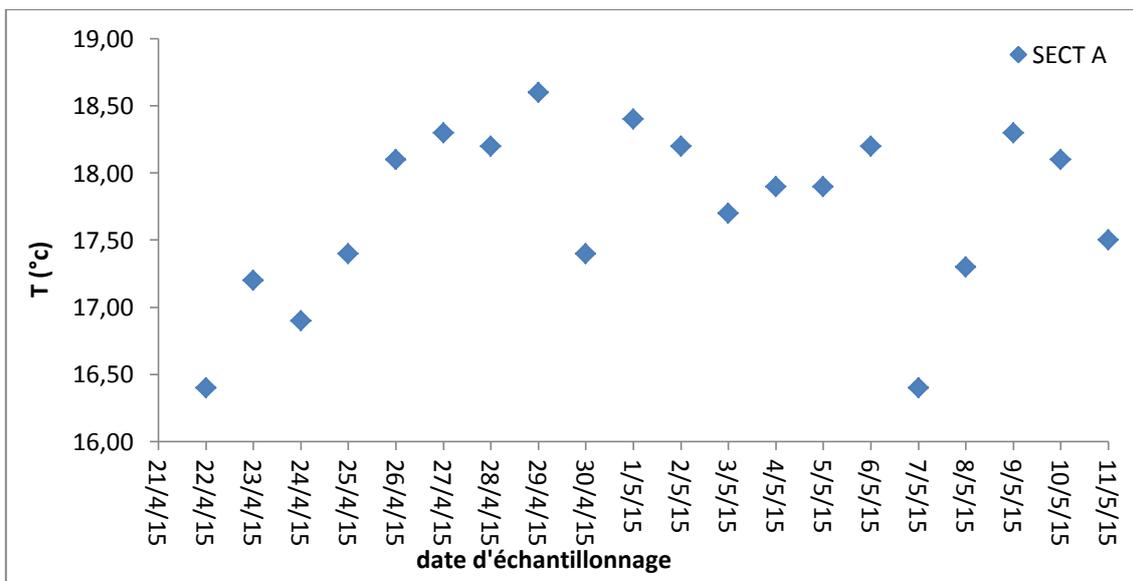
- ✓ C.M.A Concentration maximale admissible
- ✓ N.G : Niveau guide

Le facteur température à une grande importance car au-delà de 25°C l'eau favorise le développement des micro-organismes (guirand.1998)

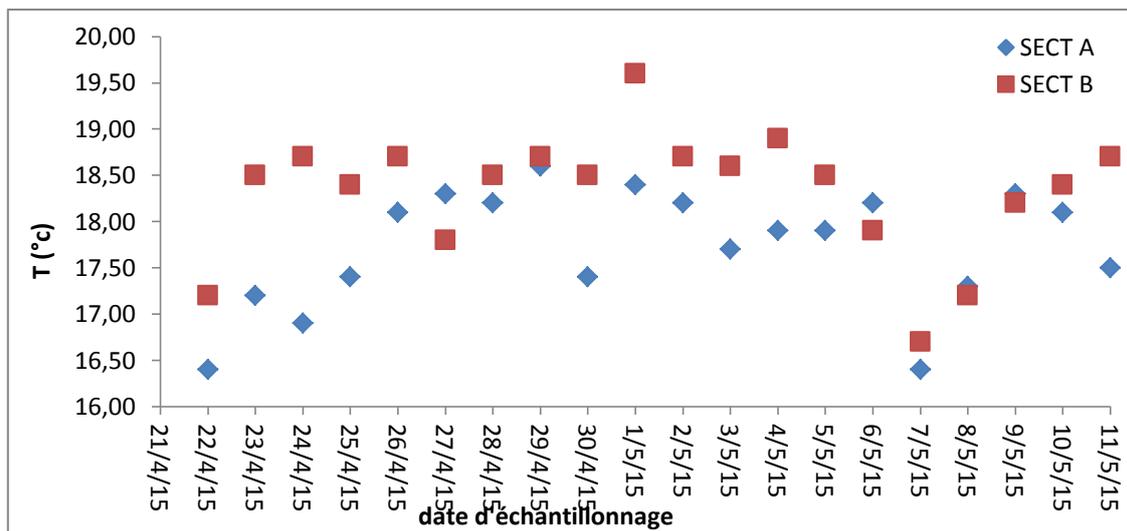
D'après les résultats mentionnés sur le tableau numéro (VI).01 en remarque que la température ne dépasse pas 20 °C



Figure(VI).6 : Température du secteur A



Figure(VI).7. Température du secteur B



Figure(VI).8 : Température pour l'ensemble des secteurs A, B

D'après les résultats on remarque que la température des deux secteurs n'a pas changé d'une manière appréciable, car les jours de prélèvement sont les mêmes.

VI.6.2. le pH

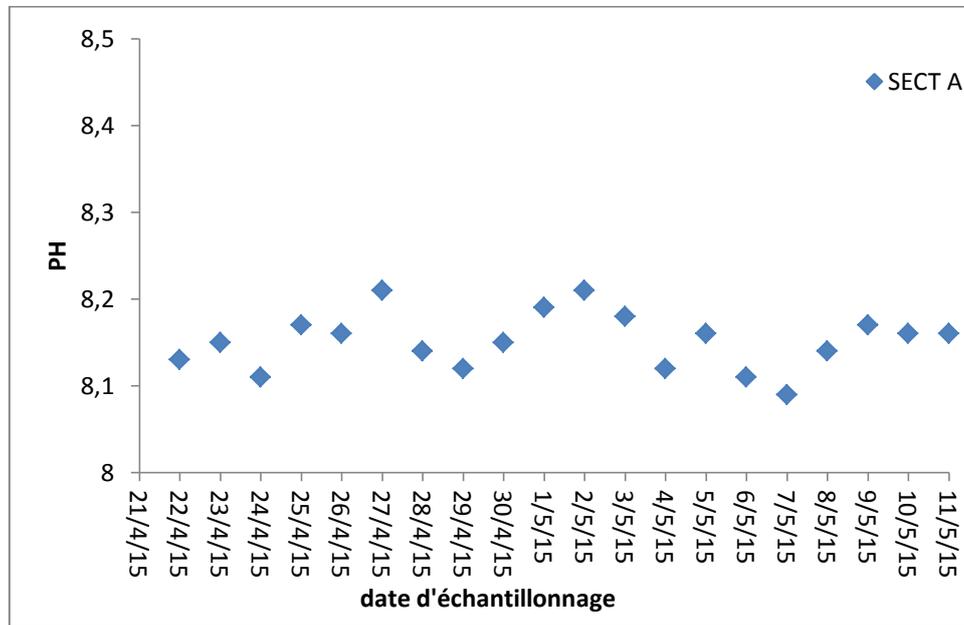
Les résultats des calculs statistiques du Potentiel d'hydrogène (pH) pour l'ensemble des secteurs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Paramètre		Secteurs	
		Secteurs A	Secteurs B
Paramètre statistique	• Nombre d'échantillon	20	20
	• Moyen	8.15	8.32
	• Min	8.09	8.14
	• Max	8.21	8.48
Norme		C.M.A = 9,5 (CEE) 8,5	N.G = 6,5 à 8,5

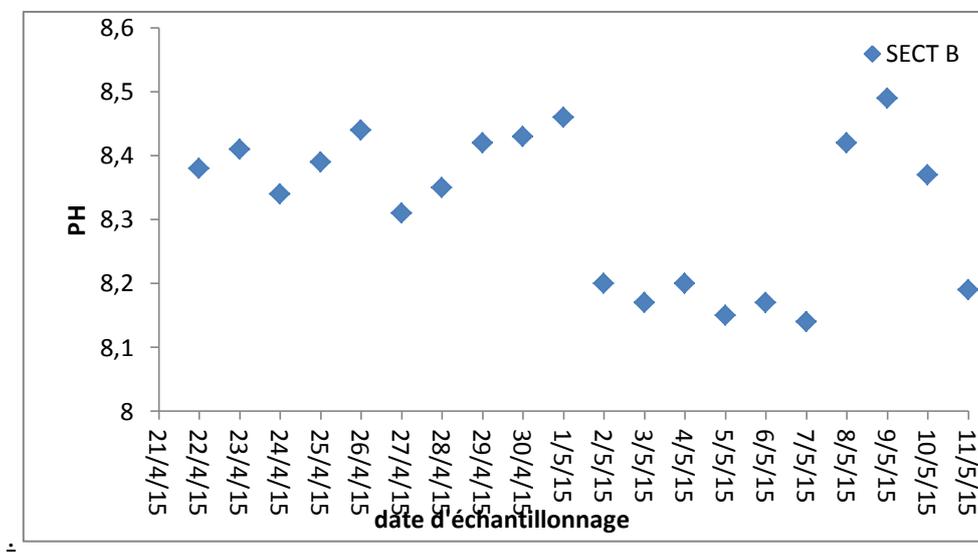
Tableau (VI).2 : Caractéristiques statistiques des paramètres physico-chimiques (le pH) pour les deux secteurs de la ville d'Ain-Temouchent durant les mois d'avril et mai 2015

D'après résultats obtenus (tableau VI.02), le pH des différents prélèvements durant les mois

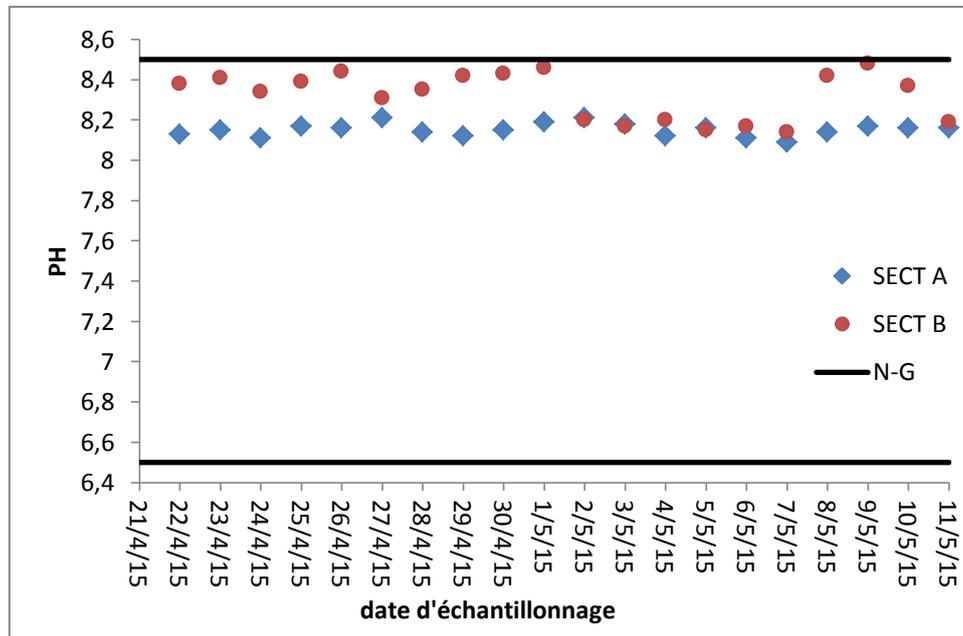
d'avril et mai est conforme aux normes.



Figure(VI).8. : PH du secteur A



Figure(VI).9. PH du secteur B



Figure(VI).10. PH pour l'ensemble des secteurs A, B

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, L'O.M.S. ne fixe pas de valeur mais précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion et un PH élevé peut entraîner des problèmes de gout. Elle recommande ainsi un PH inférieur à 8.

D'après les résultats obtenus, on remarque que le PH du secteur B est légèrement supérieur à celui du secteur A, ainsi il ne dépasse pas les normes.

VI.6.3. Conductivité :

Les résultats statistiques de la conductivité électrique pour les deux secteurs (A, B) durant les

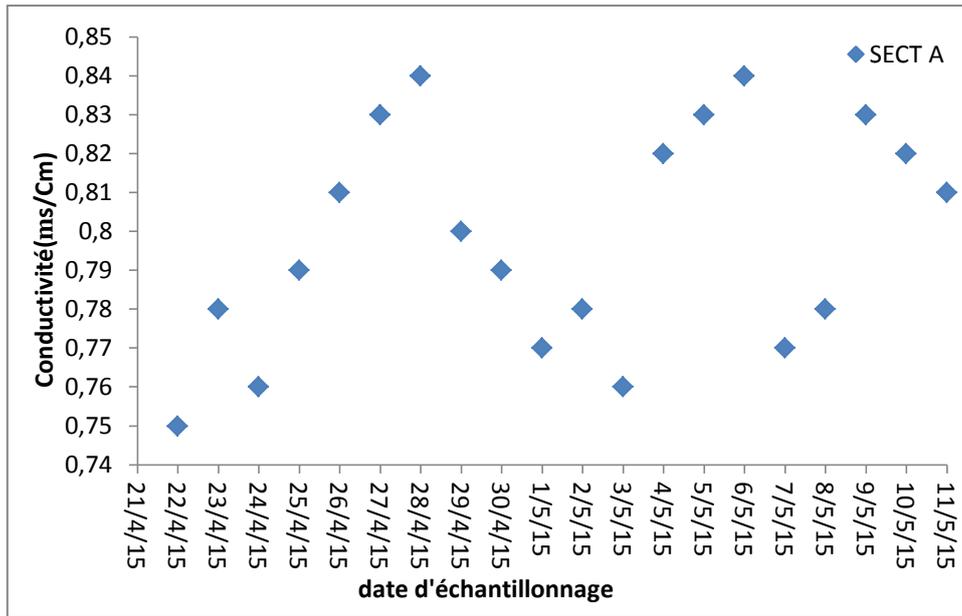
mois de d'avril et mai 2015 sont élaborés dans le tableau ci-dessous.

paramètre		Secteur	
		Secteur A	secteur B
Paramètre statistique	• Nombre d'échantillon	20	20
	• Moyenne	0.798	1.273
	• Min	0.75	0.84
	• Max	0.84	1.73
norme		C.M.A = 2800 ms/cm (ALG) N.G = 400 ms/cm (C.E.E)	

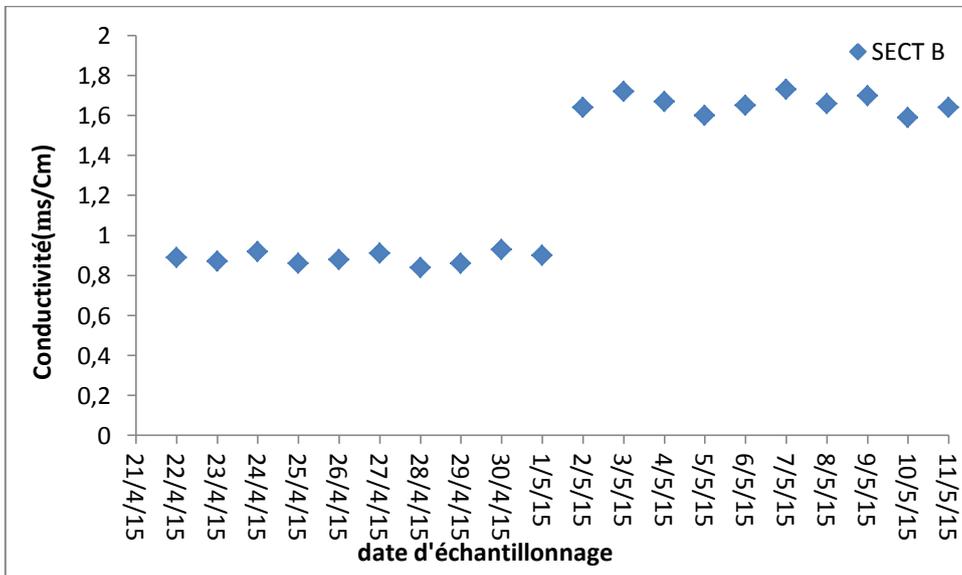
Tableau(VI).3 : Caractéristiques statistiques de la conductivité électrique pour l'ensemble des secteurs de la ville d'Ain-Temouchent durant les mois d'avril et mai 2015.

Une conductivité élevée traduit une salinité élevée

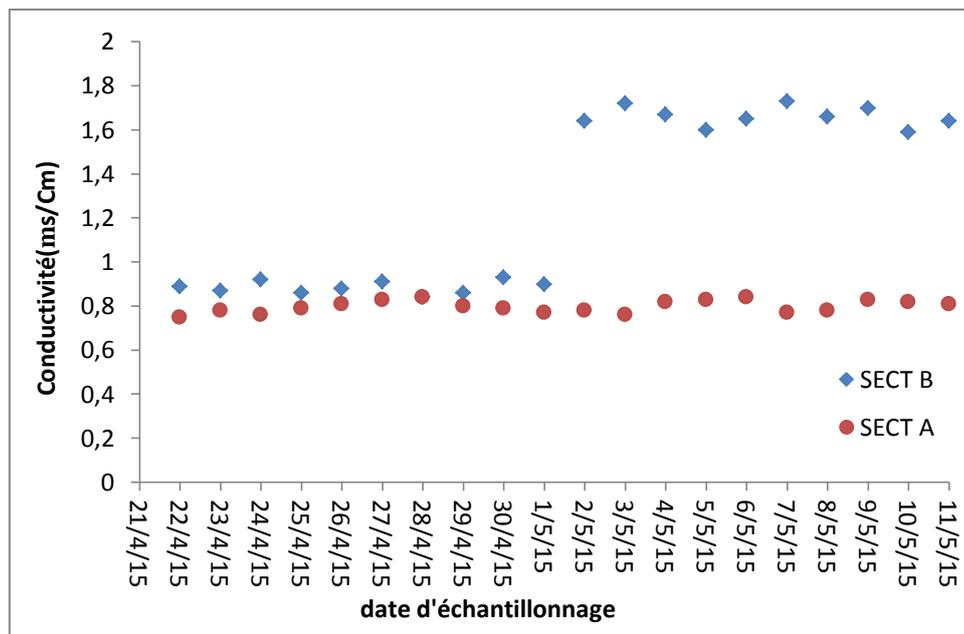
D'après résultats obtenus (tableau(VI)0.3) la conductivité des différents prélèvements durant le mois d'avril est mai .Toutes les valeurs mesurées sont inférieurs à la valeur prescrite (C.M.A=2800 μ S/cm) donnée par les normes Algérienne mais son supérieur au niveau guide qui est de 400 μ S/cm dans les normes C.E.E.



Figure(VI).11. Conductivité électrique du secteur A



Figure(VI).12. Conductivité électrique du secteur B



Figure(VI.13).Conductivité électrique pour l'ensemble des secteurs A, B.

Et on remarque aussi la conductivité du secteur A est élevée dans la plus part des jours que du secteur B, se ci signifie que la qualité de l'eau du secteur B est plus riche en minéraux que du secteur A.

Il existe une relation entre La conductivité électrique et la minéralisation voir le tableau (VI).4 qui nous permet d'avoir une aidée sur la minéralisation

Relation entre la conductivité et la minéralisation	
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Minéralisation
• Conductivité < 100	• Minéralisation très faible
• 100 < Conductivité < 200	• Minéralisation faible
• 200 < Conductivité < 333	• Minéralisation moyenne
• 333 < Conductivité < 666	• Minéralisation moyenne accentuée
• 666 < Conductivité < 1000	• Minéralisation importante
• Conductivité > 1000	• Minéralisation élevée

Tableau(VI).4. Relation entre la conductivité électrique et la minéralisation

VI.6.4. Turbidité :

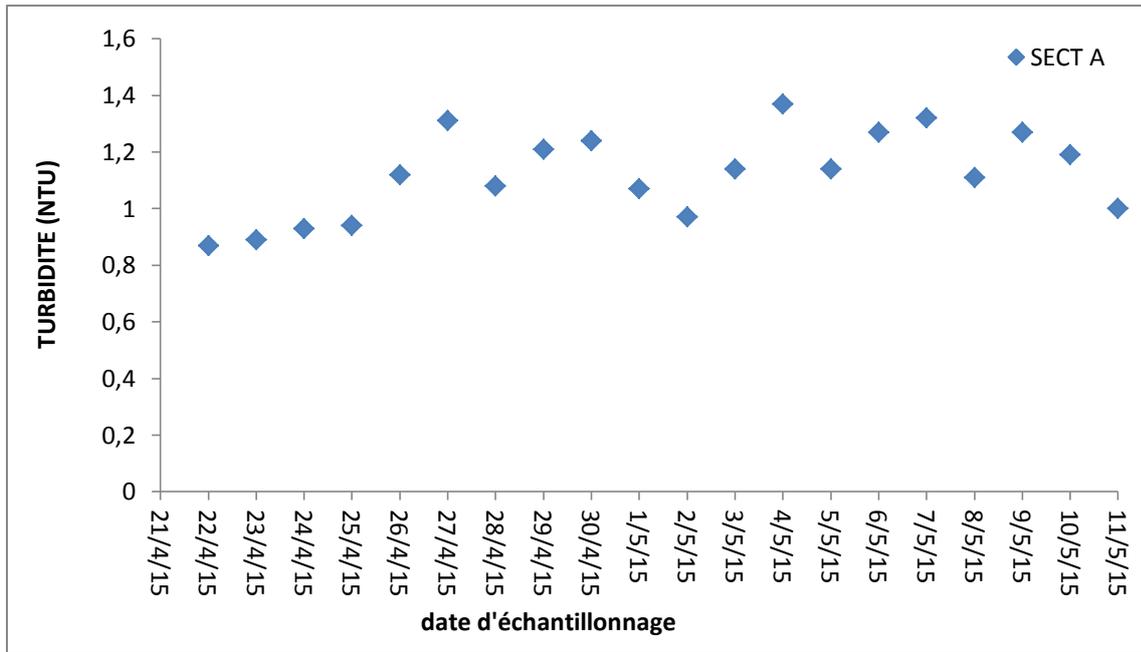
Les résultats des caractéristiques statistiques de la turbidité pour les cinq secteurs sont présentés dans le tableau. Avec :

- ✓ C.M.A Concentration maximale admissible
- ✓ N.G : Niveau guide
- ✓ N.T.U (unités de turbidité néphélométrique)

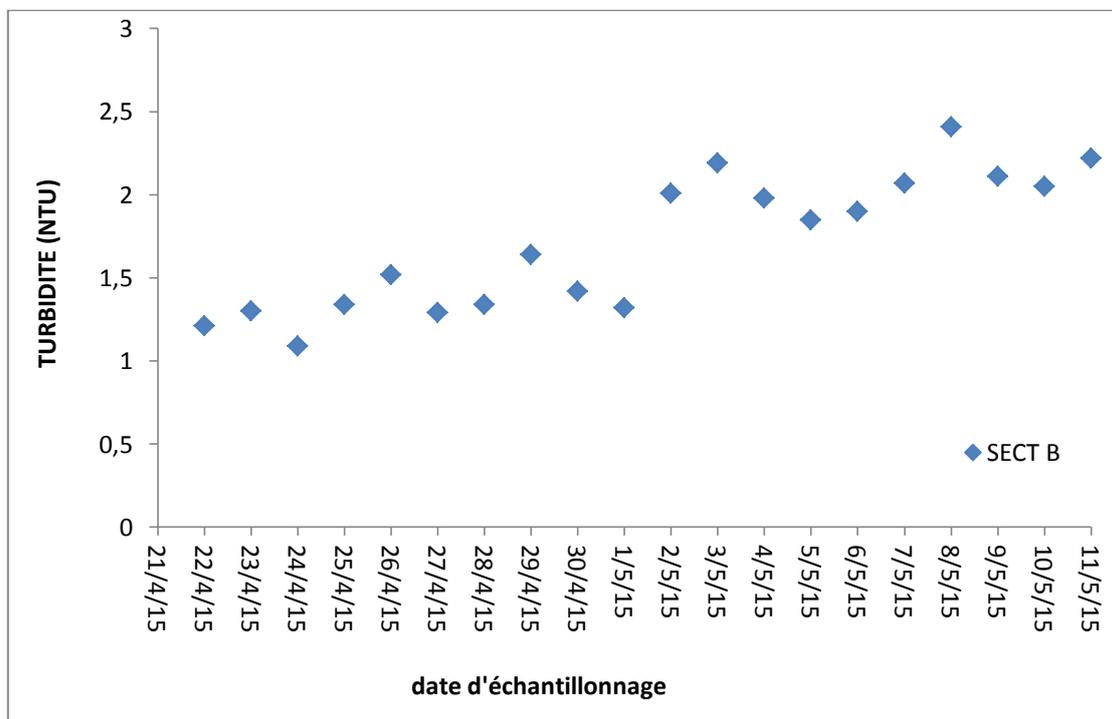
Paramétriser		Secteur	
		Secteur A	Secteur B
Paramétriser statistique	• Nombre d'échantillon	20	20
	• Moyenne	1.122	1.713
	• Min	0.87	1.09
	• Max	1.37	2.41
Norme		C.M.A = 5 NTU	N.G= 1 NTU

Tableau (VI).5 Caractéristiques statistiques de la turbidité) pour les deux secteurs de la ville d'Ain -Temouchent (avril et mai 2015).

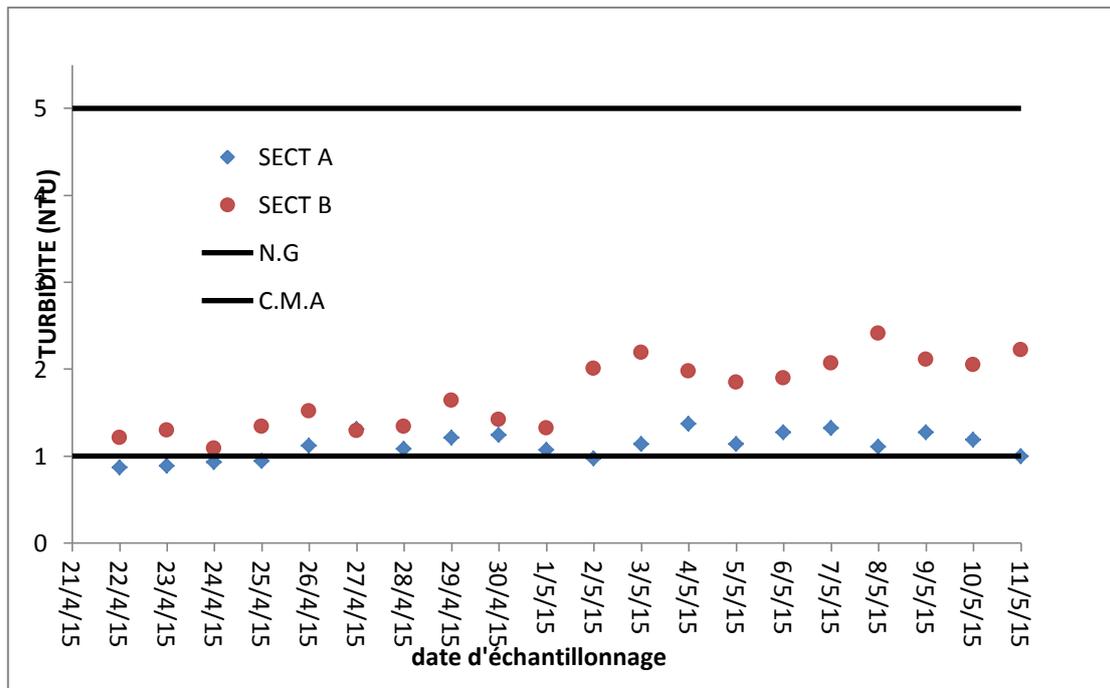
D'après les résultats obtenus (tableau(VI).05) on constate que le taux de turbidité est conforme aux normes car les eaux à analyser sont limpides.



Figure(VI).14. Turbidité du secteur A



Figure(4).15 Turbidité du secteur B



Figure(VI).16. Turbidité pour l'ensemble des secteurs A, B

On remarque que plus la turbidité est faible et plus la qualité de l'eau est bonne, les deux secteurs sont au même niveau de pureté en ce qui concerne les matières dissoutes dans l'eau.

Le niveau de guide du secteur A est plus bas que celui du secteur B car le secteur A est un mélange d'eau provenant de diverses sources.

VI.6.5. Résultat d'analyse complet :

Les analyses ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau des sources forage barret ; station de dessalement chatt el Hilal ; barrage ben bahdel et mélange (barret dessalement ben bahdel).

Paramètres	Forage barret	Station dessalement	Barrage ben bahdel	mélange	Norme	Unité
U (potentiel redox)	1310	710	750	890	2800	µs/cm
TDS (taux de salinité)	740	400.7	425.1	502.9	/	Mg/l
Minéraux	1130	608.3	532.1	637.6	2800	Mg/l
Mo (Matière organique)	1.4	0.8	0.9	2.5	5	Mg/l
O2 (oxygène dessous)	7.21	7.1	7.70	8.29	8	Mg/l
TAC (titre alcalimétrique)	256	320	224	148	500	Mg/l
Bicarbonate (hco-3)	312.32	39	273.2	180.5	400	Mg/l
TH (dureté total)	26.8	5.6	30.8	18.4	50	°F
T.Ca (Dureté calcique)	36	16	56	44	200	Mg/l
T. Mg (Dureté magnésique)	42.72	3.8	40.3	23	50	µg/l
CL-	189.81	154.8	79.92	164.8	500	mg/L
Na++	52.9	46.25	28.1	50	200	Mg/l
K	17.1	0.5	3.7	05	12	Mg/l
NH4+ (Ammonium)	00	00	00	00	0.5	Mg/l
NO2-(Nitrites)	0.003	00	00	0.05	0.2	mg/L
NO3- (Nitrates)	1.02	00	2.042	0.566	50	mg/L
Po4- (Phosphates)	193	9	114	137	500	Mg/l
So4-(Sulfates)	22.98	5.14	00	23.9	400	mg/L
Fer (Fe)	00	00	00	00	0.3	mg/L

Tableau(VI).6. : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau des sources.

D'après les résultats d'analyses complets (physico chimique) du tableau (VI).06 en remarque que les deux paramètres (ampérométrique et volumétrique) ne dépassent pas les normes, Ainsi la meilleure source d'eau est le forage Barrét car il est riche en minéraux,

VI.7.Analyse microbiologique : Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les différentes sources d'eau et durant les mois d'avril et mai sont représentés sur les tableaux ci-dessus :

VI.7.1. Coliformes totaux :

Correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aérobie et anaérobie facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose avec production de d'acide et de gaz en 48h à une température de 37°C_44°C

Point de prélèvement	Résultat moi d'avril	Résultat moi de mai	Norme
Ben bahdel	00	00	10/100ml
Station de dessalement	00	00	
Forage barrét	00	00	
Mélange	2	00	

Tableau (VI).7: taux des coliformes totaux dans les eaux des quatre sources durant les mois d'avril et mai 2015

Les résultats des analyses microbiologiques que nous avons effectuées sur les quatre prélèvements durant les deux mois d'avril et mai 2015, montrent que le nombre coliformes totaux à 37 °C ne dépasse pas les normes

VI.7.2.coliforme fécaux :

Point de prélèvement	Résultat de moi d'avril	Résultat de moi mai	Norme
Ben bahdel	00	00	00
Station de dessalement	00	00	
Forage barret	00	00	
Mélange	00	00	

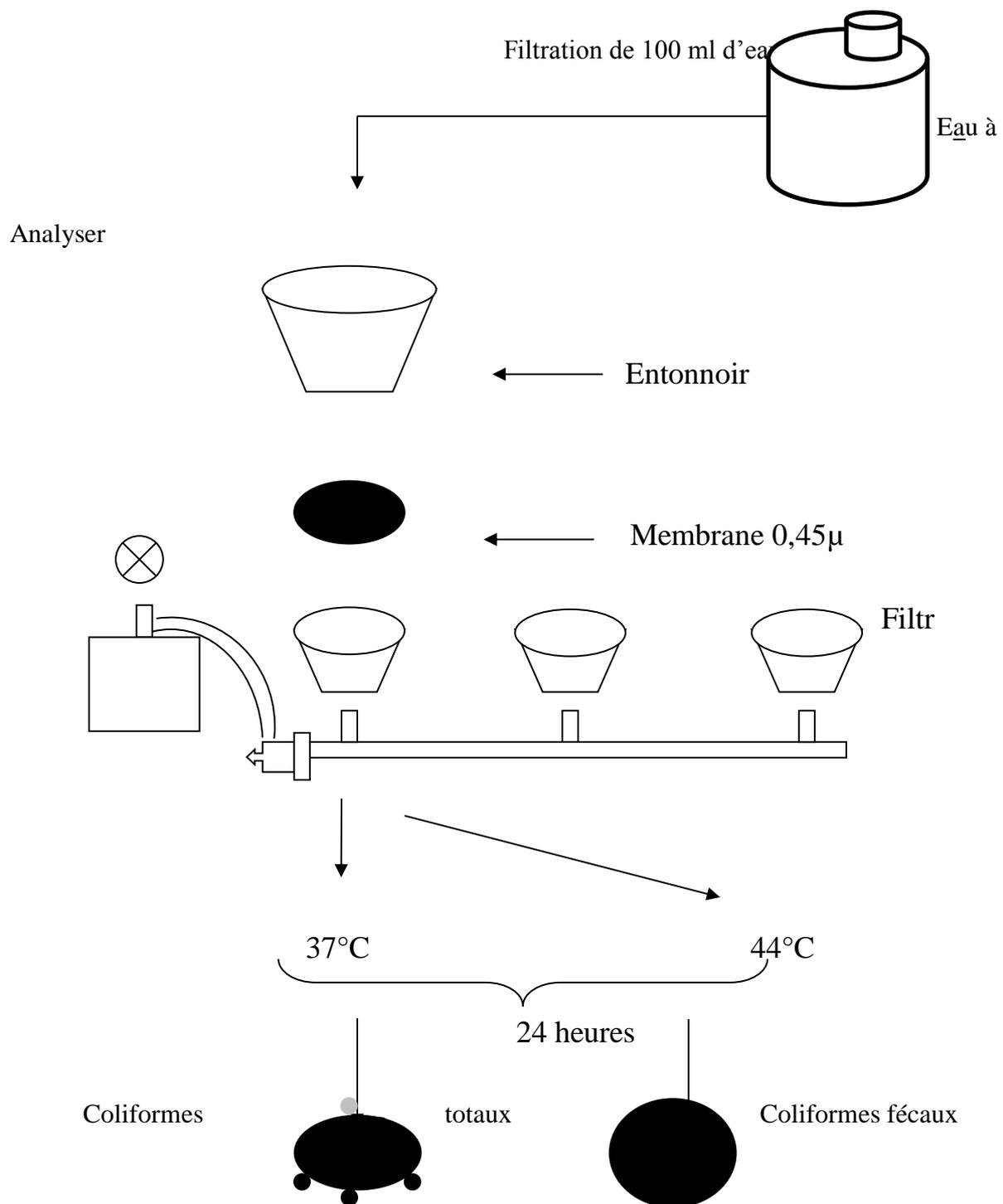
Tableau(VI).8 : taux des coliformes fécaux dans les eaux des quatre sources durant les mois d'avril et mai 2015

Les résultats des analyses microbiologiques que nous avons effectuées sur les quatre prélèvements durant les deux mois d'avril et mai 2015, montrent que les coliformes fécaux à 44°C sont absents.

VI.7.3-Streptocoques fécaux :

Point de prélèvement	Résultat de moi d'avril	Résultat de moi mai	Norme
Ben bahdel	00	00	00
Station de dessalement	00	00	
Forage barret	00	00	
Mélange	00	00	

Tableau(VI).9 : taux des streptocoques totaux dans les eaux des quatre sources durant moi d'avril et mai 2015



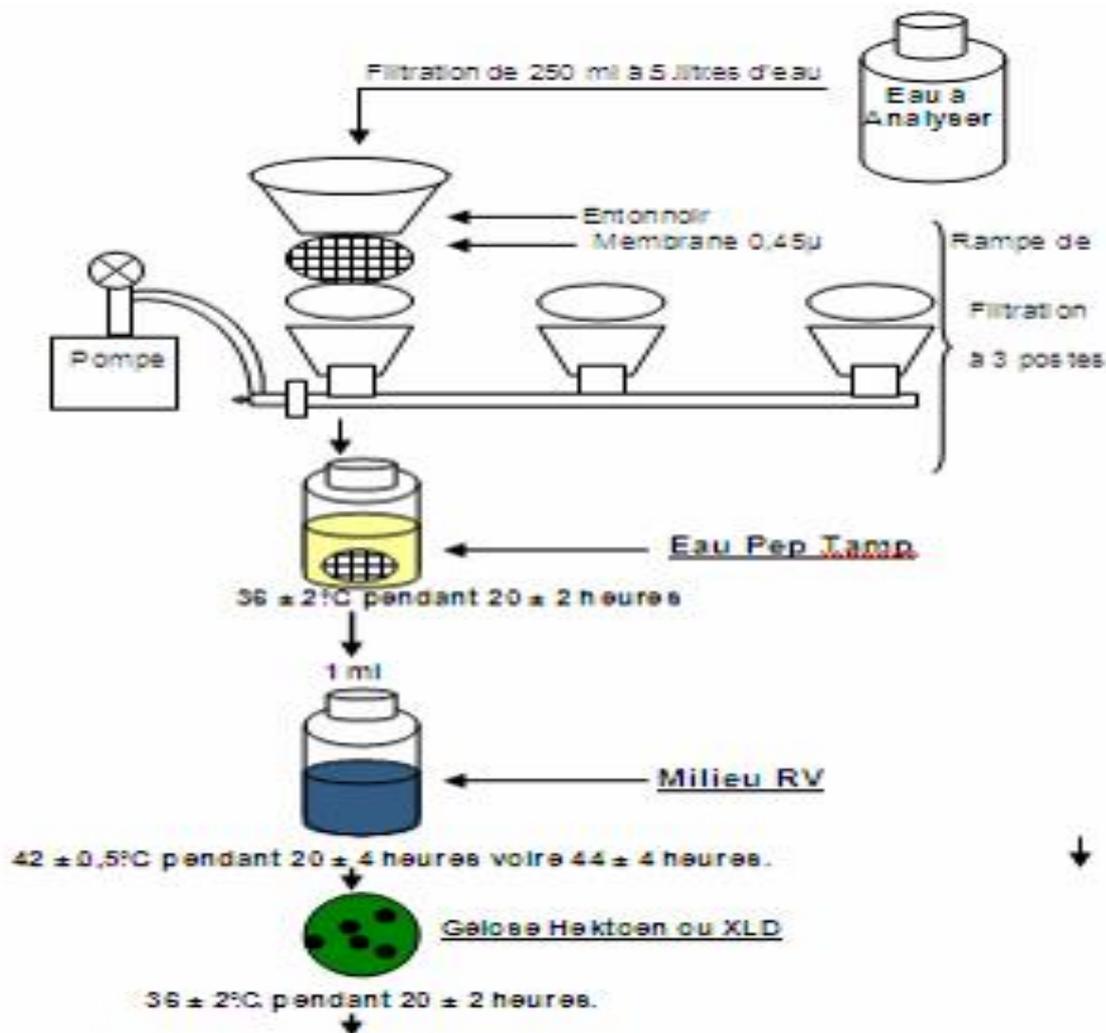
Figure(VI).17. Schéma pour la recherche des coliformes totaux et coliformes fécaux

Remarque : le même schéma pour la recherche des streptocoques et les ASR.

Les résultats des analyses microbiologiques que nous avons effectuées sur les quatre prélèvements durant les deux mois d'avril et mai 2015, montrent que nombre des streptocoques fécaux est nul.

VI.7.4.Salmonelle :

Les Salmonella sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de Bacilles Gram Négatifs (BGN), ne fermentant pas le lactose, mais fermentant le glucose avec production de gaz et de H₂S ; elles se divisent en deux grands groupes : les mineures et les majeures



(Hautement pathogènes).

Figure (VI).18 : Recherche Salmonella (méthode par filtration) :

➤ **Recherche de Vibrion cholérique :**

- Les Vibrionaceae sont :
 - ✓ Bacille Gram négatif droits ou incurvés,
 - ✓ Très mobiles,
 - ✓ Oxydase (+),
 - ✓ AAF,
 - ✓ Fermentant le glucose sans production de gaz ni d'H₂S, Hautement pathogènes.

Point de prélèvement	Résultat de moi d'avril	Résultat de moi mai	Norme
Ben bahdel	Absence	Absence	Absence
Station de dessalement	Absence	Absence	
Forage barret	Absence	Absence	
Mélange	Absence	Absence	

Tableau (VI).10 : taux salmonelle dans les eaux des quatre sources durant les mois avril et mai 2015

Les résultats des analyses microbiologiques que nous avons effectuées sur les quatre prélèvements durant les deux mois d'avril et mai 2015, montrent une absence salmonelle.

CONCLUSION GENERALE

L'importance pratique de l'eau est liée tout d'abord à des raisons biologiques intéressant l'ensemble des êtres vivants sur la Terre, la présence de différentes impuretés impose le traitement des eaux.

On admet que l'homme consomme en moyenne 2.5L d'eau par jour pour la boisson et la cuisson des aliments. L'eau mise à la disposition du consommateur dans le réseau de distribution doit être traitée de façon « potable », c.-à-d. répondre à la réglementation en vigueur pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Notre travail réalisé consiste à vérifier la qualité physicochimique et microbiologique des eaux consommées au sein de la ville d'Ain-Temouchent qui est alimentée par différentes sources d'eau, ce qui impose le contrôle de chaque source à part.

Les analyses sont effectuées dans le laboratoire d'analyses des eaux de consommation au niveau de la commune Chaabat Ellahm.

Les échantillons prélevés proviennent de l'eau de la sortie de la station Dzioua, eau de dessalement, eau de barrage Beni Bahdel et eau d'un mélange entre Dzioua, dessalement et Beni Behdel.

Ces échantillons sont prélevés le mois d'avril et le mois de mai

Nous avons effectué des analyses de ces différentes eaux afin de vérifier si la qualité physicochimique et bactériologique de chaque eau se conserve et reste toujours conforme aux normes lorsqu'on les mélange ensemble.

D'après les résultats obtenus, et qui sont conformes aux normes, on déduit que ces différents types d'eau sont de bonne qualité physicochimique et bactériologique et peuvent servir à l'alimentation humaine.

Toute fois nous suggérons qu'à l'avenir des travaux ultérieurs que le temps de prélèvement sera le plus long que possible pour vérifier l'étendue des variations des saisons sur la qualité des eaux et bien sûr sans oublier d'augmenté les points de prélèvements pour inspecter l'état du réseau d'alimentation des eaux potables.

Référence bibliographique

- [1] Algérienne des eaux (A.D.E). Agence Régionale d'Ain t'émouchent, unité de distribution. Ain t'émouchent, document 21 avril 2012.
- [2] Algérienne des eaux (A.D.E). Normes Algérienne. Document officiel 2009.
- [3] ALPHA SIDIKI MAIGA, 2005. Qualité organoleptique de l'eau dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali. P 20.
- [4] ANDRIAMIRADIS L., 2005. Mémento technique de l'eau. 2eme édition: Dégermons. P: 8.
- [5] ARMAND L., 1996. Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P : 37
- [6] BERNE F. et CORDONNIER J., 1991. Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14.
- [7] BONTOUX J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces : qualité et santé, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons. 2eme édition : Cebedoc. P : 81-82-120.
- [8] CARDOT C., 1999. Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus: génie de l'environnement. Edition Elipses. P71
- [9] CODEX STAN et COIN, 1981. La pratique de l'eau : usages domestiques .Collectif et industriel .Édition : Moniteur. Paris : 3-29-326-327.
- [10] COULAIS J .M., 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. Des ateliers.
- [11] DEFRANCESCHI M., 1996. L'eau dans tous ses états. Edition: Ellipses. P: 61.
- [12] DEFRANCHSHI ?1996. l'eau dans tous les états, PP :9,10,65,77,90,94,95,100,101,107.
- [13] DEGREMONT G., 1990. Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2eme édition: Copyright dégrement. P: 129.
- [14] DEGUMENT, 1989. mémento technique de l'eau, 9ème édition technique et documentation Lavoisier, tome II, pp : 1770,1171.
- [15] Document. Algérienne des eaux (A.D.E). Alimentation en eau potable de la wilaya d'Ain t'émouchent, document juillet 2003
- [16] DUPONT A., 1974. Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ». Tome 1. 3eme édition: Eyrolles. Paris .P: 26-28-34-64
- [17] EDBERG R., RACZYNSKI M., PROST J.C. et ELMUR T., 2000. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques et financiers .Oleau, France .P : 5.
- [18] FRANK J. et KEMMER N., 1992. Manuel de l'eau. Édition : Lavoisier. P 3 .102.105.
- [19] FRANÇOIS ANCTIL, 2008. L'eau et ses enjeux. Edition de Boeck. P:134.
- [20] FRIEDLI C., 2002. Chimie générale pour ingénieur. Edition : presse polytechniques.
- [21] GERMAIN L. COLAS. ROQUET.J. 1977. Le traitement des eaux destinées à l'alimentation des chaudières à vapeur, aux circuits de réfrigération et aux réseaux de distribution d'eau industrielles et potables dunod technique, pp :5.

- [22] GOMELLA G. et GUERREE H., 1980. Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Tome 1:La distribution.3eme édition Eyrolles. P:21-22.
- [23] GUIRAUD J.P. ?1999. microbiologie alimentaire, édition dunod, paris, pp : 95
- [24] HASLAY C. et LECELER H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition : Tec et Doc .Lavoisier . Paris : 101-107.
- [25] HUBERT P. et MARIN M., 2001. Quelle eau boirons-nous demain ? Edition: Fabienne Travers. P: 64-124.
- [26] JOFFIN C.ET JOFFIN J.N. ? 2003. Microbiologie, alimentaire, 5éme édition. Pp : 125, 132,134
- [27] KEMMER F., 1984. Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation. P: 95- 96-112.
- [28] KETTAB A., 1992. Traitement des eaux. Les eaux potables. Edition: Office des Publications Universitaires. Alger: 4. P 118-111-123.
- [29] KETTAB A., 2005. De l'eau pour un développement durable. ENP.LRS: EAU
- [30] LUNA B. et KENNETH S., 1972. L'eau. Edition: Time-Life: 1. P: 9-39-110-115.
- [31] MARGAT J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.
- [32] MARSILY G., 1995. L'eau. Edition: Flammarion 128.
- [33] MENS et DEROUANE, 2000. État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.
- [34] MERCIER J. ,2000. Le grand livre de l'eau. Edition: La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.
- [35] OMS (Organisation mondiale de santé), 1998. Protection et amélioration de la qualité de l'eau.2eme édition. Volume 1.Genève:18.
- [36] OUALI M.N., 2001. Traitement des eaux, édition 2-10-4334, pp : 3à 9.
- [37] PERRY J., 1984. Microbiologie: cours et question de révision. Edition Dunod. Paris.
- [38] RODIER J., 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.
- [39] RODIER J., 1999. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7eme édition: Dunod, Paris.
- [40] RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- [8]RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.
- [41] TAUP ENAC, 2006. Physique-chimie. 5eme éditions: Bréal.
- [42] UNICEF, 1999. Manuel sur l'eau. N°2. P : 42-43.

JOURNAUX :

- [43] Journal officiel de la République Algérienne N°35 171998.
- [44] Journal officiel de la République Algérienne N°75 23 mars 2011
- [45] Journal officiel de la République Algérienne N°18

Annexe III.1

	Degré français	Degré anglais	Degré allemand	Degré américain	Milliéqui-valent
Degré français	1	0,700	0,560	0,580	0,200
Degré anglais	1,430	1	0,800	0,820	0,286
Degré allemand	1,790	1,250	1	1,040	0,358
Degré américain	1,720	1,200	0,960	1	0,340
Milliéquivalent	5	3,500	2,800	,9	1

Tableau 1. Correspondance entre les diverses unités étrangères pour le titre hydrométrique (TH).

Elément analysé	Récipient	Conservateur à utiliser	Volume minimum du prélèvement (ml)	Température de conservation en (°C)	Effectuer la mesure avant
Conductivité	P ou V	Mesure in situ de préférence	100	4	48 h (obsc)
Dureté	P ou V	Acide nitrique (q.s.p PH<2)	100	-	1 mois
Nitrates	P ou V	-	100	4	48 h (obsc)
Nitrites	P ou V	-	100	4	24 h (obsc)
Oxygène dissous	Vb	Mesure in situ de préférence	300	4	24 h (obsc)
pH	Vb	Mesure in situ de préférence	-	4	24 h (obsc)
Phosphates	P ou V	-	100	4	48 h (obsc)
Turbidité	P ou V	-	100	4	24 h (obsc)

Tableau 2. Technique de conservation des échantillons d'eau

P (Polyéthylène)

V (Verre)

Vb (Verre borosilicaté généralement bouché émeri)

Obs. (observation)