

N°d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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



Université Djillali Liabés de Sidi Bel Abbès
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences de l'environnement

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Science de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie des milieux naturels

Intitulé du thème :

Qualité de l'eau de consommation de la ville de Sidi Bel Abbès et son impact sur la santé Humaine

Présentée par : **Mr. Chokri BESSAID**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président : Dr LEBID Sara(MCA. UDL Sidi Bel Abbès)

Examineur : Dr ZENAIDI Sara.....(MCA. UDL Sidi Bel Abbès)

Encadreur : Dr BOUGUENAYA Nadia (MCB. UDL Sidi Bel Abbès)

Année universitaire 2020-2021

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....I

Chapitre 1 : Généralités sur l'eau

I.1. Définition de l'eau	01
I.2. Le cycle hydrologique de l'eau	01
1.3. Dynamique du cycle de l'eau.....	02
1.4. Structure de la molécule d'eau	02
1.4.1. Caractéristiques géométriques	02
1.4.2. Composition et structure	03
1.4.2. a) Composition chimique	03
II. Les trois états physiques de l'eau	03
11.1. L'état vapeur	03
11.2. L'état solide	03
11.3. L'état liquide.....	03
III. Propriétés de l'eau	04
III.1.1. Température d'ébullition.....	04
III.1.2. Masse volumique et volume massique	04
III.1.3. Tension superficielle.....	04
III.1.4. Propriétés électriques	04
III.1.5. Viscosité	05
III.2. Propriétés optiques	05
III.3. Propriétés chimiques	05
IV. Biologie de l'Eau	07

V. L'eau siège de la vie microbienne.....	07
*V.I. Estimation de la qualité de l'eau à l'aide des organes aquatiques.....	08
V.2. Phénomènes utiles.....	08
.VI. L'eau et le métabolisme cellulaire	08
VII. Ressource des eaux.....	09
VIII. Ressources en eau dans le monde.....	09
VIII. L'eau en Algérie	10
IX. Eau potable	11
Définition réglementaire	11
Définition médicale	11
X. Différents types d'eau	11
X. 1. Eaux souterraines	11
X. I.I. Nappes profondes	11
X. 1.2. Nappes phréatiques.....	11
X. 1.3. Nappes alluvionnaires.....	11
A. Nappes libres	12
B. Nappes captives	12
X.2. Eaux de surface (rivières, lacs, barrages, réservoirs)	13
X.3. Eau potable	13
X.4. Eau de source.....	13
X.5. Eau minérale naturelle	14
X I. Composition des eaux :.....	14
XI.I. Compositions microbiologiques :.....	14
XI.2. Compositions physico-chimiques :.....	14
XII. Paramètres de la qualité des eaux de consommation humaine :.....	14
XII. 1. Paramètres microbiologiques :.....	14
XII 1. 1. flore microbienne de l'eau.....	14
XII.1.2. Critères Bactériologiques de L'eau	

XII.1.3. Paramètres bactériologiques de l'eau.....	15
XII. 1.3.1. Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes	15
XII.1.3.2. Recherche des coliformes totaux	15
XII.1.3.3. Recherche des Coliformes Thermotolérants	16
XII. 1.3.4. Recherche des streptocoques fécaux (37°C) :.....	16
XII.1.3.5. Recherche de Clostridium sulfito-réducteur	16
XII.2. Paramètres Organoleptiques	16
XII.2.1. Couleur.....	16
XII.2.2. Odeur et saveur	17
XII.3. Paramètres physico-chimiques	17
XII.3.1. Impact de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau	17
XII.3.1.1. La température	17
XII.3.1.2. Le pH	18
XII.3.1.3. Nitrates	18
XII.3.1.4. Nitrites	18
11.3.1.5. Fluorures	18
11.3.1.6. Sodium	18
11-3.1.7. Sulfate	19
11-3-1-8 Calcium	19
11.3.1.9. Chlorures.....	19
11 XII.3.1.10. Potassium.....	20
XII.3.1.11. Magnésium :.....	20
XII.3.1.12. La turbidité.....	20
XII.3.1.13. Solides totaux dissous (TDS).....	20
XII.3.1.14La dureté	20
XII.3.1.15. Le Fer	21
XII.3.1.16. 12 Fluor	21
XII.3.1.17. Phosphate	21

XII.3.1.18. Conductivité électrique	21
XII.3.1.19. Résistivité électrique	21
XII.3. 1.20. Minéralisation globale	22
XIII. Pollution de l'eau	22
XIII.1. Origines des pollutions des eaux	23
XIII.2. Les différents types de pollution des eaux.....	23
XIII.2.1. La pollution domestique	23
-Eaux ménagères qui ont pour origine	23
-Eaux de vannes,.....	23
Eaux domestiques	23
XIII.2.2. La pollution industrielle	23
XIII.2.3. La pollution agricole	24
XIII.2.4. La pollution thermique.....	24
XIII.2.5. La pollution métallique	24
XIII.2.6. La pollution microbiologique	25
XIII.2.7. La pollution par les phosphates.....	25
XIII.2.8. La pollution par les nitrates.....	25
XIII.2.9. La pollution accidentelle	25
XIV. Les critères de pureté et de potabilité de l'eau	26
XV. Procédés de traitement des eaux brutes	26
XV. 1. Etapes de traitement	26
XV. I.I. Prétraitement	26
XV.1.1.1. Dégrillage	27
XV. 1.1.2. Déshuilage	27
XV. 1.2. Traitement physico-chimique	27
XV. 1.2.1. Coagulation et Flocculation	27
XV.1.2.2. Décantation	27
XV. 1.2.3. Filtration	28

XV. 1.2.4. Désinfection	28
XV. 1.3. Etapes de traitement des eaux brutes.....	29

Chapitre 2 : Présentation de la zone d'étude

I. Contexte géographique :.....	30
I. 1. Présentation géographique.....	30
1.2. Situation démographique.....	32
1.3. Situation géomorphologies.....	32
1.3.1. Les zones de montagnes.....	32
1.3.2. Les zones de plaine.....	32
1.3.3. Les zones de steppe.....	32
II. Contexte climatologique.....	33
II.1. Etude des précipitations.....	34
II.2. Etude de la température.....	35
II.3. L'humidité.....	36
II.4. Gelées.....	37
III. Alimentation en eaux potable de la ville de Sidi Bel Abbas.....	37
III. 1. Les eaux superficielles.....	38
III.2. Les eaux du barrage.....	38
III.3. Les eaux de sources :.....	39
III.3.1. Source Ain Skhouna.....	41
III.4. Les forages.....	41
III.5. Les eaux souterraines.....	41
IV. Situation Hydrographie.....	41
V.1. Potentiel hydrique d'a ville de Sidi Bel Abbas.....	42
V.1.1. L'algérienne des Eaux : ADE.....	42
V.2.La direction d'hydraulique de la wilaya : DHW.....	43
V.3.L'Office National d'Assainissement : ONA.....	43

Chapitre 3 : Les maladies à transmission hydriques « MTH » Conséquences sur la santé Humaine

Introduction

I. Les maladies à transmission hydrique	45
I.1. Les maladies d'origine bactérienne	46
I.1.1. Le choléra	
I.1.2. La fièvre typhoïde.....	47
I.1.3. La gastro-entérite.....	47
I.1.4. La dysenterie.....	48
I.2. Les maladies d'origine virale	49
I.2-1-L'hépatite A	49
I.2-2. La poliomyélite	49
I.3. Les maladies d'origine parasitaire.....	50
I.3.1. La bilharziose	50
1.3.2. L'onchocercose.....	50
1.3.3. Le plasmodium.....	50
I.4- Maladies diarrhéiques d'origine parasitaire	50
I.4-1- Les protozoaires	50
I.4-2- Giardia (Giardia lamblia)	51
I.4-3- Cryptosporidium Parvum	51
I.4-4- Les helminthes	51
I.4-5- Les virus	51
II. Les risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau	52
III. Gestion des risques hydriques	53
IV. Evaluation des risques hydriques	53
IV.1 L-Evaluation des risques chimiques	53
IV.2-1- Les indicateurs de contamination	54
IV.2-2- Les indicateurs d'efficacité de traitement	54
V. Comment peut-on gérer un risque majeur en santé publique	55
V.I. La santé	55
V 1.2. Le concept de santé publique	55

V.I.3. Définitions de la santé publique	55
V.I.5. Exemples de programmes	56
V.2. La prévention va cibler les maladies les plus fréquentes et graves	57
V.2.1. Cas des maladies à transmission hydrique	57
V.2.2. Déclaration « des « Maladies à déclaration obligatoire »	57
VI. Mesures préventives pour disposer d'une eau de boisson de bonne qualité	57
VII. Les MTH dans la wilaya de sidi bel abbes	58

Deuxième partie : Etude expérimentale

Chapitre 4 : Matériels et Méthodes

I. Introduction.....	61
I.1 But du Travail.....	61
I.2 Protocole d'activité.....	61
I.3 Equipement, Appareillage & Verrerie utilisés.....	62
II. Opération d'échantillonnage	62
II. 1 Prélèvement des échantillons	62
III. Méthodes d'Analyses	64
III.1 Analyses microbiologiques	65
III.2 Analyses PHYSICO-CHIMIQUES.....	70
III.3 Contrôle des paramètres organoleptiques.....	75
IV Contrôle des paramètres de Pollution.....	76
V. Tests physico-chimiques.....	77
V.1 Dosages volumétriques.....	77
V .1.1 Détermination de la dureté totale "TH"	77
V .1.2 Détermination Calcium.....	78
V .1.3 Détermination Magnésium	79
V .1.4 Détermination d'alcalinité TA-TAC.....	79
V .1.5 Détermination Chlorures	80
V .1.6 Détermination Sulfates	81
V .1.7 Détermination Phosphates	82
V.2 Dosages Colorimétriques spectrophotomètre UV/Visible	84
V.2 .1 Détermination de Nitrates "NO ₃ ⁻ "	85
V.2 .2 Détermination de Nitrates "NO ₂ ⁻ "	85
V.2 .3 Détermination de l'ion ammonium "NH ₄ ".....	85

V.2.4 Dosages des Métaux par photométrie de flamme	86
VI. Bilan Analytique	87
Tableau A : Paramètres organoleptiques.....	87
Tableau B : Paramètres Physico-chimiques.....	87
B .1 Caractéristiques physico-chimiques.....	87
B .2 Minéralisation globale.....	88
B .3 Paramètres de pollution.....	88
Tableau C Paramètres Bactériologiques	89
VI. Résultats d'analyses.....	90
VI. 1 Tableau : Bulletin d'analyses organoleptiques.....	90
VI. 2 Tableau : Bulletin d'analyses physico-chimiques.....	90

VII. Résultats & Discussions

VI. 1 Expression des Résultats d'analyses :

VI. 2 Illustration Graphique Par des histogrammes.

VI. 1.1 Résultats Physico-chimique.....90-103

VI.1.2 Résultats bactériologiques.....103

Conclusion105

Références bibliographiques

Remerciements

Je tiens à remercier d'abord Mme N. Bouguenaya, ma promotrice d'avoir accepté de m'encadrer ainsi pour son suivi afin de mener à terme la réalisation de ce mémoire.

Je remercie chaleureusement l'ensemble du personnel de laboratoire de l'unité ADE, particulièrement madame Bellagoun et monsieur Sid Ahmed pour leurs conseils et orientations.

*Je tiens à remercier aussi Dr LEBID Sara M.C.A à l'université Djillali Liabes SBA, d'accepter de présider le jury d'évaluation de ce travail.
Aussi mon remerciement s'adresse à Mme ZENAIDI Sara, MAA à l'université Djillali Liabes SBA, d'examiner ce mémoire, avec tous mes respects à mes enseignantes.*

Mes remerciements s'adressent également à tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation durant mon cursus scolaire et universitaire.

A toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, trouve ici ma reconnaissance ainsi ma sincère sympathie et ma grande estime.

Sincèrement votre

Chokri BESSAID

DÉDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon père Othman, ma mère Salima pour leurs encouragements.

A toute ma famille d'abord à mes chers défunts grands- parents Boufeldja, Kheira et Tayeb Berrani.

A ma grand-mère Khadîdja, mes sœurs ainsi qu'à mes neveux et nièces Khouloud, Amina, Anes, Mohamed Ilyas sans oublier la petite adorable Bochra

A mes collègues et amis en général.

Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour des usages multiples, il est nécessaire de contrôler et de maintenir la qualité de l'eau pour la santé et la protection du consommateur.

Pour évaluer la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans la région de Sidi Bel Abbés, située au nord-ouest de l'Algérie, une analyse physique, chimique et bactériologique a été menée, axé sur des échantillons d'eau du barrage de Sidi Abdali et la source d'Ain Skhouna.

Ces deux sources d'approvisionnement en eau, collectées, mélangées, traitées et stockées dans les réservoirs " RV-8000 " au niveau de l'unité ADE, avant sa distribution pour l'alimentation de l'agglomération de la ville de SBA.

Le travail réalisé en parallèle au niveau du laboratoire de l'unité ADE, a été basé sur deux aspects à savoir :

-Un aspect analytique renfermant un ensemble de paramètres notamment, physico-chimiques et bactériologiques ;

- Un aspect hygiène et santé pour déterminer les conséquences sur la santé publique en cas d'éventuelle pollution ou autres afin d'éviter, probablement tout risque lié à une quelconque maladie à transmission hydrique.

En effet l'examen bactériologique et le contrôle physico-chimique effectués, ont bien montré, une parfaite qualité sans toute fois enregistrer une quelconque anomalie ou un doute pour la potabilité avec absence totale des germes pathogènes ou autres formes de bactéries, et par conséquent une absence de risque de MTH.

Mots clés : eau potable, source d'Ain Skhouna, barrage de Sidi Abdali, Maladie à transmission hydrique, Sidi bel abbés.

ملخص

تعتبر المياه من الموارد الطبيعية الثمينة والأساسية للاستخدامات المتعددة، فمن الضروري التحكم في جودة المياه والمحافظة عليها من أجل صحة المستهلك وحمايته

لتقييم نوعية المياه المعدة للاستهلاك الآدمي في منطقة سيدي بلعباس الواقعة شمال غرب الجزائر، تم إجراء تحليل فيزيائي وكيميائي وبكتريولوجي، تركز على عينات المياه من سد سيدي العبدلي والمصدر. عين السخونة

على " RV-8000 " هذان المصدران لتوريد المياه، يتم تجميعهما وخلطهما ومعالجتهما وتخزينهما في الخزانات Ade ، قبل توزيعها لتزويد تكتل مدينة sba مستوى وحدة

تم تنفيذ العمل بالتوازي على مستوى المختبر للتعليم على جانبين هما

جانب تحليلي يحتوي على مجموعة من العوامل على وجه الخصوص ، الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجي ؛ -

جانب من جوانب النظافة والصحة لتحديد العواقب على الصحة العامة في حالة التلوث المحتمل أو غيره من أجل -
تجنب ، وربما أي مخاطر مرتبطة بأي مرض تنقله المياه

في الواقع، أظهر الفحص البكتريولوجي والرقابة الفيزيائية الكيميائية التي تم إجراؤها بوضوح جودة مثالية دون تسجيل أي MTH شذوذ أو شك في قابلية الشرب مع الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض أو أشكال أخرى من البكتيريا ، وبالتالي عدم وجود مخاطر من

كلمات مفتاحية: مياه الشرب ، منبع عين الصخونة ، سد سيدي العبدلي ، الأمراض المنقولة بالماء ، سيدي بلعباس

SUMMARY

Water is a precious and essential natural resource for multiple uses, it is necessary to control and maintain the quality of water for health and consumer protection.

To assess the quality of water intended for human consumption in the region of Sidi Bel Abbes, located in the north-west of Algeria, a physical, chemical and bacteriological analysis was carried out, focused on water samples from the Sidi Abdali dam and the source of Ain Skhouana.

these two sources of water supply, collected, mixed, treated and stored in the tanks "RV-8000" at the level of the ADE unit, before its distribution for the supply of the agglomeration of the city of SBA.

The work carried out in parallel at the laboratory level of the ADE unit was based on two aspects, namely:

- An analytical aspect containing a set of parameters in particular, physicochemical and bacteriological;

- A hygiene and health aspect to determine the consequences on public health in the event of possible pollution or others in order to avoid, probably any risk associated with any water-borne disease.

Indeed, the bacteriological examination and the physico-chemical control carried out, have clearly shown, a perfect quality without however registering any anomaly or a doubt for the potability with total absence of pathogenic germs or other forms of bacteria, and consequently an absence of risk of MTH.

Keywords: drinking water, source of Ain Skhouana, Sidi Abdali dam, waterborne disease, Sidi bel Abbes.

INTRODUCTION

L'eau, un capital précieux, un élément essentiel dans la vie, c'est aussi un instrument vital, elle rentre dans diverses fonctions physiologiques, dans les conditions générales d'assainissement **ethygiene**, dans l'agriculture en irrigation des plantes et végétations ainsi dans diverses utilisations industrielles; Bref! sans l'eaux, la vie sur terre n'aurait jamais existée..... وجعلنا من الماء كل شيء حي

Autant protégeons cette noble source qui est : l'eau et préservons la pour les générations futures..... (John&Donald2010- OMS 2005)

L'eau destinée à consommation humaine présente parfois des inconvénients quant à sa qualité douteuse en cas de pollution et engendre souvent des problèmes de santé, liés aux maladies à transmission hydrique comme les diarrhées jusqu'au choléra etc. chez certaines gens, certainement des milliers de populations, inconscients, particulièrement dans les pays sous-développés ne respectant nullement les règles préliminaires d'hygiène et subissent ce genre de crise, qui nécessite un traitement au préalable , aussi bien pour les patients atteints ,que pour les ressources d'eau, nous devons alors tous veiller sur la qualité d'eau potable avant usage et sans risques

En Algérie, les eaux de surface sont les principales sources d'approvisionnement en eau potable, ainsi en bonne parties complémentaires, tournent plutôt vers les nappes phréatiques et du genre qui renferment un volume important en eau et exploitable..... Toutefois, certaines régions de notre pays, enregistrent un taux de pollution important, et engendre des endommagements par l'intrusion d'eau saline, ce qui provoque une surexploitation de couches aquifères, et par conséquent baisse la quantité suffisante et rendant l'eau menacée en quantité et qualité à la fois. (Chekroud, 2007 in Remini , 2010)

En ce temps, la qualité d'eau, cette ressource onéreuse est devenue une préoccupation, majeure tant sur la santé des êtres vivants qu'à l'environnement entier et en général pour une bonne gestion et avec une utilisation rationnelle, particulièrement en industrie qui ne cesse d'accroître diversifie ses procédés.

Un sujet d'actualité dans le monde, devient plus que jamais un domaine fort intéressant à débattre, dont on a choisi notre sujet de travail.

Afin d'appréhender et de rendre distinct notre cadre d'étude qui s'intitule (**Qualité de l'eau de consommation de la ville de Sidi Bel Abbes et son impact sur la santé Humaine**), nous avons tenté d'expliquer notre problématique dans un contexte bibliographique, cette partie est divisée en trois chapitres que nous présentons comme suit :

- Chapitre 1 : généralités sur l'eau
- Chapitre 2 : la présentation de la zone d'étude
- Chapitre 3 : les maladies à transmission hydrique et impact sur la santé
- Une deuxième partie pratique a été consacrée à la présentation des matériels et méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques liée d'un chapitre détaillé pour la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, et on termine par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Généralités sur l'eau

I.1. Définition de l'eau :

L'eau, c'est la vie (THIELBORGER, 2014). Existe dans toutes les traditions et religions Dans le monde, l'eau est l'élément de base du patrimoine culturel humain, à travers Mythes et symboles. Ces choses liées à l'eau tournent autour de la création de la forme de la terre, un Naissance, vie, renouveau et mort. Science, art ou même civilisation C'est impensable sans eau (OLIVAUX, 2007). L'eau accompagne la vie humaine. C'est le cœur de notre pratique sociale, Économie et santé ; l'eau est au cœur de la biologie et de l'environnement Civilisation humaine (Olivo, 2007). "H₂O" est la formule chimique de cette molécule, elle est constituée de deux atomes De l'hydrogène et un atome d'oxygène.

I.2. Le cycle hydrologique de l'eau

Le volume d'eau total de l'hydrosphère n'a pas changé depuis de nombreuses années, il est toujours resté le même Constante : l'eau s'évapore, forme de la vapeur d'eau, devient pluie, va Nourrir l'océan, l'océan et les eaux souterraines. On peut appliquer au cycle de l'eau le célèbre dicton de Lavoisier "Pas de perte, pas de création, tout change". Au cours du cycle, l'eau change d'état, passant d'un état gazeux à un état liquide ou solide. Cependant, sa masse globale n'a pas changé au cours des trois milliards d'années depuis sa première apparition sur Terre. Dans l'atmosphère, l'eau existe principalement à l'état de vapeur. Puis sous l'action du refroidissement, l'eau passe de vapeur à liquide. Cette eau liquide pénètre dans les nuages puis dans les précipitations. Une fois que l'eau atteint le sol, sa circulation se fera de manière sensiblement liquide. Seule une petite partie de cette eau se déplace, La grande majorité est stockée dans les eaux souterraines. Une partie de l'eau est utilisée par les plantes et le reste est rejeté dans les rivières ou les nappes phréatiques. Les racines des plantes absorbent l'eau puis s'évaporent grâce au système de transpiration des feuilles. Cette transpiration forme de la vapeur d'eau de la même manière, et les lacs et les océans évaporent une partie de l'eau. (Alan Morrel, 2006). La somme de l'évaporation, soit 500 000 km³/an, est toujours égale à la somme des précipitations. Cependant, sur le continent, les précipitations sont supérieures de 40 000 km³/an/an à l'évaporation. Sur l'océan, équilibrez le cycle de l'eau. Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qu'il émet. En fait, c'est cette dernière qui provoque le changement d'état de l'eau : la formation et la fonte de la glace, ou l'évaporation de l'eau et sa remontée dans l'atmosphère. (Alan Morrel, 2006).

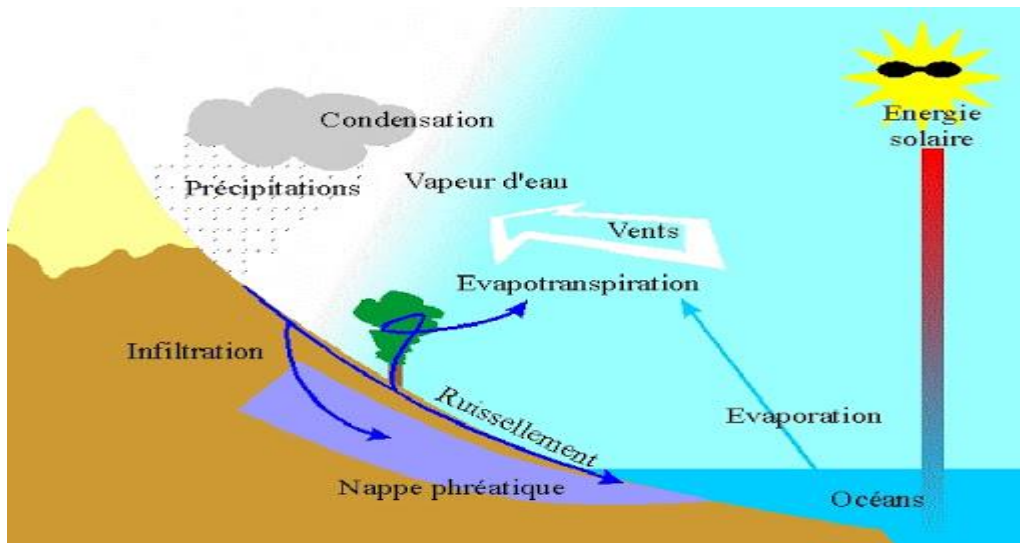


Figure n°01 : Cycle de l'eau (www.ecosociosystemes.fr).site web

1.3. Dynamique du cycle de l'eau :

En moyenne, en un an et globalement, 65% des précipitations atteignant la terre s'évapore, 24% sont perdues et 11% s'infiltrent. Le cycle de l'eau est statique, c'est-à-dire que toute perte d'eau dans l'une ou l'autre partie, l'atmosphère ou la terre, peut être compensée par l'augmentation de l'eau dans une autre partie (OPOCE, 2001)

1.4. Structure de la molécule d'eau :

La composition chimique et la masse molaire de l'eau ne peuvent expliquer ses propriétés spécifiques

1.4.1. Caractéristiques géométriques :

- Molécule H₂O est coudée.
- Angle de valence de 105,45°
- Distance interatomique H-O=0,958Å

La différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène donne aux molécules d'eau un moment dipolaire de Debye (gaz) et de 3,0 Debye (liquide). (Mohand Valli ; 2001).

1.4.2. Composition et structure :

1.4.2. a) Composition chimique :

L'eau est un composé constitué d'oxygène et d'hydrogène. Ce dernier existe sous trois formes, à savoir :

H : Hydrogène principalement et deux autres isotopes D2 : Deutérium & Tritium

. Il s'agit donc d'un mélange des trois molécules H₂O, D₂O et HDO. H₂O constitue la plus grande partie du mélange (> 99,99%). L'eau lourde D₂O est 1/5500. (Mohand Valli. 2001)

II. Les trois états physiques de l'eau :

L'eau peut être sous trois états ou phases physiques : solide (glace), liquide (eau elle-même) et gazeuse (vapeur d'eau)

11.1. L'état vapeur :

Elle est préparée à 1000°C sous pression atmosphérique ; les molécules sont relativement indépendantes et correspondent au modèle angulaire

11.2. L'état solide :

Il est obtenu à pression atmosphérique inférieure à 0°C : les molécules sont disposées en tétraèdre, l'une est une molécule d'eau au centre, et les quatre autres sont disposées le long des quatre sommets d'un tétraèdre régulier. Le réseau cristallin résultant est hexagonal, les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogène et chaque atome d'hydrogène de la molécule d'eau est lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine. (Mohand Valli. 2001).

11.3. L'état liquide :

Pendant le processus de fonte de la glace, les liaisons hydrogène sont rompues, les cristaux s'effondrent, les molécules se rapprochent les unes des autres et la densité augmente jusqu'à la valeur maximale correspondant à la température de 40C dans l'atmosphère I. La densité de l'eau liquide < la densité de la glace.

III. Propriétés de l'eau :**111.1. Propriétés physiques de l'eau :**

La polarité des molécules d'eau et la possibilité de liaison par liaisons hydrogène sont à l'origine de plusieurs anomalies des propriétés physiques

III.1.1. Température d'ébullition :

Elle est exceptionnellement plus élevée que les composés hydrogénés du même ordre de poids moléculaire. Cette anomalie est due à l'existence de liaisons hydrogène intermoléculaires en phase liquide. (Mohand Valli. 2001)

III.1.2. Masse volumique et volume massique :

La masse volumique de l'eau est maximale à la température de 40C (1,000.000) alors qu'en phase solide elle n'est que de 0,88.

Tableau n° 01 : Masse volumique et volume massique de l'eau.

T° C	40° C	15° C	20° C
Masse volumique (g/cm³)	1.000.000	0,999 160	0,998 259
Volume massique (cm³/g)	1.000.000	1.000.841	1.001 744

III.1.3. Tension superficielle :

Il caractérise les caractéristiques de l'interface (la surface limite les deux phases). Elle est définie comme la tension exercée sur la surface d'un liquide en réduisant toujours autant que possible l'étendue de la surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température et l'ajout de sels dissous augmente généralement la tension superficielle. Il existe d'autres institutions qui peuvent la réduire, on les appelle tensioactifs (par exemple : détergent) (Boubekeur, H. 2013)

III.1.4. Propriétés électriques :

*constante di électrique= 80-très élevée.

*pouvoir ionisant très important.

*conductivité électrique : $K=4,2 \cdot 10^{-6}$ siemens par mètre à 20 °C correspondant à une résistivité de 13,8 mégohms.cm. Cette propriété est utilisée pour le contrôle de la qualité de l'eau. Cette conductivité très faible. Mais jamais nulle de l'eau n'est expliquée par l'autodissociation



III.1.5. Viscosité :

C'est un paramètre important dans le traitement de l'eau, et il est défini comme "la résistance d'un liquide contre le déplacement d'une couche par rapport à une autre". On parle souvent de friction interne. Lorsque la température augmente, la viscosité diminue, la manipulation devient plus facile, les opérations de sédimentation et de dégazage sont plus rapides, et la présence de sels dissous augmente la viscosité car le degré d'association augmente (MOHAND SAID OUALI ; 2001).

III.2. Propriétés optiques :

La transparence de l'eau est fonction de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse.

*l'eau est transparente aux UV.

*opaque aux IR (vers 4000cm^{-1}).

*absorbe le rouge dans le visible, ce qui explique la couleur bleue de l'eau.

Les propriétés optiques sont très utilisées dans le contrôle de l'efficacité des traitements d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution. (MOHAND SAIT OUALI 2001).

III.3. Propriétés chimiques :

L'eau est un excellent solvant, elle est donc facilement contaminée. Le processus de décomposition du matériau est la destruction de sa cohésion interne. La cohésion est due à la force : * Entre atomes : liaisons chimiques fortes (liaisons covalentes, liaisons électrovalentes ou liaisons ioniques). * Intermoléculaire : liaisons cohésives entre molécules (type liaison hydrogène et liaison van der Waals). La solubilité des gaz, des liquides et des solides est la principale cause de pollution de l'eau.

111.3.1. Solutions :

Une solution est une phase liquide ou solide. En plus d'une grande quantité d'une substance appelée solvant, elle contient également d'autres substances appelées solutés. (M. Ouardi Djelloul, et al 2015)

Une solution est constituée :

*d'un solvant ou milieu dispersif.

*de solutés ou substances dispersées.

111.3.2. Solubilité : La solubilité est définie comme la concentration maximale de soluté pouvant exister dans une solution

Cas des liquides :

La solubilité d'un liquide dans l'eau augmente avec sa polarité. Les molécules à groupements polaires très forts (alcools, amines, etc.) seront très solubles. La solubilité ou la miscibilité peut être partielle et dépend de la température (par exemple : phénol). Les liquides IRS insolubles dans l'eau forment des émulsions lorsqu'ils sont fortement dispersés. (Mohand Valli ; 2001).

* État solide : Selon la taille et la charge du solide, on peut distinguer différents types de solutions et de suspensions.

*Solution vraie ou moléculaire : (système monophasique).

* Solution cristalline : le soluté est une molécule de petite taille > 1 nm, qu'il soit ionisé ou non. * Solution macromoléculaire : un soluté est une particule supérieure à 1 nm, qu'elle soit ionisée ou non.

* Système de suspension colloïdale à deux phases). -Les particules dispersées d'une taille comprise entre 10 nm et 20 microns sont des amas d'atomes ou de molécules

*Les Suspensions : (systèmes à deux phases).

Les particules dispersées sont visibles au microscope.

L'addition de certain corps facilite ou favorise la solvataion ou le mouillage, ces corps sont appelés.

- * Solubilisant pour les solutions vraies.
- * Peptisants pour les solutions colloïdales.
- * émulsionnants pour les émulsions.
- * Stabilisant pour les suspensions Agent de mouillage pour faciliter les phénomènes de surface. (M.Ouardi Djelloul, et al. 2015).

IV. Biologie de l'Eau :

L'eau, l'oxygène et le gaz carbonique contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants.

L'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants, pour l'homme

On cite les pourcentages suivants

*Embryon de 2 mois : 97 % . * Embryon de 5 mois : 85 % *Nouveau-né : 66-74%.

*Embryon de 9 mois : 74 % * Adulte :58 -67 %

L'eau compose la plus grande partie de nos aliments

Concombre : 97 % ; poire : 85% ; Œuf : 74%. Lait : 92% • Morue :82% Poulet 72%

Pomme de terre : 780%; sole 79 % (BARRAQUE ; 2004).

V. L'eau siège de la vie microbienne :

Dans le monde biologique général, en particulier dans l'eau, les microorganismes unicellulaires sont un maillon essentiel de la chaîne alimentaire. Ils participent activement au recyclage des éléments naturels, sans eux, la vie cesserait. Les multiples usages de l'eau par l'homme provoquent la même proportion de pollution. La présence de certains dans les eaux contaminées en fait un vecteur de maladies graves qu'il a identifiées et contre lesquelles il lutte. (M. Ouardi Djelloul, et al. 2015). Ces micro-organismes sont appelés agents pathogènes. Par rapport aux micro-organismes bénéfiques, le nombre d'agents pathogènes est très faible.

Les organismes aquatiques peuvent être utilisés comme témoins de la capacité de l'eau à maintenir la vie. Ils sont en effet des réactifs infiniment complexes capables de détecter un plus grand nombre d'anomalies qu'un simple réactif chimique. Par leur présence ou leur

absence, leur comportement ou leur mort, ils pourront nous renseigner sur une qualité de l'eau beaucoup plus globale. (M. Ouardi Djelloul, et al.2015).

***V.I. Estimation de la qualité de l'eau à l'aide des organes aquatiques :**

Les tests de toxicité permettent de détecter la présence d'éléments toxiques dans l'eau en étudiant la mortalité : la croissance de matières biologiques ou les changements de comportement.

Les tests de fertilité mesurent la capacité de l'eau à permettre aux organismes de proliférer (augmenter le nombre d'individus). Ils peuvent démontrer la fertilité potentielle des écosystèmes aquatiques. En d'autres termes, ils ont la capacité de développer la biomasse phytoplanctonique.

L'indice biologique est basé sur des macro-invertébrés collectés directement dans la nature. Ils prouvent l'état fonctionnel et la qualité des écosystèmes aquatiques. Par rapport à l'analyse physique et chimique, ils présentent deux avantages. (MOHAND SAID OUALI 2001).

V.2. Phénomènes utiles :

Autoépuration : Après le rejet des eaux usées dans la rivière, des phénomènes biologiques peuvent éliminer la pollution organique.

Traitement biologique de l'eau : En raison des conditions favorables créées par les humains pour eux, les organismes peuvent également proliférer. La purification biologique aérobie des eaux usées comprend le développement de bactéries dans la première étape. Ces bactéries s'accumulent en films minces ou en flocons, et retiennent les polluants organiques par action physique et chimique et s'en nourrissent dans la deuxième étape. Nous le faisons généralement par précipitation. La boue formée est séparée, elle est purifiée par biodégradation (MOHAND SAID Ouali ; 2001)

VI. L'eau et le métabolisme cellulaire

Les cellules vont chercher les substances nécessaires au maintien de leurs activités dans le milieu extérieur dans lequel elles vivent. Certaines cellules peuvent convertir thermiquement l'eau, le dioxyde de carbone et les sels minéraux. La matière complexe dans leurs propres énormes molécules. Elles obtiennent l'énergie nécessaire du milieu extérieur (énergie lumineuse ou énergie chimique produite par la dégradation de certains radicaux libres

minéraux) sont des cellules autotrophes (cellules phototrophes et cellules nutritives chimiques), parmi lesquelles on peut citer les plantes vertes et diverses bactéries (MOHAND SAID OUALI; 2001).

Au contraire, d'autres personnes ne peuvent pas synthétiser tous les facteurs de croissance, utiliser les nutriments qu'ils décomposent et les « oxyder » en matériaux plus simples par exotherme : l'énergie libérée sera utilisée pour les besoins des cellules (croissance, mouvement, reproduction). Ces cellules dites hétérotrophes forment le cas des animaux, des champignons, des bactéries et des virus. Le métabolisme fait référence à toutes sortes de réactions énergétiques : lorsqu'une réserve se forme, le nom d'anabolisme est retenu, et lorsqu'il y a dommage, le nom de catabolisme est retenu ;

VII. Ressource des eaux :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer.

Le total des ressources : 2.109 km³ dont 97 % en Mer et Océans... Donc reste 3% qui se trouvent ailleurs et qui est de l'eau principalement non salée dans ces 3% il y a : 18 % d'eaux d'eau profondes inexploitable.

- 77 % de glaces.
- 5 % autres constitué
- 3.5 % dans les êtres vivants
- 1 % dans les rivières
- 5.5 % dans l'atmosphère
- 20% eaux souterraines superficielles
- 30% lacs salés
- 40 % lacs eaux douces (PAPA. M, 2000).

VIII. Ressources en eau dans le monde :

Près de 97 % de l'eau sur terre (figure 2) existe sous forme d'eau de mer. Sur les 3 % restants, seuls 0,4 % peuvent être utilisés comme eau douce disponible pour répondre aux besoins en eau potable et aux activités ménagères. Mais avec l'augmentation des sources de pollution :

industrie, agriculture et vie, cette dégradation de la qualité de l'eau douce s'est accentuée d'année en année (Nebel et Wright, 1996 Ndounla, 2007).

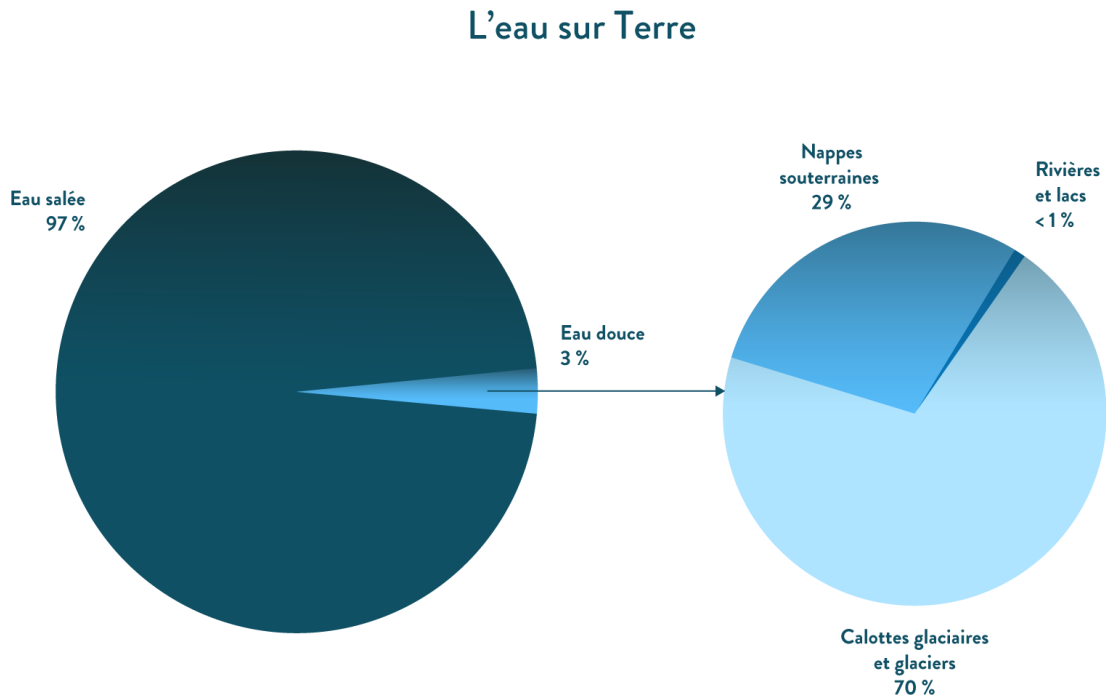


Figure n° 02 : Répartition des ressources en eau dans le monde (www.schoolmouv.fr)

VIII. L'eau en Algérie :

L'Algérie est un pays semi-aride et aride, les ressources en eau sont généralement faibles, surtout dans les zones extrêmement irrégulières et localisées. -Dans le désert du Sahara, le lit asséché de la rivière cache des nappes phréatiques souvent saumâtres : Ghir, M'zab, Sauura, etc. Sinon, ils sont profonds, semi-fossiles ou fossiles et sont rarement utilisés. -Dans le nord de l'Algérie, l'apport principal provient du ruissellement après précipitations. La rivière asséchée se caractérise par un lit de rivière aux limites floues parcouru par un ruissellement pendant des mois voire des années. Soudain, en peu de temps, il roule à 5000 m³/sec, provoquant des inondations dévastatrices. En effet, ils augmentent progressivement d'ouest en est, et ont touché successivement les monts de Tlemcen, le versant nord de l'Ursenis, le massif de Kabili, le nord de Constantine, et enfin le massif de l'ARRUS (ARRUS)., 1985).

IX. Eau potable :

La définition de l'eau potable est fondée sur des normes établies par règlement. Cette dernière varie d'une communauté économique ou d'un pays à l'autre, et évolue. (Olivo, 2007). Selon certaines normes, l'eau potable est une eau inoffensive pour la santé. En fait, rappelez-vous que l'eau potable a deux définitions, l'une est la définition réglementaire et l'autre est la définition médicale.

Définition réglementaire : eau potable et eau conforme aux normes réglementaires. Dans cette optique, l'eau du robinet et l'eau minérale en bouteille sont généralement potables sauf en cas d'accident.

Définition médicale : eau potable et eau qui ne vous rendra pas malade, même à long terme. D'un point de vue médical, l'eau du robinet et l'eau minérale en bouteille ne sont pas potables, mais il existe quelques exceptions (OLIVAUX, 2007).

X. Différents types d'eau :

X. 1. Eaux souterraines :

Les eaux souterraines représentent 20% des ressources en eau, environ 1 milliard de mètres cubes, et sa source est l'accumulation d'infiltrations dans le sol, qui varie avec la porosité du sol et la structure géologique. Ils ont généralement d'excellentes qualités physico-chimiques et bactériennes, et s'agrègent en morceaux, il en existe plusieurs types (RODIER. J, 1997).

X. I.I. Nappes profondes :

Des forages ou des puits peuvent être utilisés pour fournir de l'eau naturellement disponible (source), à condition qu'ils puissent empêcher la pénétration en surface (RODIER. J, 1997).

X. 1.2. Nappes phréatiques :

Ils sont généralement utilisés en milieu rural par forage de puits, mais l'eau qui les compose ne traverse qu'une épaisseur limitée de terrain. Filtration insuffisante, la nappe phréatique est souvent polluée (BENRAIS ; 1995).

X. 1.3. Nappes alluvionnaires :

Ce sont les eaux circulant dans les couches alluviales des grandes vallées fluviales, qui peuvent alimenter en eau la nappe phréatique située au niveau des berges de la vallée fluviale.

Cependant, il existe une possibilité de contamination causée par une pénétration en surface (RODIER. J, 1996).

Les nappes d'eau souterraines peuvent se présenter en deux types, qui sont

A. Nappes libres :

Elles sont directement alimentées par infiltration des eaux de ruissellement, donc elles sont très sensibles à la pollution de surface (MOKEDDEM.et al, 2005).

B. Nappes captives :

Elles sont séparées de la surface du sol par une couche imperméable. Elles ne sont pas alimentées directement par le sol. Par conséquence elles ne sont pas sensibles aux pollutions de surface (RODIER. J, 1996).

Tableau n°2 : Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines

Caractéristique	Eau de surface	Eau souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable parfois élevée	Faible ou nul
Couleur	Liée surtout aux MES sauf MES sauf Dans les eaux très douces et Acides	Liée surtout aux matières en Solutions (acides humiques) Minéralisé
Minéralisé globale	Variable en fonction des Terrains, des précipitations	Sensiblement constante en Générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe²⁺ et Mn²⁺	Généralement absent, saufen profondeur des pièces d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présente
C02 agressif	La plus souvent au voisinage de la saturation	Absent la plupart de temps
H₂S	Généralement présente	Souvent présent
NH₄⁺	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne

O2 dissous	La plus souvent au voisinage de la saturation	Absent la plupart du temps
Nitrate, Nitrite, Silice	Peu abondant en générale	
Micro polluant minéraux et organique	Présent dans les eaux de pays développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Éléments vivants Eaux polluées	Bactérie (dont certain pathogène) virus, plancton (Animale et végétale)	Fero bactérie fréquents

X.2. Eaux de surface(rivières, lacs, barrages, réservoirs) : Ils sont très largement utilisés car ils sont les seuls à pouvoir apporter une quantité considérable. Mais il sera inévitablement pollué par les eaux de ruissellement et les eaux usées. L'eau courante peut transporter des micro-organismes sur de longues distances, ce qui peut provoquer des épidémies généralisées. (BENRICE; 1995).

X.3. Eau potable : C'est de l'eau qui peut être bue sans nuire à la santé. Ainsi, le fait que l'eau soit conforme à la norme ne signifie pas qu'elle est exempte de polluants, mais que sa concentration est considérée comme suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé des consommateurs. Selon ces normes, l'eau potable doit être exempte de bactéries pathogènes (bactéries, virus) et de parasites. Il ne doit contenir que certains produits chimiques en quantités limitées. (GHOMRI, F. 2009)

Au contraire, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire, comme les oligo-éléments (éléments minéraux) nécessaires à l'organisme humain. L'eau potable doit aussi être agréable : elle doit être claire, sentir bon et avoir bon goût. (ONEP, 1991).

X.4. Eau de source : L'eau de source provient de l'eau de source ou de puits, ce qui peut empêcher la pollution. À l'exception de certaines eaux gazeuses additionnées de dioxyde de carbone, elles ne peuvent en aucun cas être traitées. La différence entre l'eau de source et l'eau minérale naturelle est qu'elle doit répondre aux normes d'eau potable, qu'elle n'a pas besoin d'avoir une composition minérale constante et caractéristique, et qu'elle ne peut prétendre être bénéfique pour la santé (GHOMRI. F, 2009)

X.5. Eau minérale naturelle : L'eau minérale est de l'eau du sol. Elle est naturellement pure et a une composition physique et chimique constante. Elle contient des minéraux, du sel, du gaz et des boues, ce qui peut favoriser efficacement la santé. (Saga Science, 2008).

X I. Composition des eaux :

XI.I. Compositions microbiologiques :

En eau douce, une faune relativement diversifiée peut se former, principalement composée de microbiote bactérien, de protozoaires, de métazoaires, de diatomées et de champignons. La prolifération des micro-organismes dans l'eau dépend de paramètres physiques et chimiques, notamment de la température du milieu.

XI.2. Compositions physico-chimiques :

La composition chimique de l'eau douce est généralement principalement composée d'anions (tels que le bicarbonate, le chlorure et le sulfate) et de cations (tels que le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium) (Banton et Bangoy, 1997). Il existe également de fortes charges ioniques représentées par les nitrates, phosphates, bicarbonates et oligo-éléments (fer, manganèse, zinc, etc.).

XII. Paramètres de la qualité des eaux de consommation humaine :

XII. 1. Paramètres microbiologiques :

L'eau potable ne doit pas contenir d'agents pathogènes tels que des bactéries, des virus, des protozoaires ou des champignons. La détection de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination à partir de la source fécale. La présence de ces agents pathogènes dans les sources d'approvisionnement en eau peut entraîner la prévalence de maladies d'origine hydrique (OUANDAOGO, 2008).

XII 1. 1. flore microbienne de l'eau :

Les micro-organismes rencontrés dans l'eau sont très variés, leur nature dépend de celle de résiduaire, ces micro-organismes sont classés en trois types

1. Les germes typiquement aquatique : ce sont des bactéries (vibrions, Pseudomonas...

2. Les germes telluriques : ce sont des bactéries sporulées (bacilles, Clostridium...) ou apportant aux germes Streptomyces et des spores fongiques.

3. Les germes de pollution humaine ou animale : ce sont des germes souvent pathogènes et essentiellement d'origine intestinale (E-coli, salmonelles et streptocoques fécaux...) (BERNE. F, 1972)

On peut également rencontrer dans l'eau des parasites (kystes d'amibes) et des virus (poliomyélite virus des hépatites virales) (BERNE. F, 1972).

XII.1.2. Critères Bactériologiques de L'eau :

D'un point de vue bactériologique, l'eau doit également être potable car destinée à la consommation humaine, l'eau potable doit donc répondre aux conditions bactériologiques suivantes : Pour l'eau traitée, elle ne doit pas contenir de coliformes totaux et de fèces ou de Clostridium sulfito-réducteur, qui est un indicateur de contamination fécale (LEYRAL. G, et al. F2003).

XII.1.3. Paramètres bactériologiques de l'eau :

Les micros organismes à dénombrer ou à rechercher dans l'eau sont d'origines diverses.

XII. 1.3.1. Recherche des germes totaux à 22°C et 37°C pathogènes :

Certaines maladies infectieuses se transmettent à l'homme en absorbant de l'eau ou des aliments contaminés par de l'eau contenant des micro-organismes pathogènes. Parmi les plus terrifiantes figurent Salmonella, responsable de la fièvre typhoïde, et Vibrio cholerae, responsable du choléra (LEYRAL. G, et al. 2003).

XII.1.3.2. Recherche des coliformes totaux :

Selon l'Organisation internationale de normalisation, ce sont des bacilles non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs non sporulés à Gram négatif oxydase négatif (BGN) qui peuvent fermenter le lactose à une certaine température et produire de l'acide et de l'acide en 24 à 48 heures. La production de gaz est comprise entre 36°C et 37°C. Ils sont présents dans les fèces, mais se développent également dans le milieu naturel (LFARAL. G, et al. 2003).

XII.1.3.3. Recherche des Coliformes Thermotolérants :

Ce sont des coliformes avec les mêmes caractéristiques que les coliformes, mais à 44°C, ils remplacent les noms dans la plupart des cas : (coliformes fécaux) nous avons cité l'exemple d'*Escherichia coli*, qui produit de l'indium à partir du tryptophane Indole, du lactose fermenté ou du mannitol pour produire de l'acide et du gaz. De manière générale, il ne peut pas se reproduire dans les milieux aquatiques, et leur présence dans l'eau indique qu'ils ont été récemment contaminés par des matières fécales (LE'RALG, et al 2003).

XII. 1.3.4. Recherche des streptocoques fécaux (37°C) :

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

XII.1.3.5. Recherche de *Clostridium sulfito-réducteur* :

A l'exception des streptocoques fécaux et des *E. coli* qui sont des signes récents de contamination fécale, car ils ont une courte durée de survie dans l'eau, les *clostridium sulfito-réducteurs* représentent un signe de contamination fécale ancienne. Ils sont résistants aux conditions dues à la sporulation. Strictement anaérobies. Les bactéries, la sporulation et les Gram-positifs réduisent les sulfites en sulfures, dont la plupart sont mobiles (GREGORIO.C et al., 2007).

XII.2. Paramètres Organoleptiques :

La couleur, l'odeur et la saveur sont les paramètres sensoriels les plus surveillés lors du traitement de l'eau potable. La couleur de l'eau est due à la présence D'autre part, l'odeur et le goût de la matière organique et des sels de fer et de manganèse sont dus à la présence de matière organique décomposée (Rodier, 1996). D'autre part, l'odeur et le goût de la matière organique et des sels de fer et de manganèse sont dus à la présence de matière organique décomposée (Rodier, 1996).

XII.2.1. Couleur :

Reffet des paramètres de perturbation esthétique, la couleur de l'eau peut être : Elle a des sources naturelles (fer et manganèse en eau profonde, humus en eau de surface) est une des

conséquences de ce phénomène (surdéveloppement d'algues et de plancton) provient , barrages, etc. Avoir une source d'industrie chimique (tannerie et impression textile et teintures et teintures) (MOKEDDEM. K, et al. 2005)

XII.2.2. Odeur et saveur :

L'odeur de l'eau est généralement un signe de pollution ou de matière organique en décomposition, et la quantité est généralement si faible qu'elle ne peut pas être détectée par des méthodes analytiques. Ils ne peuvent être détectés dans une certaine mesure que par l'odorat (MOKEDDEM. K, et al 2005) Toute eau a un goût qui lui est propre, causé par le sel et les gaz dissous. S'il y a trop de chlore, l'eau aura un goût légèrement salé, si elle contient beaucoup de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (BOUZIANI. M, 2000)

XII.3. Paramètres physico-chimiques :

Selon le type de micro-organisme, la régularité des maladies d'origine hydrique causées par des agents pathogènes microbiens peut avoir des manifestations rapides et/ou à court terme. De même, les polluants chimiques présents dans l'eau peuvent également provoquer des épidémies. Une fois les points d'eau contaminés, ces épidémies sont généralement indétectables à long terme, comme l'arsenic.

Il est nécessaire de surveiller la qualité physique et chimique de l'eau utilisée pour la consommation afin de s'assurer que sa teneur reste inférieure à la valeur de la norme de qualité de l'eau potable « Organisation mondiale de la santé » pouvant entraîner une toxicité pour l'homme. Les paramètres régulièrement surveillés lors du contrôle de qualité physique et chimique sont : la turbidité, le pH, la température, la teneur en pesticides et minéraux. Ces pesticides et minéraux sont nocifs pour la santé, tels que le nitrate, l'arsenic, le plomb et les ions métalliques dans la solution (Miquel, 2003 ; OMS, 2006).

XII.3.1. Impact de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau :

XII.3.1.1. La température :

Il est important de connaître avec précision la température de l'eau car elle affecte la solubilité des sels, notamment des gaz, la dissociation des sels dissous, la conductivité et le pH. Elle affecte également la reproduction des micro-organismes et leur métabolisme. Une température excessive favorisera la croissance des micro-organismes (Moussa, 2005 ; OMS, 2006).

XII.3.1.2. Le pH :

La valeur du pH dépend de la teneur en ions acides ou alcalins et ajuste l'équilibre physique et chimique, en particulier l'équilibre calcium-carbone, affectant ainsi l'effet de l'eau sur le carbonate (attaque ou dépôt). Le pH de l'eau dans les aquifères sableux ou granitiques est acide. Il est alcalin dans les aquifères calcaires. La valeur du pH doit être comprise entre 6,5 et 8 (OMS, 2006).

XII.3.1.3. Nitrates :

Le nitrate de NO₃ présent dans le sol, les eaux de surface et les eaux souterraines est le résultat de la décomposition naturelle de matières organiques azotées (telles que les protéines végétales et animales et les excréments d'animaux) par des micro-organismes. Les ions ammonium formés sont oxydés en nitrate. La présence de nitrate dans l'environnement est un résultat naturel du cycle de l'azote (SCHUDDERBOOM. J 1993). Une personne pesant 70 kg est autorisée à consommer environ 350 mg de nitrate de sodium par jour. Ces valeurs limitent le nitrate dans l'eau de 25 mg/L (CEE) à 50 mg/L (OMS) et (NA) (BOUZIANI. M, 2000).

XII.3.1.4. Nitrites :

Le NO₂-nitrite provient d'une oxydation incomplète de l'ammoniac ou de la réduction du nitrate. L'eau contient une grande quantité de nitrite (supérieure à 1 mg/litre d'eau) (BOUALEM. R, 2009).

La limite de nitrite dans l'eau potable recommandée par les pays de l'UE et l'Algérie est de 0,1 mg/L, et la dose recommandée par l'Organisation mondiale de la santé est inférieure à 1 mg/L (BOUALAM. R 2009)

11.3.1.5. Fluorures :

La faible teneur en fluorure de l'eau (0,4 à 1 mg, litres) est généralement considérée comme bénéfique à la formation de l'émail des dents et protège les dents de la carie (MOKEDDEM.K et al. 2005)

11.3.1.6. Sodium :

Le sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région à l'autre, sauf pour les patients hypertendus, il n'y a aucun danger d'absorber des quantités relativement importantes de sodium. La dose admissible de sodium dans l'eau ne doit pas dépasser 200

mg/L, mais une eau trop riche en sodium deviendra légèrement salée et aura un goût désagréable (CIARIAT HENRY. M 1992).

11-3.1.7. Sulfate :

Ils existent sous forme de sulfate de magnésium et de calcium dans l'eau dure. A des concentrations élevées, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (surtout chez les enfants) et ils peuvent produire un goût désagréable dans l'eau (TARDA HENRY 1992). L'Algérie est consciente d'avance que la concentration maximale admissible de sulfate est de 200 mg/l (SO₄-2) et la concentration maximale admissible est de 400 mg I (SO₄-2) (PAUL.R 1998)

11-3-1-8 Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux, qui existe largement dans la nature, notamment sous forme de carbonate dans le calcaire. En tant que principal composant de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément principal de l'eau potable, principalement sous forme de bicarbonate, et une petite quantité sous forme de sulfate, de chlorure, etc. Généralement de bonne qualité d'eau contient 25 à 50 mg de CaCO₃(SELON NORMES OMS)(BERNE.F.et al.1996)

11.3.1.9. Chlorures :

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Ils peuvent avoir plusieurs origines :

- Percolation à travers des terrains salés.
- Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques.
- Activités humaines et industrielles.

La norme algérienne recommande que la concentration maximale acceptable de chlorure soit de 200 mg/L et que la concentration maximale acceptable soit de 500 mg/L. Une présence excessive de chlorure dans l'eau d'alimentation corrodera le réseau de distribution et sera nocif pour les plantes. La forte fluctuation du chlorure dans le temps peut être considérée comme un indice de pollution (BERNE. F, 1972).

XII.3.1.10. Potassium

La teneur en potassium dans l'eau naturelle est d'environ 10 à 15 mg/L. À cette concentration, le potassium ne causera aucun effet indésirable sur la santé personnelle. Le seuil gustatif varie d'un consommateur à l'autre et le chlorure de potassium est d'environ 340 mg/l (RODIER. J, 1996).

XII.3.1.11. Magnésium :

Le magnésium est l'un des éléments les plus courants dans la nature. Il occupe environ 2,1% de la croûte terrestre. C'est un élément essentiel à la croissance. Il intervient comme élément plastique dans l'os et élément dynamique dans le système enzymatique et hormonal. Le magnésium est un élément important qui détermine la dureté de l'eau. A partir d'une concentration de 100 mg/L, le magnésium peut donner à l'eau potable un goût désagréable pour les sujets sensibles. (Rhodes. J, 1996).

XII.3.1.12. La turbidité

La turbidité reflète la présence de particules en suspension (débris organiques, argile, micro-organismes, etc.) dans l'eau. Lorsqu'on envisage de traiter l'eau, il est important de comprendre le niveau de turbidité car il produit des bactéries qui indiquent une contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et augmente la consommation de chlore, tout en réduisant leur efficacité. (Mickel, 2003)

XII.3.1.13. Solides totaux dissous (ODS) :

TDS rapporte la teneur en minéraux dans l'eau. En raison de la solubilité différente des minéraux, la concentration de TDS dans l'eau dans différentes régions géologiques varie considérablement (OMS 2006)

XII.3.1.14La dureté

La dureté de l'eau correspond à la minéralisation en calcium et en magnésium. Elle est mesurée par le titre hydrotimétrique et exprimé en F° (degré française). Elle peut modifier l'état des canalisations et des appareils de chauffage et empêcher la formation de la mousse lors du lavage de linges.

XII.3.1.15. Le Fer :

Le fer est un élément assez abondant qui existe dans les roches sous forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes, de carbonates et de sulfures. Le fer est dissous sous forme d'ions ferreux (Fe^{2+}), mais pas sous forme d'ions ferreux (Fe^{3+}). La présence de fer dans l'eau peut multiplier certaines souches bactériennes, ce qui peut précipiter le fer ou corroder les tuyaux et les panneaux de forage brun/rouille - c'est essentiel pour les humains, mais un excès de fer dans l'eau potable peut produire un goût particulier et causer des dommages aux tissus.

XII.3.1.16. 12 Fluor :

La teneur en fluor dans l'eau dépend du de contact de l'eau avec les minéraux fluorés de l'aquifère. Il est un élément essentiel l'email dentaire, mais la consommation prolongée d'eau contenant un excès en fluor peut provoquer une toxicité aiguë et la fluorose du squelette.

XII.3.1.17. Phosphate :

Le phosphore est un élément très rare mais essentiel pour tous les êtres vivants, il joue un rôle important dans les engrais. Les cellules mortes minéralisées par des micro-organismes décomposent le phosphate obtenu dans la nature. Sa présence dans l'eau n'a aucun effet sur la santé. D'autre part, une fois que l'eau est exposée à la lumière par eutrophisation, elle favorisera la croissance des algues. Bien que non toxique, le phosphate dans l'eau peut causer des problèmes digestifs en raison de son effet tampon. (Samark, 2002).

XII.3.1.18. Conductivité électrique :

La conductivité de l'eau est la conductivité de la colonne d'eau entre deux électrodes métalliques de 1 cm² séparées de 1 cm (RODIER. J, 1996)

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire l'électricité, et donc une mesure indirecte de la teneur en ions de l'eau. Par conséquent, plus l'eau contient d'ions, tels que le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le sodium (Na^{+}), le potassium (K^{+}), le bicarbonate (HCO_3^{-}), le sulfate (SO_4^{2-}) et le chlore (Cl^{-}), plus il peut conduire de courant, plus la conductivité mesurée est élevée (HADE. A 2002).

XII.3.1.19. Résistivité électrique :

La résistivité est l'inverse de la conductivité et permet de mesurer la minéralisation globale de l'eau (COINL. M, 1981).

XII.3.1.20. Minéralisation globale :

La minéralisation reflète la teneur totale en sels minéraux dissous, tels que le carbonate, le bicarbonate, le chlorure, le sulfate, le calcium, le sodium, le potassium et le magnésium. Une minéralisation excessive produira un goût salé et peut avoir un effet laxatif. La minéralisation de la nappe phréatique dépend d'abord de la roche qui la traverse. Bien sûr, la saisonnalité et les changements d'une année sur l'autre existent. (BONNIN. J 1982) Au fil du temps, les eaux souterraines profondes ont une minéralisation plus stable et sont supérieures à la minéralisation des eaux peu profondes.

XII.3.1.21. Matières organiques :

Les substances organiques qui peuvent être rencontrées dans l'eau comprennent les produits de décomposition d'origine animale ou végétale, qui sont produits sous l'influence de micro-organismes. L'inconvénient des matières organiques est qu'elles favorisent l'apparition de goûts désagréables, qui peuvent être accentués par la chloration. Il faut toujours soupçonner que l'eau riche en matière organique est contaminée par des bactéries ou des produits chimiques. Leur teneur est généralement évaluée par des tests, tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et alcalin. La consommation d'oxygène de l'eau ultra-pure est généralement inférieure à 1 mg/L (BERNE. F. et al., 1996).

Selon la classification de « **Rodier** » :

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1 mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2 mg/l
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4 mg/l
- Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4 mg/l

XIII. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est définie comme tout changement physique ou chimique de la qualité de l'eau qui affecte négativement les organismes vivants ou rend l'eau impropre à son utilisation prévue. Par conséquent, lorsque la composition ou l'état de l'eau est modifié directement ou indirectement par le comportement humain, on dit que l'eau est polluée (EZZIANE. S, 2007)

XIII.1. Origines des pollutions des eaux :

La pollution de l'eau provient principalement des activités domestiques et industrielles et des précipitations. Elle perturbe les conditions de vie de la faune et de la flore aquatiques, et nuit également à l'utilisation de l'eau et à l'équilibre du milieu aquatique.

Il existe quatre principaux types d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales, les eaux industrielles et les eaux agricoles

XIII.2. Les différents types de pollution des eaux :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et par ses activités. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique et compromet les utilisations de l'eau (SDAGE, 1996).

On distingue plusieurs sources de pollution :

XIII.2.1. La pollution domestique :

Provient des utilisations quotidiennes de l'eau à la maison, elles sont essentiellement chargées de pollution organique. Elles se divisent en.

-Eaux ménagères qui ont pour origine : les salles de bains et les cuisines, généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques...

-Eaux de vannes, il s'agit des rejets des toilettes, chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

Eaux domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavage des rues, des marchés, des commerces, des bâtiments scolaires, des hôpitaux, . . . Les eaux usées domestiques et collectives représentent 400L/J/h. Elles peuvent être responsables de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau, ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières.

XIII.2.2. La pollution industrielle :

La pollution industrielle est généralement très rare. Si des canalisations dans n'importe quelle industrie peuvent traverser les conduites d'approvisionnement en eau potable, des accidents peuvent se produire et une alarme sera immédiatement annoncée pour atténuer les problèmes en cas d'extrême urgence pour la décontamination. Elles sont de nature différente des eaux

usées domestiques et leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre : outre les substances organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures. . (Paul R, 1998)

XIII.2.3. La pollution agricole :

L'agriculture est une source de pollution de l'eau, elle fournit des engrais et des pesticides. La concentration des élevages entraîne un excès de déchets animaux ; ceux-ci sont rejetés dans les cours d'eau et les nappes phréatiques ; ils constituent une source de contamination bactérienne. Les engrais chimiques (nitrates et phosphates) s'infiltrent dans l'eau pour modifier la qualité des eaux souterraines qu'ils atteignent. Les herbicides, pesticides et autres produits phytosanitaires s'accumulent dans le sol et les eaux souterraines. (Rico, 2000).

XIII.2.4. La pollution thermique

Ce type de pollution est lié à l'utilisation par le fabricant de l'eau comme liquide de refroidissement, et il apparaît généralement faible. Mais il augmente en raison de l'augmentation de la demande industrielle. L'eau est notamment utilisée comme refroidisseur dans les centrales thermiques et les centrales nucléaires. Il est pompé dans un cours d'eau ou un milieu marin côtier, puis renvoyé à une température plus élevée de 4 à 5 degrés Celsius à la sortie de l'usine, qui à son tour chauffe les eaux rejetées, ce qui peut perturber la vie aquatique, animale ou végétale, notamment en modifiant le rythme circadien de l'espèce (EL GHOXIRI F.2009)

XIII.2.5. La pollution métallique :

La contamination par les métaux peut être causée par différents métaux tels que l'aluminium. L'arsenic, le chrome, le cobalt, le cuivre, le manganèse, le molybdène, le nickel, le zinc... et même les métaux lourds comme le cadmium, le mercure ou le plomb sont plus toxiques qu'avant. De nombreuses activités humaines en sont responsables.

La contamination par les métaux est un problème particulier car les métaux ne sont pas biodégradables. De plus, dans l'ensemble de la chaîne alimentaire, certains sont concentrés dans les organismes. Par conséquent, ils peuvent atteindre des niveaux très élevés chez certaines espèces (comme les poissons) consommées par l'homme. Cette « bioaccumulation » explique leur très forte toxicité (Callon et al., 2000).

XIII.2.6. La pollution microbiologique :

Les bactéries, virus et autres agents pathogènes vivant dans les eaux souterraines constituent une contamination dite microbienne. Il provient généralement des décharges, de l'épandage des eaux usées, de l'élevage, des fosses septiques, des fuites de canalisations et d'égouts, des infiltrations d'eau de surface, des matériaux de fermentation ou du rejet d'eaux de surface. Ces micro-organismes nuisibles peuvent provoquer des maladies graves lorsqu'ils entrent en contact avec ou ingèrent l'eau qui les transporte ((PAUL.R.1998)

XIII.2.7. La pollution par les phosphates :

Le phosphate rejeté dans l'environnement provient de sources agricoles (engrais) et industrielles, d'excréments humains et de détergents ou de lessive phosphatée. En effet, ils sont intrinsèquement non toxiques pour la vie animale et végétale et nuisent à l'environnement lorsqu'ils sont en forte concentration : ils deviennent alors de véritables fertilisants pour le milieu aquatique, et ils contribuent à surenrichir la matière organique (EL GHOMRI F. 2009).

XIII.2.8. La pollution par les nitrates :

Très solubles dans l'eau, les nitrates constituent aujourd'hui la cause majeure de pollution des grands réservoirs d'eau souterraine du globe qui par ailleurs présentent en général une qualité chimique et bactériologique satisfaisante pour l'alimentation. (Benoit et al. 1997).

XIII.2.9. La pollution accidentelle :

Les origines sont multiples

- Déversement de produits polluants lors d'accidents de la circulation
- Dispersion dans la nature de gaz ou liquides toxiques par les usines.
- Panne dans le fonctionnement de stations d'épuration des eaux usées.
- Mauvais entreposage de produits chimiques solubles.
- Incendies... (EL GHOMRI F. 2009).

XIV. Les critères de pureté et de potabilité de l'eau :

L'eau pure possède certain nombre de propriétés rigoureusement invariables des critères de pureté :

La température de vaporisation et de congélation constantes pendant l'ébullition et de la solidification (respectivement 100 et 0C° a pression atmosphérique normale).

1-une masse volumique toujours égale à 1 g/cm³ à 04C°

2-la distillation de l'eau pure redonne de l'eau absolument identique.

Comment juge-t-on qu'une eau soit potable ?Par définition, une eau potable peut être consommée sans danger pour la santé. Derrière ces simples phrases cachent plusieurs dizaines de critères à respecter :

Des critères physico-chimiques (PH bien sûr, aussi turbidité, odeur, couleur. etc.), des critères de toxicité chimique (doit être absent quelquevingt-quatre substances chimiques comme hydrocarbure, pesticides), des critères de pureté microbiologique. En effet, pour avoir un gout agréable, l'eau doit contenir 0,1 à 0,5 g de corps minéraux dissout par litre notons que la qualité n'est pas un critère, mais une eau permutée et non potable car elle contient trop d'ions Na+, bref, ce sont au total soixante-deux paramètres contrôlent la qualité de l'eau (DEFRANCESHI ; 1996).

XV. Procédés de traitement des eaux brutes :

Les ressources en eau douce desurface comme les cours d'eau fournissent une eau brute qui contient énormément de pollutions qui la rendent non potable ; l'élimination de ces polluants est indispensable. Dans ce but l'eau brute va subir un certain nombre de traitements nécessaires pour la rendent potable (AOUBED. A, 2007).

XV. 1. Etapes de traitement :

XV. 1.1. Prétraitement :

Ils ont but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : volumineux (dégrillage) (BECHAC. J, et al, 1988).

XV.1.1.1. Dégrillage :

Le dégrillage est la première étape d'une filière de traitement, qui consiste à retenir tous les gros déchets. Pour ce faire, un système de grille est mis en place, dont l'espacement dépend de la nature des déchets. Le dégrillage a pour objectif de protection de la station de traitement (AOUBED. A, 2007).

XV. 1.1.2. Déshuilage :

Permet d'éliminer les matières en suspension de taille importante ou de densité élevée (utilisation d'un décanteur classique). C'est étape indispensable notamment pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion. Ce dessablage est par décantation. Les sables extraits sont envoyés en décharge (B ECHAC. J, et al .1984).

XV. 1.2. Traitement physico-chimique :

XV. 1.2.1. Coagulation et Flocculation :

La coagulation et la flocculation sont au cœur du traitement de l'eau potable. Il s'agit du traitement secondaire après avoir tamisé et désabré l'eau brute. On ajoute d'abord un coagulant, qui a pour fonction de neutraliser la charge des particules colloïdales (responsables de la couleur et de la turbidité, etc.) afin qu'elles ne se repoussent plus. Le coagulant est ajouté avant ou dans le bol de mélange rapide pour aider à agir plus rapidement. Après avoir terminé cette étape, on injecte un flocculant ou coagulant, dont la fonction est d'agréger toutes les particules devenues neutres, c'est-à-dire de les rassembler pour qu'elles forment des flocons suffisamment gros pour se déposer d'eux-mêmes (couler au fond) . Cette étape est réalisée dans une cuve de mélange plus lente, afin de ne pas endommager les flocons après formation mais d'avoir tout de même un effet d'étalement (XAVIER. L, 2001).

XV.1.2.2. Décantation :

Après avoir les différentes petites particules de beaucoup plus grosse, il va maintenant falloir faire décanter tout ceci. Dans un corps d'eau immobile les particules en suspension plus lourdes que les eaux sont soumises à leurs poids apparent, elles chutent lentement pour s'accumuler sur le fond : c'est la décantation (BECHAC. J, et al. 1984).

XV. 1.2.3. Filtration :

La filtration est un processus physique utilisé pour clarifier les liquides contenant des solides en suspension à travers des milieux poreux.

L'eau passe à travers un filtre qui piège les petites particules. Plus la maille du filtre est petite, plus les particules qui doivent passer sont petites. La filtration peut être effectuée en tant que traitement tertiaire de l'eau brute, en tant que traitement secondaire de l'eau ou en tant que traitement séparé pour la filtration transmembranaire. Les filtres les plus courants dans les stations d'épuration sont les filtres à sable et anthracite. Le filtre garantit que l'eau effluente répond à la norme de turbidité actuelle (ou meilleure) (la couleur a été supprimée à l'étape précédente). Cependant, des virus et des bactéries peuvent traverser le filtre, c'est pourquoi l'étape de désinfection finale est obligatoire (OLIVIER J, et al, 2010).

XV. 1.2.4. Désinfection :

Afin d'éliminer les bactéries et les virus, certaines usines de production d'eau potable utilisent la production d'ozone. En effet, l'ozone est un gaz très instable car il est constitué de 3 atomes d'oxygène. C'est cette instabilité qui lui confère un pouvoir oxydant très important. En oxydant toutes les substances organiques, l'ozone inactive les pesticides et les agents pathogènes (virus et bactéries) (OLIVIER J et al., 2010). La désinfection se fait généralement au chlore. Selon la réglementation de l'Organisation Mondiale de la Santé, 2 à 3 mg/L de chlore doivent être ajoutés à l'eau, avec un maximum de 5 mg/L.

XV. 1.3. Etapes de traitement des eaux brutes

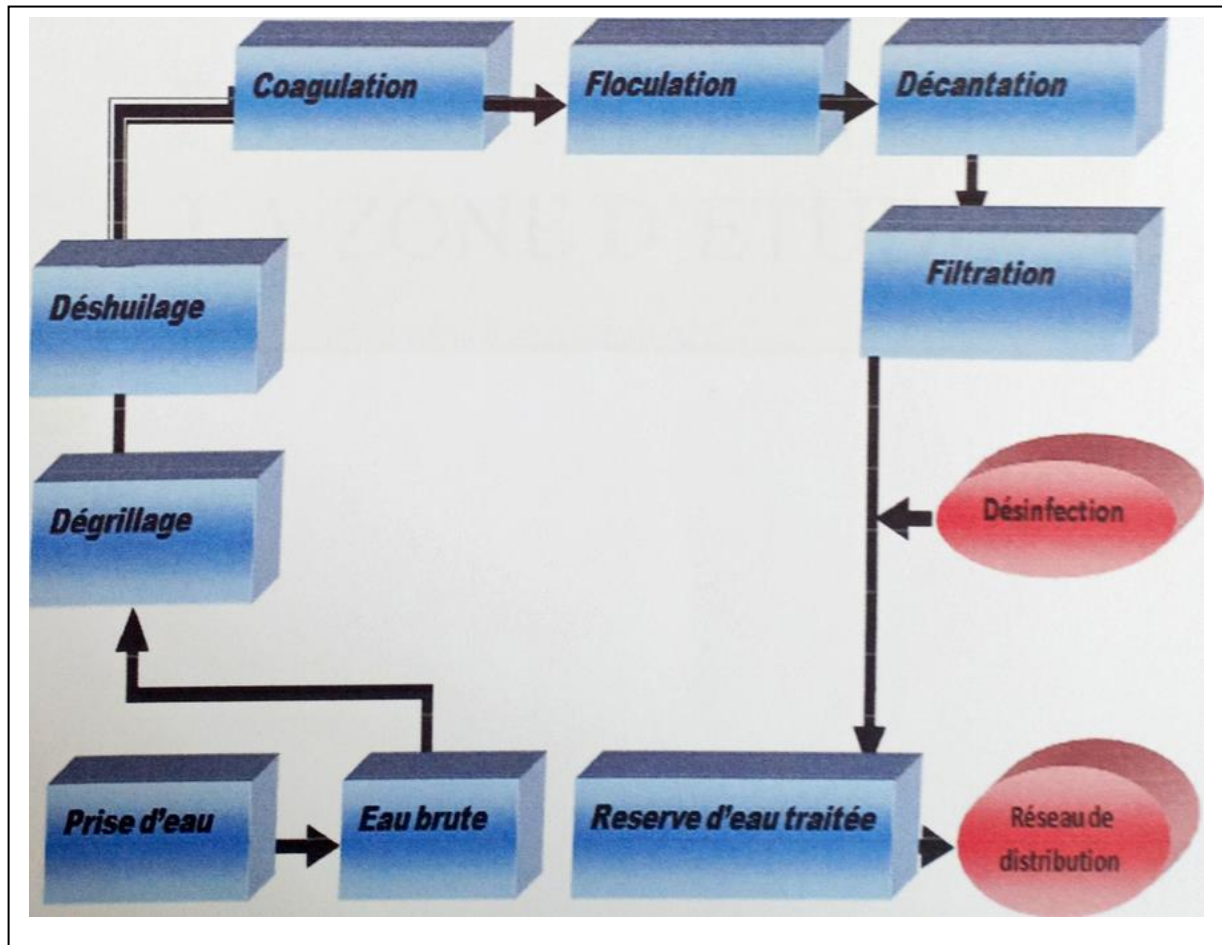


Figure n°03 : Etapes de traitement des eaux brutes (GLAUDE B, et al, 2001)

I. Contexte géographique :

I. 1. Présentation géographique :

La ville de Sidi Bel Abbès se situe entre deux parallèles $35^{\circ} 11'$ et $35^{\circ} 13'$ nord et $0^{\circ} 37'$ et $0^{\circ} 38'$ ouest.

Sidi Bel Abbès se situant au nord-ouest de l'Algérie, elle subit l'influence aussi bien de la mer méditerranéenne que du Sahara

Elle est située sur la Mékerra, à 470 m d'altitude, au centre d'une vaste plaine comprise entre le djébel Tessala au Nord et les monts de Daya au Sud. Sidi-Bel-Abbès était connue comme base du 1^{er} régiment de la légion étrangère.

La wilaya occupe une position centrale stratégique et s'étend sur environ 15% du territoire de la région Nord-Ouest du pays soit 9 150,63 km². Elle est considérée comme relais de par son emplacement privilégié dans le centre où elle est traversée par les principaux axes routiers de cette partie du pays.

Située au Nord-Ouest du pays, la wilaya de Sidi Bel Abbès est délimitée comme suit :

Nord par la wilaya d'Oran.

Nord-Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.

Nord-est par la wilaya de Mascara.

Ouest par la wilaya de Tlemcen

Est par les wilayas de Mascara et Saida.

Sud par les wilayas de Nâama et El-Bayad Sud-est sud-est par la wilaya de Saida.

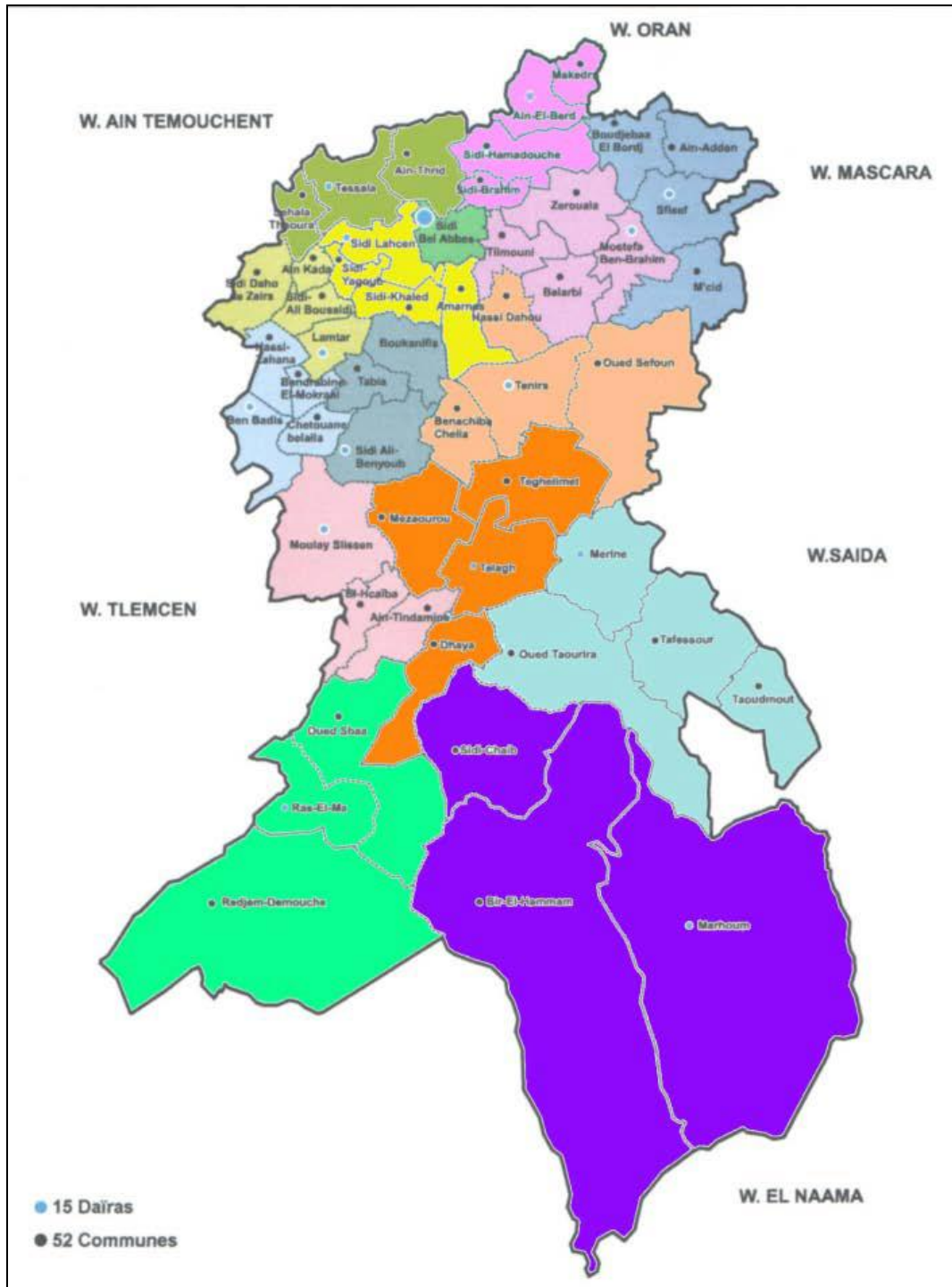


Figure n° 4 Localisation de la wilaya de sidi bel abbés

1.2. Situation démographique :

La population de wilaya de Sidi Bel Abbes est estimée à 622 668 habitants (année 2010), soit un volume additif 9. 47 habitants par rapport à l'année 2009. La population de wilaya de Sidi Bel Abbes se trouve concentrée en grande partie dans nord-ouest Avec une superficie de 9 150,63 km², la densité de la wilaya est de : 68 HabAm².

1.3. Situation géomorphologies :

Le relief peut être décomposé en trois grands ensembles naturels physiques distincts :

1.3.1. Les zones de montagnes :

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 2.250,37 km² soit 24,59% de wilaya. Elles occupent au nord, les monts de Tessala de Beni Chougrane sur environ 864,20 km² et la partie centrale de wilaya par les monts de Dhaya environ 1.386,16 km².

1.3.2. Les zones de plaine :

Elles couvrent une superficie totale de l'ordre de 3 239,44 km² soit 35,40% de l'espace wilaya Elles sont représentées par la plaine de Sidi Bel Abbes environ 2 102,85 km² dont l'altitude varie entre 400 à 800 met les hautes plaines de Telagh environ 1 136,59 km² dont l'altitude varie de 400 à 1 000 m.

1.3.3. Les zones de steppe

Elles constituent le sud de la wilaya et occupent une superficie totale de l'ordre de 3 660,82 km² soit 40% de l'espace wilaya dont l'altitude varie de 1 000 à 1 400 m. (ANDI 2013).

En outre, à l'intérieur de ces trois grands ensembles physiques, wilaya de Sidi Bel Abbes s'inscrit dans un espace géographique constitué de cinq ensembles naturels distincts à savoir :

Les zones montagneuses (Tessala, Béni chougran) : En effet, presque Es 2/3 des versants sont affectés d'une érosion inquiétante. Ses sols y sont lessivés, Es terrains friables (argiles et marnes), les pentes fortes et la couverture végétale minime.

Les monts de Dhaya : ces zones fortement boisées représentent 40% des superficies forestières de la Wilaya et constituent un haut potentiel en bois toutefois ces forêts étant dans un état de dégradation avancé nécessitent un repeuplement et des aménagements spécifiques

La plaine de Sidi Bel Abbes : constituée dans son ensemble par des formations alluvionnaires du quaternaire à texture argilo-limoneuse, la plaine de Sidi Bel Abbes est isolée de l'influence marine par l'imposante barrière des Tessala, Béni chougane. Elle jouit d'un climat méditerranéen

Continental à faible pluviométrie, forts écarts thermiques, orages d'été, qui en sont les caractères dominants.

Les hautes plaines de Telagh : circonscrites de toutes parts les monts de Dhaya ces hautes plaines sont constituées de dépôts lacustres et alluviaux anciens. C'est dans ce sous ensemble que se situent les aquifères les plus importants de la Wilaya (nappes de taghalimet, mezaourou et Sidi Ali Benyoub).

Les zones steppiques : où dominent de vastes plaines quaternaires à relief plat. Cette zone se situe dans l'étage des 300 mm/an. Ces caractéristiques physiques et climatiques concourent à un réseau hydrographique peu dense. Où les oueds essentiellement à écoulement intermittent se jettent dans le chott chergui.

II. Contexte climatologique

L'étude climatologique est très importante, car les potentialités sont déterminées grâce aux paramètres climatiques.

La région de Sidi Bel Abbes, de part sa position géographique, est soumise aux conditions climatiques continentales et aux faibles influences maritimes. Son climat se définit par une période chaude et sèche et une période fraîche ou prédominante, les caractéristiques du climat méditerranéen, surtout à travers son régime de pluie très contrasté. (METERFI, 2001)

Par sa position géographique, la plaine de Sidi Bel Abbes correspond au bassin versant de la moyenne Mekkera, est caractérisé par un climat où s'affrontent deux régimes ; le front intertropical au sud et le front méditerranéen au nord beaucoup moins marqué, à cause de la barrière naturelle que constitue la chaîne de Tessala par rapport à la mer. (BENSLJAD, 2011)

Le climat de Sidi Bel Abbes est très chaud en été. La douce fraîcheur des nuits repose les habitants des ardeurs du jour ensoleillé. En hiver, la neige tombe parfois en abondance, mais ne s'accroche pas et part avec le premier redoux. Des températures au lever du jour peuvent être basses, atteignant facilement l'extrémum de -7 °C si le ciel hivernal est limpide. Au printemps, les gelées blanches sont à redouter.

II.1. Etude des précipitations :

Les précipitations constituent l'un des plus importants paramètres climatiques du bilan hydrologique. Elles permettent dans certaines mesures de préciser le débit d'écoulement au niveau du bassin versant.

Tableau n°03 : les précipitations en 2020 à sidi Bel Abbes WEB MASTER N° 1

	Jan	Fev	Mar	Avril	Mai	Juin	Jui	Auot	Sept	Oct	Nov	Déc
	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020
	20						202					
	20						0					
Précipitations moyennes par jour	1mm	0mm	1mm	3mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm	3mm
Précipitations totales sur le mois	28mm	0mm	31mm	84mm	30mm	1mm	9mm	7mm	14mm	2mm	13mm	71mm

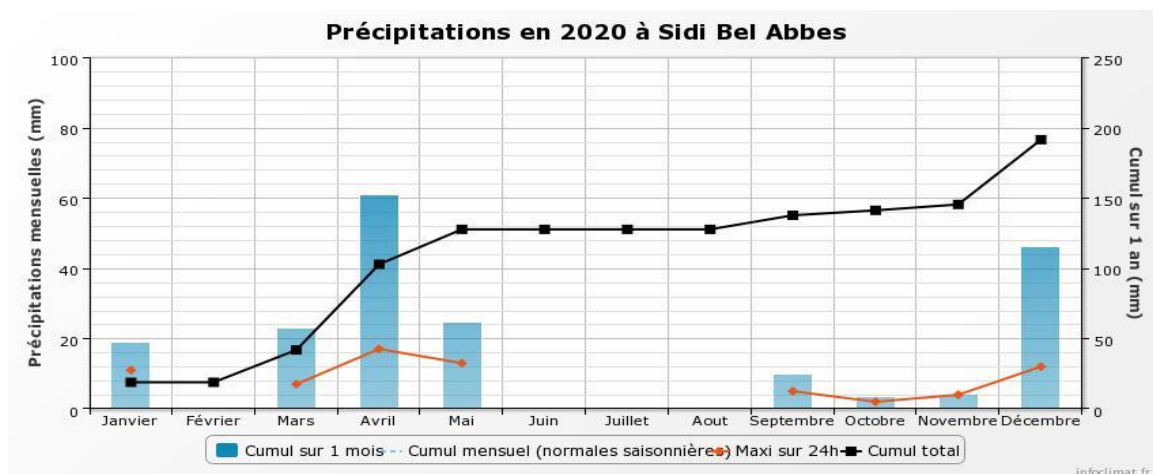


Figure n°05 les précipitations en 2020 à sidi bel Abbès (www.infoclimat.fr)

II.2. Etude de la température :

Les températures traduisent la prépondérance des influences continentales sur les influences maritimes. Elles selon l'altitude, la force et la direction du vent, l'amplitude de leur variation, tant annuelle que journalière, est caractéristiques de la région connue pour ses hivers froids et ses étés brûlants, ses nuits fraîches en été et ses journées chaudes. Selon les données enregistrées par le site info climat, on note les valeurs suivantes concernant la station de Sidi Bel Abbès **Tableau n°04 : moyennes des températures station de sidi bel Abbès (WEB MASTER 02)**

	Jan 2020	Fev 2020	Mars 2020	Avril 2020	Mai 2020	Juin 2020	Juillet 2020	Aout 2020	Sept 2020	Oct 2020	Nov 2020	Dec 2020
Tempé. Maxi Extrême	21.2	26.7	29.5	30.8	39.1	43.7	43.7	43.0	35.9	33.9	30.4	23
Tempé. Maxi Moyennes	15.8	21.7	20.3	21.9	28.7	31.9	38.1	37.7	32.2	26.0	23.0	16.0
Tempé. moy Moyennes	8.2	12.3	13.5	16.0	20.2	23.3	28.8	28.5	23.6	17.5	15.0	10.9
Tempé. Mini Moyennes	0.6	2.9	6.6	10.1	11.7	14.7	19.6	19.3	14.9	9.1	6.9	5.8

Les températures moyennes mensuelles montrant une nette diminution pendant le mois de décembre et janvier, puis une forte augmentation depuis le mois d'avril.

La température moyenne des deux mois les plus chauds, juillet et aout, est de l'ordre de 28.8°C. Celle du mois le plus froid janvier est de 8.2°C.

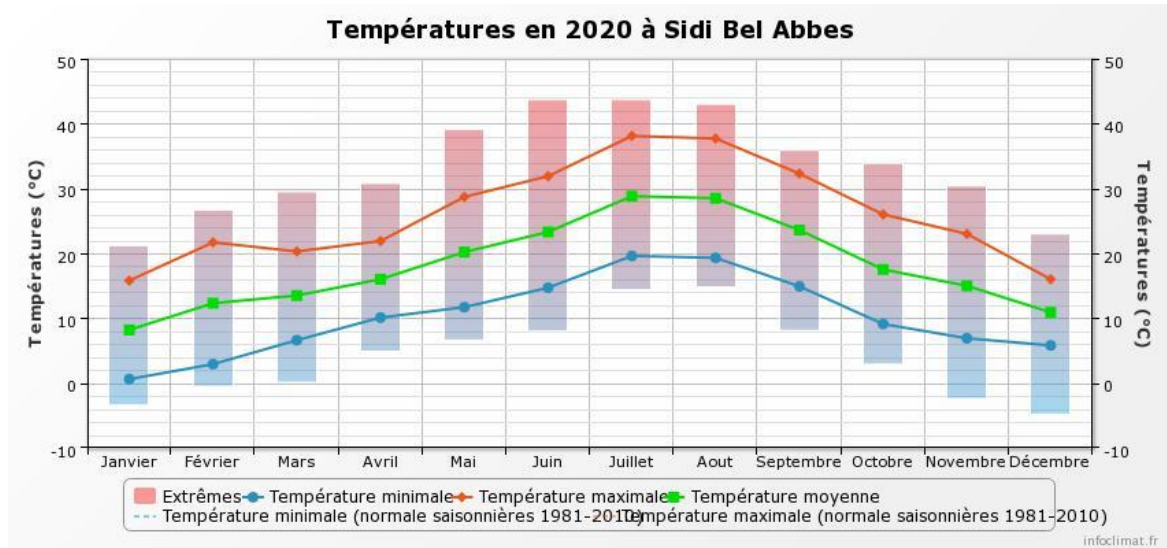


Figure n°06 : moyennes températures en 2020 à sidi bel Abbès

II.3. L'humidité : l'humidité de la région montre une grande diversité entre les mois hivernaux et les mois estivaux (ONM)

Tableau n°05 : Humidité moyenne annuelle relative à la station de sidi bel abbès 2020 WEB MASTER N° 3

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	juill	Aout	Sept	Octo	Nov	Dec
Humidité %	67	66	68	73	67	58	47	48	67	64	71	79

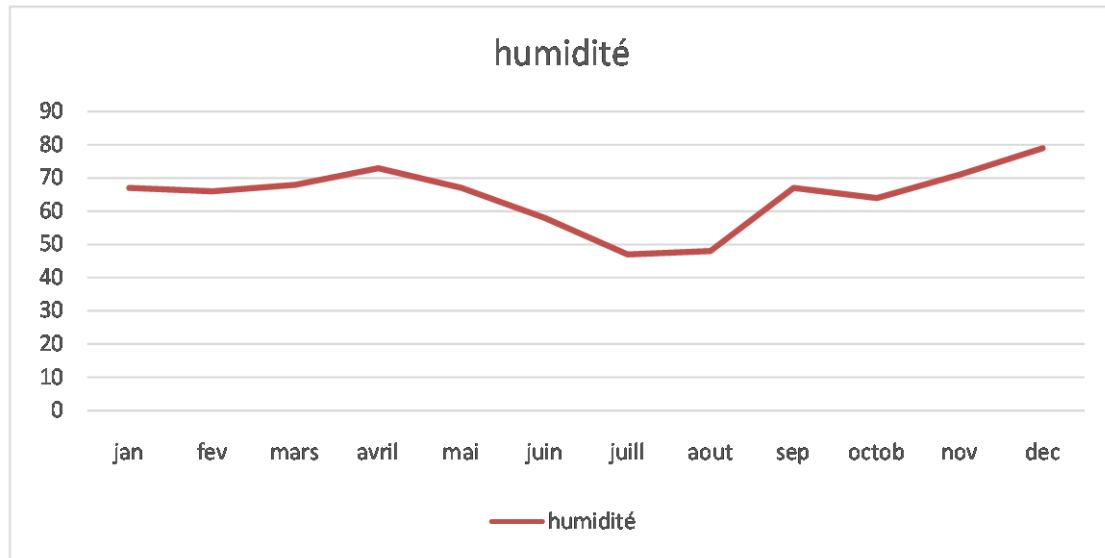


Figure n°07. L'humidité en % de l'an 2020 à sidi bel Abbès

II.4. Gelées :

La période critique se situe du mois de décembre au mois de février elle se distingue par une fréquence inquiétante en période printanière au moment où la végétation est en période de floraison.

Elle devient ainsi nocive pour le développement des plantes et perturbe leur cycle végétatif en causant souvent des importants ; Selon (ONM, 2013) :

Décembre => Janvier => Février 10 à 15 jours gelés en 2013.

Janvier=28jours gelées.

Février =20 jours gelées.

III. Alimentation en eaux potable de la ville de Sidi Bel Abbès :

A wilaya de Sidi Bel Abbès dispose d'un potentiel hydrique plus ou moins important, où le chef-lieu n'est alimenté que par les points d'eau suivants.

III. 1. Les eaux superficielles :

Les eaux de surface de wilaya de Sidi Bel Abbes sont très variables dans le temps et dans l'espace.

Au sud où il pleut rarement, les apports en eaux de surface sont très faibles et très réguliers, alors que dans nord de la wilaya, ces apports sont plus importants et moins réguliers. (Chadli A, 2008).

Les eaux des oueds (Mekerra) :

Qui prend sa source à Ras El Ma et traverse sur une distance de 150 km plusieurs agglomérations avant d'atteindre la ville de Sid bel abbés. A part la partie Nord-est drainée par les eaux usées, seule la partie sud de l'oued Mekera présente un faible ruissellement d'eau venant des sources d'Ain Skhouna et d'Ain Mekhreg Cette eau de ruissellement disparaît au niveau de village Tabia, à travers le faible relief accidenté Tabia-Sidi Ali boussidi, et vient alimenter la plaine de Sid bel abbés en aval de relief-lieu de la wilaya (Meliani H ,2010)

III.2. Les eaux du barrage

Barrage de sarno

Construit en 1947 sur le territoire de la wilaya et situé à 3.5 Km en amont du confluent de l'oued du même nom avec l'oued Mekerra, à 15 km du village de sidi Hamadouch et à 16 km au Nord de chef-lieu de la wilaya. (Omeiri A & Kadi Z, 2016).

Les eaux de ce barrage étaient destinées à l'alimentation en eau potable des communes de Sidi Hamadouche, Sidi Bel Abbès et Sidi Brahim avec un volume de 1000 m³ /jour

Toutefois, il y a lieu de noter que la capacité de stockage de ce a tendance de baisser, vu les faibles apports de la pluviométrie, les phénomènes de l'évaporation et de l'envasement dont le taux de sédimentation annuel est supérieur à 0,75% du volume global du barrage (Remini, 2005).

Barrage Sidi Abdelli

Les eaux de ce barrage ont été initialement destinées a l'irrigation. A la suite du déficit en pluviométrie qu'a enregistré toute la région Ouest du pays ceci dès le début des années 1980, les eaux mobilisées par ce barrage ont été réaffectées pour l'approvisionnement en eau

potable la ville d'Oran Sidi Bel Abbès ainsi que toutes les agglomérations qui se trouvent dans ce couloir. (ADE 2017)

Le barrage Sidi Abdelli est localisé sur oued Isser, au nord-est de la wilaya de Tlemcen à 2 km au nord du village de Sidi Abdelli, et à 8 km à l'amont du village de Bensekrane.

Il se trouve à une altitude de 353 m, avec une profondeur maximale qui atteint les 30m d'une superficie de 1140 km² et d'une capacité de 110.000.000 m³, avec un apport annuel moyen de 61 m³ (Omeiri A et kadi Z ,2016)



Figure n°08 : barrage de sidi abdelli (mapio.net)

Dans le cadre de la gestion régionale (Oranie), un transfert de Abdelli est effectué pour combler le déficit et renforcer l'alimentation en eaux potable de la Ville de SBA et certaines de ces localités situées sur le couloir : Hassi Zahana, Sidi Ali Sidi Yakoub, Sidi Ben Badis, Lamtar, Tessala C'est un transfert qui peut les besoins en eau des agglomérations jusqu'à l'horizon 2015, avec une capacité journalière de 10.000 m³ Sa mise en service a lieu en mars 2014. (ADE, 2011)

Barrage de Bouhnifia

Construit sur l'oued El Hammam le barrage se situe à 4 km du village Bouhnifia. (D.H.W, SBA, 2013).

Barrage Cheurfa

Se situe au Nord-est à 42 km de la ville de SBA, il construit sur l'oued Mekerra, sa capacité de stockage est de 70.21 hm³avec un taux de remplissage de 43,36 %. (D.H.W, SBA, 2013).



Figure n°09 : le barrage de cheurfa (www.dknews-dz.com)

Tableau n°06 : barrages exploités par la wilaya de sidi bel abbés

Barrage	Localisation du barrage	Capacité du barrage (mm³)	Volume disponible 2010-2011 (Hm³)	Apport moyen annuel (Hm³)
Sidi abdelli	Tlemcen	110	82.77	61
Bouhanifia	Mascara	75	50.31	38.8
Cheurfa	Mascara	70	28.11	30
Sarno	Sidi bel abbés	22	6	10

III.3. Les eaux de sources :

III.3.1. Source Ain Skhouna :

Elle est située à l'ouest de la ville de SBA, c'est un captage à ciel ouvert, entouré par périmètre de protection, avec une capacité de production annuelle de l'ordre de 3.230.000 m³

L'eau est canalisée vers la station de pompage, qui assure son refoulement jusqu'à une bache de réception à une altitude supérieure à celle de la ville, assurant un débit de 10.000 m³/j.

Les conditions gravitaires d'alimentation desservent plusieurs agglomérations, le reste est versé dans le réservoir 2*4000 m³. (ADE 2011)

III.4. Les forages :

La ville de SBA est alimentée par forages, localisés au sud-ouest de la localité de Sidi Ai Ben Youb ; avec une production journalière de 2000 m³/j. ceux du sud-est de la localité de Ténira, sont en arrêt actuellement en raison de vétusté de la conduite d'adduction

L'eau passe dans des réservoirs tampons de 1000 m³, pour être véhiculée par mouvement gravitaire dans des canalisations en acier, dont le diamètre varie de 400 à 500 mm, vers le réservoir 2*4000 m³. (ADE, 2011).

III.5. Les eaux souterraines :

Sont des nappes phréatiques contenues dans les espaces interstitiels des particules de roche sédimentaires et dans les fissures des roches compactes.

Les eaux souterraines de la ville de SBA sont : nappe de plaine de SBA, la nappe de Samo, la nappe de Ténira, la nappe de Sidi Chaib la nappe de chott-cherghi, la nappe de ras el ma

El Ma, la nappe de Sfisef la nappe de Mouley Slissen. (Mouley, 2012).

IV. Situation Hydrographie :

Selon la direction de l'hydraulique de la wilaya de Sidi Bel Abbes le réseau hydrographique correspond à la partie amont de deux bassins hydrographiques régionaux sont la Macta et

Le chergui Cet important réseau épouse l'orientation et l'inclination Sud-nord de ses plaines, et nord-sud de son étendue steppique.

Des trois bassins versants s'écoulent séparément en dehors de la wilaya dans les trois directions Nord, Est et Sud, qui sont :

Le bassin de l'oued Mékera, d'une superficie de 4150 Km², dont 3629 Km² sur la wilaya de Sidi Bel Abbes. Suit le cours de son oued sur une longueur de l'ordre de 136 Km Il prend sa source à plus de 1300 m d'altitude, en drainant une partie de la zone steppique de Ras El Ma et de Rajem Demouch.

Le bassin supérieur de l'oued El Hammam, s'étale sur une superficie de 1240 Km² en rassemblant des apports de l'oued Melghir, l'oued Ténira et oued Sefioune estimés à 73 hm³ Ces oueds qui prennent leurs sources sur les versants nord des monts de Dhaya à une altitude dépassant les 1200 m.

Le bassin versant des hautes plaines steppiques s'étend sur une superficie de 2925 Km² et dispose d'un ensemble d'oued présentent un écoulement intermétant. Il s'agit de l'oued Djorf El Ghorab, l'oued El Khouitet et l'oued El Semar.

- Ces oueds qui prennent leurs sources sur versants sud des monts de Dhaya à une altitude de 1300 m déversent un volume d'eau estimé entre 4.8 et 11,6 hm³/an (D.HW, SBA, 2013)

V.1. Potentiel hydrique d'a ville de Sidi Bel Abbes :

Les organismes en charge de la gestion de l'eau, secteur, stratégique et névralgique sont :

V.1.1. L'algérienne des Eaux : ADE

L'algérien des eaux par abréviation ADE est un établissement public national à caractère

Industriel et commercial (EPIC) doté de 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.

La direction générale est placée sous tutelle ministère des Ressources en eau (MRE), avec un siège social fixé à Alger et une unité dans chaque Wilaya.

L'établissement est chargé, dans ce cadre de la politique nationale de développement d'assurer sur tout le territoire nationale, la mise en œuvre de cette politique de l'eau potable, à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, , de traitement de stockage, d'adduction de distribution et d'approvisionnement en eau potable,

ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant a ce titre, il est chargé par délégation de la normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée ; d'initier toute action visant l'économie de l'eau, notamment par l'amélioration de l'efficacité des réseaux de transfert et de distribution ; l'introduction de toute technique de préservation de l'eau ; lutte contre le gaspillage, en développant des actions d'informations, de formation d'éducation et de sensibilisation en direction des usagers ; la conception avec les services publics éducatifs, de programmes scolaires diffusant la culture de l'économie de l'eau, de planifier et mettre en œuvre les programmes annuels et pluriannuels d'investissements. Mission de l'ADE Soucieuse de la qualité de l'eau de ses consommateurs, l'algérienne des eaux s'est dotée des moyens techniques et d'un laboratoire d'analyses dans lequel se fait d'une façon quotidienne des analyses d'eau des différents sites de production, de stockage et de distribution (ADE, 2011)

V.2.La direction d'hydraulique de la wilaya : DHW

Elle est créée en 1975, dans le cadre de nouveau découpage territorial, raison de l'immensité des wilayas existantes qui ne permet pas une gestion rigoureuse en ressources humaines. Cette direction dépend du Ministère des ressources en eau (MRE).

Elle répond en application des dispositions, fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des services d'équipement de la wilaya. Son rôle est consacré aux relations avec les services concernés, à l'analyse de la situation d'alimentation en eau potable, à l'irrigation, à la veille de l'exploitation et de la réglementation en matière de protection du

Domaine public hydraulique. (DHW, 2010)

V.3.L'Office National d'Assainissement : ONA

L'Office National d'Assainissement (ONA) est un établissement public, à caractère industriel et commercial créé par décret exécutif n°1-102, du 21/04/2001, sous tutelle du Ministère des ressources en eaux (MRE). Dans ce cadre de la politique nationale de développement, l'office est chargé d'assurer, sur tout le territoire national, la protection de l'environnement hydrique et la mise en œuvre de la politique nationale d'assainissement, en concertation avec les collectivités locales.

A ce titre, il est chargé, par délégation, de la maîtrise d'œuvres et d'ouvrages ainsi que l'exploitation des infrastructures d'assainissement tels que :

La lutte contre toutes les sources de pollution hydrique, la préservation de la santé publique ainsi que la gestion l'exploitation la maintenance, le renouvellement, l'extension et la construction de tout ouvrage destiner à l'assainissement :

La valorisation et la commercialisation des sous-produits des eaux épurées,

L'élaboration et la réalisation des projets intégrés, portant sur le traitement des eaux usées et l'évacuation des eaux pluviales

La réalisation des projets d'étude et de travaux, pour le compte de l'Etat et des collectivités locales. (ONA, 2011)

Introduction :

Les risques induits par l'eau potable peuvent être classés en trois catégories : les risques à court terme, les risques à moyen terme et les risques à long terme. Le risque à court terme est de ne boire qu'un verre d'eau : c'est de l'eau totalement microbienne. Les risques à moyen et long terme sont liés à la consommation régulière et continue d'eau contaminée chimiquement pendant des semaines, des mois, voire des années (Montiel, 2004). Par conséquent, l'eau est le vecteur privilégié de nombreuses maladies d'origine hydrique (**Vincent, 2014**). Ces principales pathologies peuvent être à l'origine de bactéries, virus ou parasites, liées à la présence de produits chimiques dans l'eau, et également liées au manque d'eau.

I. Les maladies à transmission hydrique :

Les maladies d'origine hydrique (MTH) sont la cause d'une mortalité élevée dans les pays en développement. L'eau contaminée par des micro-organismes est une source très importante d'infection (Madigan et Martink, 2007). Selon le type de micro-organisme, la dose infectieuse et la voie de contact avec l'agent infectieux nécessaire pour provoquer la maladie varient considérablement. De manière générale, les virus et les protozoaires nécessitent des doses plus faibles que les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer des maladies, et dans le cas de certaines bactéries, une concentration de 10^3 à 10^6 organismes est requise (**François, 2008**). Le tableau suivant présente les principales pathologies humaines pouvant être transmises par l'eau, les bactéries responsables et les différentes origines de ces pathologies.

Tableau n°07 : principales infections humaines transmissibles par l'eau (Hartemann, 2004)

Pathologies	Agent responsable	Origine la plus fréquente
<p><u>Pathologie digestive</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fièvres typhoïdes • Gastro-entérites • Choléra • Hépatites 	<p>Salmonella typhi</p> <ul style="list-style-type: none"> • E. coli <p>Salmonella sp</p> <p>Shigella sp</p> <p>Yersinia</p> <p>Campylobacter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Giardia <p>Cryptosporidium</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotavirus <p>Vibrio cholerae</p> <p>Virus</p>	<p>Aliments</p> <p>Eau de boisson (EB)</p> <p>Aliments crus</p> <p>Baignades</p> <p>EB , aliments</p>
<p><u>Pathologie respiratoire -</u></p> <p><u>ORL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Légionellose • Mycoses pulmonaires • Affection ORL • Méningo -encéphalites <p>Amibiennes</p>	<p>Legionella sp</p> <p>Aspergillus sp</p> <p>Actinomycètes</p> <p>Thermophiles</p> <p>Adénovirus</p> <p>Reovirus</p>	<p>Eaux aérocolies</p> <p>Compostage</p> <p>Piscines</p> <p>Baignades baignades (eau douce)</p>
<p><u>Pathologie cutanéomuqueuse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dermatomycoses • Candidoses • Leptospirose • Suppurations <p>Bactérienne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dermatitis 	<p>Dermatophytes</p> <p>Candida albicans</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leptospires • Streptocoque <p>Hémolytique du groupe A</p> <ul style="list-style-type: none"> • Staphylococcus • Pseudomonas <p>Furcocercaires</p>	<p>Métiers au contact de l'eau</p> <p>Piscines</p> <p>Baignades eaux usées</p> <p>Terrassement</p>

I.I. Les maladies d'origine bactérienne :

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. On les cite avec les différents germes en cause :

I.1.1.Le choléra :

Il s'agit d'une maladie diarrhéique infectieuse, épidémique, causée par des bactéries, et se propageant par le tube digestif. L'agent causal du choléra est une bactérie Gram : *Vibrio cholerae*. C'est une bactérie appartenant aux genres *Vibrionaceae* et choléra. Par conséquent, la propagation de ce type de bactéries se fait par l'eau ou par transmission interhumaine : eau contaminée, fruits de mer contaminés, fruits et légumes irrigués, mains sales (toilettes et transport de cadavres, nourriture). Le syndrome du "choléra" se caractérise par une diarrhée aqueuse soudaine, l'eau de riz a une odeur nauséabonde, pas de mucus ni de sang, et beaucoup de vomissements, entraînant une déshydratation rapide et sévère, atteignant la triade "eau, vomissements et déshydratation". Les rejets sont de l'ordre de 10 à plus de 50 par jour (4 à 20 litres de liquide) (Piar Roux, 2002 ; Aubry, 2013).

I.1.2. La fièvre typhoïde :

La fièvre typhoïde (du grec *tuphos*, engourdissement) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse découverte par Pierre Bretonneau en 1818 et causée par une bactérie de la famille

Enterobacter du genre *Salmonella*, ses bactéries pathogènes sont : *Salmonella enterica*, *Salmonella typhi*, ou *Salmonella paratyphi* A, B et C. C'est une maladie bactérienne infectieuse strictement humaine. Elle est causée par les salmonelles présentes dans le lait, les aliments ou l'eau contaminés.

Parfois grave, notamment à cause de ses complications et de sa malnutrition, c'est généralement difficile à diagnostiquer, donc c'est important.

La fièvre typhoïde précède toute fièvre persistante et est généralement associée à des maladies digestives ou neurologiques (Rogeaux, 1991 ; Jamaï et al., 2010).

I.1.3. La gastro-entérite :

Familièrement appelé « estomac », il s'agit d'une inflammation de l'intestin après qu'une infection affecte l'estomac et la muqueuse intestinale. Dans la plupart des cas, cette pathologie est causée par des virus, ou rarement par des bactéries. La gastro-entérite bactérienne se

propage généralement par l'eau ou les aliments contaminés et est causée par Salmonella, Staphylococcus et Shigella. Se manifeste principalement par les symptômes suivants : nausées, vomissements, crampes abdominales et diarrhée (Masschelein, 1996 ; Ilordé, 2014).

I.1. 4. La dysenterie :

Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. Il existe la dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20% (briere 2000).

I.2. Les maladies d'origine virale:

Aux côtés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. Dont on peut citer :

I.2-1-L'hépatite A:

L'hépatite A est l'hépatite virale la plus répandue dans le monde, avec une incidence élevée en Afrique et en Asie du Sud-Est. Elle est bénigne dans près de 99% des cas.

L'agent causal de cette maladie est le virus de l'hépatite A (VHA) qui appartient au genre Héparine virus de la famille des picornaviridae.

Le virus de l'hépatite A (VHA) se transmet généralement par voie fécale-orale, ou par contact direct entre personnes, ou par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés.

La pollution peut provenir de l'eau potable ou de l'eau de piscine contaminée. Les eaux usées peuvent également propager le VHA au personnel d'entretien de la santé.

Il n'existe pas de traitement spécifique pour cette maladie virale. Il existe des vaccins sûrs et efficaces qui peuvent être utilisés pour prévenir l'hépatite A (Belataf et al., 2004 ; OMS, 2012).

I.2-2. La poliomyélite:

La poliomyélite est une maladie infectieuse aiguë, principalement causée par le poliovirus sauvage (3 sérotypes différents 1, 2 et 3) causée par des maladies neurophiles, immunitaires et endémiques.

Dans les pays développés, il se propage par la voie oropharyngée, et dans les pays en développement, il se propage par les selles (mains sales, eau). Dans la plupart des cas, l'infection est invisible ; une forme clinique brevetée utilisée dans 200 formes non évidentes.

Cette maladie apparaît dans les pays à faible assainissement : elle est endémique et permanente, et survient de façon saisonnière en été et en automne. Elle touche principalement les enfants entre 3 mois et 5 ans (paralysie infantile) (OMS, 2000 ; Znungrana, 2009 ; Aubry et Gai). Izem, 2012).

I.3. Les maladies d'origine parasitaire :

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites par exemple : l'anquilostomose, la dracunculose, le téniasis... etc.

I.3.1. La bilharziose:

Aussi, maladie parasitaire transmise par la douve *Schistosoma mansoni* qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces. La maladie est répandue dans les régions tropicales et 2 millions de personnes seraient touchées. La victime succombe généralement après des années d'affaiblissement mental (Masschelein, 1996).

1.3.2. L'onchocercose:

Est une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité. Le parasite responsable est un ver véhicule par une mouche c'est la simulie, dont les larves vivent dans les eaux courantes. Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années (boussines, 1997).

1.3.3. Le plasmodium:

C'est l'agent pathogène du paludisme, un protiste qui ne vit pas dans l'eau. Il parasite les moustiques qui en ont besoin, et les moustiques sortiront de la moindre eau stagnante.

La maladie se transmet à l'homme par la simple piqûre d'un moustique infecté, provoquant une forte fièvre intermittente (OMS, 2006 ; ANOFEL, 2014).

Il est à préciser que le risque de micro-organismes et parasites est étroitement lié à la sensibilité immunitaire des individus, et donc à leur statut vaccinal (dans certains cas) ou à la

physiologie et pathologie des sujets aux fonctions immunitaires affaiblies, comme le syndrome d'immunodéficience acquise. . (SIDA) Utilisé pour les microsporidies ou les cryptosporidies. Ajoutons que les risques microbiens s'enrichissent progressivement dans le processus de connaissance : c'est notamment le cas pour certaines bactéries non fécales, virus, protozoaires, microalgues et leurs toxines, les plaçant à la frontière microbiologique. Et la toxicologie (IIARTEMANN, 2004).

I.4- Maladies diarrhéiques d'origine parasitaire

I.4-1- Les protozoaires :

Ce sont des micro-organismes unicellulaires eucaryotes appartenant au royaume des protistes. Ils se reproduisent par mitose ou reproduction sexuée. Les protozoaires infectieux sont généralement transmis sous forme de kystes dans les selles.

L'agent pathogène le plus répandu en Afrique subtropicale est l'hystoliticia à endoameba, c'est la forme la plus toxique et responsable des formes cliniques sévères (dysenterie amibienne et hépatite abcès). La contamination se fait par ingestion de kystes (eau, nourriture sale, mains sales). Les kystes survivent au moins 15 jours dans l'eau à 180°C, 10 jours dans les selles et 24 heures à l'état sec. Il est résistant aux réactifs chimiques. Les plantes sont trop fragiles pour survivre dans la nature et jouent un rôle épidémiologique. Il est de taille relativement grande (25-120 grammes) et ses kystes sont de forme sphérique avec un diamètre de 45-65 microns (osts, 1998).

I.4-2- Giardia (Giardia lamblia) :

Les protozoaires flagellés trouvés dans les matières fécales des humains et des animaux peuvent provoquer la diarrhée. L'infection est causée par la déglutition de kystes par voie orale-fécale. Après la formation du kyste, le trophozoïte infecte la partie supérieure de l'intestin grêle. Le taux de prévalence est de 2 à 5 % dans les pays industrialisés et de 20 % dans les pays en développement (pays en développement).

-La forme nutritionnelle est la forme d'infection.

-Forme kystique : C'est une forme de transmission dans l'environnement. Il est libéré en grande quantité dans les selles. Les kystes peuvent durer plus de 16 jours dans l'eau potable à 80°C. Par conséquent, l'eau contaminée par les matières fécales d'une personne infectée peut directement provoquer la transmission de la giardiase par l'eau.

La forme kystique du parasite résiste à la chloration (Bernadette PICOT, 2009)

I.4-3- Cryptosporidium Parvum:

L'ingestion d'oocystes avec eau et aliments. La prévalence est de 1 à 3% en Europe et aux USA. Elle est responsable de 20% de diarrhée chez les immunodéprimés (VIH).

Les formes kystiques des parasites sont résistantes à la chloration.

I.4-4- Les helminthes :

Tous les vers ne sont pas transportés par l'eau. Il est également déconseillé de les surveiller en permanence.

Les vers qui peuvent être transmis par l'eau potable se répartissent en trois catégories : les douves, les ténias (taenia) et les nématodes (vers ronds).

L'eau est un milieu favorable au développement de nombreux vers parasites humains ou animaux (taenia, schistosomiase, ascaris, etc.).

Les vers, leurs œufs et leurs larves ne peuvent pas être éliminés par désinfection, mais ils peuvent être éliminés par filtration (Bega, 2006).

I.4-5- Les virus:

Les virus sont des micro-organismes qui ne peuvent pas être vus sous un microscope normal. Les particules virales n'ont pas d'organites bactériens (comme les ribosomes) et n'ont pas leur propre métabolisme. Ils se reproduisent dans les cellules vivantes et sont des parasites intracellulaires obligatoires.

Leur taille est inférieure à 0,3 µm, ce qui leur permet de passer à travers des filtres qui s'arrêtent normalement.

De nombreux virus peuvent infecter les humains et se propager à de nouveaux hôtes par les excréments dans le tube digestif. Un gramme de matières fécales peut contenir 10⁹ particules virales infectieuses (Kalidi, 1993).

Cinq groupes de virus pathogènes sont particulièrement importants pour la santé. Ce sont :

Le virus de la poliomyélite, l'entérovirus, le virus de l'hépatite A, le rotavirus et le virus Norwalk sont à l'origine de la poliomyélite, de la méningite, de l'hépatite, des maladies infectieuses et d'autres maladies.

II. Les risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau:

L'homme a trouvé une grande partie de ses besoins en minéraux dans l'eau potable. De manière générale, des quantités excessives de certains éléments peuvent avoir des effets nocifs directs ou indirects sur la santé.

Les effets n'apparaissent généralement qu'à moyen et long terme et peuvent prendre de nombreuses formes, telles que la cancérogénicité, la mutagénicité et les troubles métaboliques (Savary, 2010).

A moyen terme, les symptômes provoqués par le fluor ont été identifiés. La fluorose dentaire peut apparaître à partir de la conversion de 4 mg.L⁻¹ de fluor ou de nitrate en nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent entraîner la conversion de l'hémoglobine dans le sang en méthémoglobine, qui n'est pas adaptée à la fixation de l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de la cyanose, notamment chez le nourrisson (La ferrière et al., 1995).

A long terme, les effets néfastes des composants macroscopiques de l'eau (sodium, dureté, etc.) ne sont pas prouvés. En revanche, certains éléments traces sont bien liés aux risques de l'eau, comme les métaux lourds (plomb, cadmium) ; par exemple, le plomb entrant dans le sang va détruire de nombreux mécanismes biochimiques, affectant principalement le système nerveux, mais affectant également d'autres comme reproduction.

Les enfants qui ont été longtemps exposés au plomb à faible dose peuvent également développer un saturnisme : une maladie caractérisée par diverses maladies irréversibles (Laurence, 2003 ; Douard et Lebental, 2013).

En termes de risque cancérigène, certaines molécules organiques comme les pesticides et plus généralement les minéraux de désinfection de l'eau (surtout chlorés) ou les sous-produits organiques posent encore d'autres problèmes (Morris, 1995 • Cantor, 1997).

Donc d'une façon générale, le risque chimique peut être lié, soit à la contamination de l'eau brute, soit durant le traitement de l'eau (dérivés de coagulants, sous-produits de désinfection), soit au transport de l'eau par des contaminants présents dans les tuyaux tels que le plomb, l'amiante et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (Hartemann, 2004).

III. Gestion des risques hydriques:

Pour assurer une protection du personnel vis-à-vis des risques hydriques, la gestion technique et hygiénique doit être la plus préventive possible et, à ce titre, s'appliquer dès le choix de la ressource puis lors de la conception et de la réalisation des installations (Hartemann, 2004).

La gestion des ressources en eau fait partie intégrante de la gestion préventive de la qualité de l'eau de boisson. La prévention de la contamination microbienne et chimique de l'eau de source est la première barrière s'opposant à une contamination de l'eau de boisson préoccupante pour la santé publique (OMS, 2000).

Depuis 2002, dans un contexte de forte croissance démographique dans les centres urbains, l'Algérie a commencé à mettre en œuvre une politique équilibrée de mobilisation et de diversification des ressources en eau, qui a largement satisfait les besoins en eau du pays.

Cependant, cette politique en Algérie se concentre davantage sur la mobilisation de nouvelles ressources plutôt que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources existantes (Benblida, 2011). Actuellement, l'Algérie compte 70 barrages d'une capacité de stockage de 7,3 milliards de mètres cubes (elle sera portée à 84 barrages d'une capacité de stockage de 8,9 milliards de mètres cubes en 2014).

Ces réalisations importantes dans le domaine de la mobilisation des ressources en eau permettent d'augmenter significativement le taux moyen de raccordement au réseau d'eau potable. Selon les sources officielles, le pays a atteint 95%, et l'allocation est de 175 litres par jour. / Habitants (Arif et Doumani, 2013).

IV. Evaluation des risques hydriques :

IV.1 L-Evaluation des risques chimiques :

L'évaluation des risques chimiques est principalement utilisée pour déterminer les normes ou recommandations de qualité de l'eau potable. Lorsque la norme est dépassée, cette méthode peut également être utilisée pour déterminer le degré et le type d'action entreprise pour protéger la santé de la population exposée. La première étape couramment utilisée dans l'évaluation des risques est d'évaluer si la substance à l'étude est cancérigène et si elle a des enregistrements suffisants (déterminé ou potentiellement cancérigène pour l'homme). Sur la base de ces données, une méthode a été utilisée pour proposer la concentration maximale dans l'eau (OMS, 1994).

IV.2-Evaluation des risques microbiologiques :

La législation en vigueur dans la plupart des pays de l'OMS recommande de rechercher et de dénombrer quatre indicateurs bactériens.

- Les coliformes fécaux
- Les coliformes totaux
- Les streptocoques fécaux
- Les Clostridium sulfo-réducteurs.

En fait, on distingue deux types principaux d'indicateurs :

IV.2-1- Les indicateurs de contamination :

Qui permettent d'apprécier avec plus ou moins de sûreté ou de précocité le risque d'une contamination éventuelle par les micro-organismes pathogènes ;

IV.2-2- Les indicateurs d'efficacité de traitement :

Qui permettent d'évaluer la qualité d'un traitement vis-à-vis d'un micro-organisme ou de plusieurs micro-organismes pathogènes dont la présence peut être redoutée.

Il en résulte que pour servir d'indicateur de contamination fécale, un organisme doit présenter un certain nombre de caractéristiques :

- Il doit être présent en même temps que les pathogènes et l'être en plus grand nombre qu'eux afin de faciliter l'analyse des échantillons. En principe, le nombre de microorganismes indicateurs devraient être proportionnel au taux de pollution fécale.
- Il doit avoir une croissance supérieure à celle des pathogènes éventuellement présent dans l'échantillon et présenter des propriétés culturales et biochimiques uniformes et stables ; de plus, il doit être facile à isoler, à identifier, et à énumérer en analyse de routine.
- Enfin, il est souhaitable qu'il soit plus résistant aux agents de désinfection et au milieu aquatique que les pathogènes afin que sa destruction marque avec certitude celles des pathogènes (Rodier, 1996).

V. Comment peut-on gérer un risque majeur en santé publique :

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie, loin s'en faut.

Elle véhicule en particulier nombre de micro-organismes, bactéries, virus et protistes en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain.

L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydriques.

Nous devons parler maintenant du concept de santé.

V.I. La santé :

V.I.I. Qu'est-ce que la santé ?

Il n'est pas aisé de définir la santé. Les définitions diffèrent selon le regard que l'on adopte. La santé est « l'état de quelqu'un dont l'organisme fonctionne normalement » (dictionnaire Larousse).

Pour le Dr Leriche (chirurgien), en 1936, « La santé, c'est la vie dans le silence des organes »

Et selon Georges Canguilhem, la santé « C'est la capacité de surmonter les crises ».

En 1946, pour l'Organisation mondiale de la santé (OMS) « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et sociale et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité »

V 1.2. Le concept de santé publique :

Aujourd'hui, le concept de santé publique regroupe toutes ces notions et s'appuie sur sciences différentes disciplines (savoir individuel et collectif, sciences humaines, biomédicales)

V.I.3. Définitions de la santé publique:

La santé publique prend en compte les dimensions d'organisation administrative, politique et économique. La santé publique aborde l'organisation de la santé pour une collectivité, une population à un niveau individuel et à un niveau collectif.

L'OMS, en 1952, en donne la définition suivante

« La santé publique est la science et l'art de prévenir les maladies, de prolonger la vie et d'améliorer la santé et la vitalité mentale et physique des individus, par le moyen d'une action collective concertée ».

La santé publique est aujourd'hui une discipline autonome qui s'occupe de l'état sanitaire d'une collectivité, de la santé globale des populations sous tous ces aspects : curatif, préventif, éducatif et social. La santé publique peut être aussi considérée comme une institution sociale, une discipline et une pratique.

Dans ce cas, la santé est conditionnée par l'hygiène de l'environnement et par la qualité de l'eau utilisée par l'homme dans son milieu.

V.I.4. Exemple de programme de santé publique : la prévention :

La prévention est une attitude et/ou l'ensemble de mesures à prendre pour éviter qu'une situation ne se dégrade, ou qu'un accident, une épidémie ou une maladie ne survienne. Elle consiste.

- A limiter le risque : mesures visant à prévenir un risque en supprimant ou en réduisant la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux ;
- A prévoir des mesures pour se protéger du risque
- À mettre en place des actions pour dépister la maladie en situation de risque.

V.I.5. Exemples de programmes :

Eviter la survenue de maladie, ensemble des actes destinés à diminuer l'incidence d'une maladie, donc à réduire l'apparition des nouveaux cas.

- La promotion de bonnes conditions alimentaires et nutritionnelles, hygiène de vie
- Un approvisionnement suffisant en eau saine ;
- La protection maternelle et infantile et la planification familiale
- La vaccination contre les maladies infectieuses ;

V.2. La prévention va cibler les maladies les plus fréquentes et graves :

V.2.1. Cas des maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (MTH) : elles sont à l'origine de la mortalité très élevée des populations des pays en voie de développement.

La raison principale de ces maladies est la pauvreté. Nombre de populations ne disposent pas d'eau potable, les aménagements indispensables aux traitements des eaux usées et à la fabrication d'eau potable étant trop coûteux, ni même des soins que ces affections nécessitent, les infrastructures médicales n'étant pas suffisantes.

V.2.2. Déclaration « des « Maladies à déclaration obligatoire »

Parmi les pathologies avec une possible par l'eau de consommation, la surveillance épidémiologique repose sur la obligatoire (DO) pour les pathologies et événements suivants : Fièvre typhoïde, Hépatite virale, Choléra et Dysenteries.

Chaque structure médicale (Centre Hospitalo-Universitaire, Centre de santé ou cabinet médical privé) est tenue de communiquer le nombre de cas diagnostiqués ainsi que des informations médicales (signes cliniques, complémentaires) et d'état civil (sexe, âge) et adresse pour chaque patient atteint d'une des maladies surveillées.

La quantité et la qualité des approvisionnements en eau ont un impact direct sur la santé des populations.

Le réseau de l'eau potable est essentiel dans la recherche de la cause d'une maladie à transmission hydrique.

Le réseau des eaux usées est essentiel dans recherche de la cause d'une maladie à transmission hydrique. (SI MOHAMMED NASR EDDINE, 2012)

VI. Mesures préventives pour disposer d'une eau de boisson de bonne qualité :

1. L'aménagement et la protection des points d'eau réalisés et zones de captage pour éviter tout risque de contamination de l'eau
2. La collecte, le transport et le stockage à domicile de l'eau dans des conditions sanitaires satisfaisantes

3. Le suivi de la qualité de l'eau ce qui implique nécessairement des systèmes d'exploitation et de maintenance des ouvrages performants et des systèmes de mesure de la qualité de l'eau fiable.

4. Sensibiliser et éduquer à l'hygiène individuelle afin de modifier les comportements

- Se laver les mains
- Rendre l'eau potable (filtration, ébullition, javellisation.) et protéger son stockage
- Laver les ustensiles de cuisine à l'eau propre,
- Veiller à une bonne hygiène alimentaire.

5. Mobiliser et responsabiliser les communautés à l'hygiène. Collective par des messages adaptés.

6. Construire (au bon emplacement), utiliser et entretenir les latrines et fosses septiques.

7. Protéger les points d'eau les adductions d'eau, les réservoirs de stockage.

VII. Les MTH dans la wilaya de sidi bel abbes :

Pas moins de 1176 cas de maladies à déclaration obligatoire (MDO) ont été enregistrés en 2017 dans la wilaya de Sidi Bel-Abbès, dont 56 cas isolés d'hépatite (A) ont été déclarés à travers 14 communes en 2014, soit 2,29% du total des maladies virales recensées durant la même année, et 44 cas en 2019 des chiffres alarmants.

Selon les enquêtes épidémiologiques, la cause principale de cette maladie en question est essentiellement liée à l'absence de propreté.

Selon un rapport sur la santé préventive 2017 et le plan annuel 2018 de lutte contre les maladies à transmission hydrique et zoonoses, l'étude comparative élaborée par le service de la prévention de la DSP fait ressortir que trois cas d'hépatite A ont été enregistrés en 2018, alors qu'au cours de la même période de l'année 2016, 25 cas de cette maladie virale ont été enregistrés à travers la wilaya. (DSP)

Cependant, l'on signale que cette morbidité, qui était de 2,17% en 2016, est passée à 2,29% en 2017 et à 1,38% en 2018. Pour ce qui est de la dysenterie et du choléra, aucun cas n'a été enregistré depuis 2013 sauf un cas de typhoïde. Quant aux intoxications alimentaires, le bilan

de la direction de la santé et de la population de la wilaya fait état de 217 cas qui ont été enregistrés en 2017, soit 17,01% des maladies obligatoirement déclarées à travers 14 communes de la wilaya. (DSP)

Ainsi, face à toutes ces maladies qui ne cessent de prendre de l'ampleur, un dispositif de lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH) et maladies transmissibles par l'animal a été mis en place pour les saisons estivale par la direction de la santé et de la population, en collaboration avec les directions directement concernées par ce phénomène.

Tableau n° 15 : Nombre de cas de MTH enregistré au niveau de la wilaya de sidi bel abbés de l'année 2005 jusqu'au 2019-05-01

Direction de Sante et de Population

Service de la prévention

Maladies	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cholera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dysenterie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fievre typhoide	6	6	6	6	2	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Hépatite virale.A	0	1	2	22	5	9	19	22	33	56	41	25	27	31	44

NB : nombre de cas d'hépatite virale a été arrêté au mois de Mars 2019-05-26

Concluons que les Maladies à transmission hydrique ont un fort impact sur la santé humaine

- Concernent surtout les populations défavorisées
- Accès à une eau de qualité est un droit humain de base
- Quantité d'eau constante sur Terre alors que l'accroissement des populations et leurs besoins nécessitera une solidarité internationale

Vu que le principe d'écologie s'intéresse à la rareté qualitative de l'eau qui pourrait porter atteinte à l'intégrité des écosystèmes ainsi que la protection de la santé publique.

Il passe en revue des actions et la stratégie à mettre en place contre la pollution de l'eau et la lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH).

Chapitre III. Les maladies à transmission hydriques « MTH »Conséquences sur la santé Humaine

La prise en charge des recommandations de ce principe ne peut se faire qu'à partir d'une concertation multisectorielle avec le ministère chargé de l'environnement et celui de la santé. Afin de l'appliquer de manière efficiente, une panoplie des mesures sont prônées par l'ex-MEAT (1995) entre autres la réhabilitation des STEP, l'épuration des eaux usées et la protection de la qualité de l'eau. (KHERBACHE N, 2014).

I.1. But et méthodologie de travail :

L'objectif principal de notre travail pour la partie pratique, consiste à contrôler la qualité d'eau potable destinée à la consommation par la population de la ville de Sidi Bel Abbés.

Cette tâche a été donc exécutée auprès des services de l'ADE (Algérienne des eaux) durant la période du stage de fin d'étude, au sein du laboratoire central, sous la direction des personnels compétants, différentes opérations dans ce cadre ont été effectuées afin de mener à terme, ma contribution et ma recherche en ce domaine quant à l'étude et la réalisation du thème de mon mémoire de fin d'étude.

Les trois sites de prélèvement ont été choisis par les ingénieurs de laboratoire de l'ADE selon la disponibilité des données et l'axe de ces derniers :

-Barrage de sidi Abdelli,

- Source d'Ain skhouna

-Station de traitement et mélange des eaux 'RV 8000 ' (RV réservoir)

Un programme régulier et minutieux a été élaboré par mon encadreur, en ce sens et ce par différentes étapes bien entendu en vue d'aboutir à un résultat concret conformément au thème à étudier, à savoir :

- En premier aspect, un contrôle analytique global sur des échantillons représentatifs renfermant un bilan général regroupement des
- « Tests physico-chimiques et bactériologiques » ;
- Une interprétation des résultats d'analyses pour une conformité par rapport aux normes de potabilité, adoptées en Algérie pour une meilleure qualité d'eau ;
- Et enfin l'étude de l'impact sur la santé publique en vigueur conformément aux règles internationales ' OMS'.

II.2. Protocol d'activité pratique (matériel et méthode) (le travail a été réalisé à l'aide du personnel de laboratoire)

1. Prélèvement des échantillons sur site « Préparation des flacons, identification des échantillons d'eau »
2. Conduite du travail « Appareillage et matériels utilisés »
3. Modes opératoires des essais biologiques et physico-chimiques
4. Exécutions des analyses au laboratoire de contrôle

5. Tests physico-chimiques et bactériologiques
6. Etablissement systématique des bulletins d'analyse
7. Suivi analytique « durant la période de mon stage »
8. Interprétation des résultats d'analyses
9. Synthèse, valeurs et graphes « Pour étude ».

II. Opération d'échantillonnage

II. 1 Prélèvement des échantillons

Avant tout control analytique, on procède préalablement à une opération d'échantillonnage dont cette action se déroule selon des étapes, notamment :

- Préparation des flacons propres en polythène d'une capacité de 500 ml à 1 litre pour des échantillons représentatifs d'eau potable.
- Drainage de la ligne en laissant couler, le robinet pendant un temps suffisant en rinçant simultanément les flacons avant le prélèvement final afin d'assurer une bonne représentativité de ces échantillons avant examen au labo.
- Renseigner soigneusement ces derniers avec étiquetage des flacons en mentionnant : « Endroit, Date, Heure de prélèvement Nature du produit etc... », pour faciliter l'identification durant les analyses.
- S'assurer également durant la collecte des échantillons, des conditions appropriés de conservation dans une glacière' pour éviter tout de même la multiplication des germes principalement dans l'eau destinée l'examen bactériologiques ainsi pour d'autres tests d'une même importance lors des confirmations d'analyse.

II.2. Equipement, Appareillage et Verrerie utilisés

Nous avons utilisé lors des manipulations, un matériel nécessaire avec un certain nombre d'équipements normalisés Verrerie : Tubes à essai, des béchers, Erlen Mayer, pipettes, burettes, entres autres pour les dosages volumétriques : (le matériel et disponible au niveau de laboratoire)

Matériel Nécessaire :

- Burette de 25ml
- Pipette de 5 ml et 1ml
- Erlen Mayer de 50 ml/ 250 m
- Erlen Mayer de 100 ml

Appareillage :

-Spectrophotomètre UV/visible 'longueur d'onde $\lambda= 650 \text{ nm}$

-Cuve de 10 mm

-Pipettes

-Erlen de 250 ml

- Appareillage : Thermomètres, Incubateur, turbidimètre, PH-mètre, conductivimètre, Colorimètre spectrophotomètre UV/ Visible, Absorption atomique (Voir figures illustrées en annexe)



Figure n° 11Turbidimètre

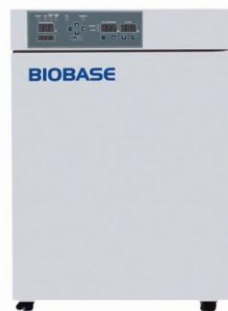


Figure n° 12 Incubateur



Figure n° 13 tubes à essais



Spectrophotomètre **Fig. n°14/ 15**



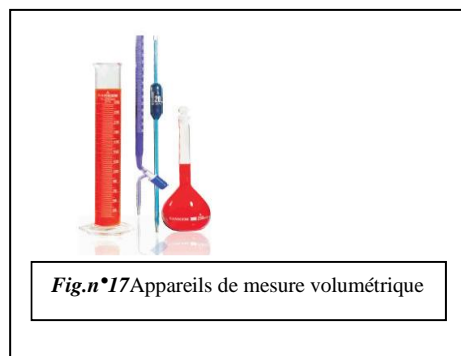
Fig.° 16 becs bensen



Figure n° 9 :PH-mètre



Figure n° 10 : Conductivimètre



III. Méthodes d'Analyses

Des méthodes d'analyses selon les normes sont appliquées pour les différents essais avec des modes opératoires normalisés, conformément à la certification ISO 9000 version 2015 de l'unité.

J'ai donc suivi sous l'orientation des cadres techniques de l'entreprise et ingénieurs du laboratoire, un protocole de travail en adoptant, une méthodologie type quant aux analyses effectuées au laboratoire afin d'avoir plus d'information et idées en vue d'enrichir d'avantage mon mémoire et donner un éclaircissement pour le lecteur de ce fascicule.

III.1 Analyses microbiologiques :

Principaux tests des germes indicatifs ont fait l'objet d'un examen bactériologique tel :

- Dénombrement des germes totaux ;
- Recherche des coliformes totaux & fécaux ;
- Recherche des streptocoques fécaux ;
- Dénombrement des clostridium sulfato-réducteurs ;
- Recherche des salmonelles.

Recherche et dénombrement des germes totaux :

La recherche et le dénombrement des germes revivifiants se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 22 et ceux franchement mésophiles soit 37°C.

Milieu de culture

Gélose glucosée typtonne à l'extrait de levure (TGEA).

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45±1 oc.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

* Incubation :

La première boîte sera incubée, couvercle à 220C, La seconde sera incubée couvercle à 37oc, pendant 72 heures avec

Lecture :

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

Dénombrement

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte deux remarques suivantes

1. Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
2. Le résultat sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à 220 et 37 °C.

Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide :

Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire selon :

En milieu liquide sur BCPL par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir.

- Le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux
- Le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzi et réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

***Milieux de culture et réactifs :**

*Bouillons lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL) à double concentration (DIC) et simple concentration(S/C).

*Milieu de confirmation Schubert muni d'une cloche de durham.

*Réactif de Kovacs pour la recherche d'indole.

*Table NPP.

*** Mode opératoire :**

1 -Test de présomption

Le système utilisé pour une eau traité est le système 5-1-1.

*On prend 5 tubes à essai contenant 10 ml du milieu BCPL D/C avec cloche de durham, porter aseptiquement 10ml d'eau analyser dans chaque tube.

*On prend 2 tubes a essai contenant le milieu BCP L S/C avec cloche de durham, porter aseptiquement I ml d'eau à analyser dans un tube et 0.1 ml d'eau à analyser dans l'autre tube.

*Chassez les bulles d'air présent éventuellement dans les cloches de durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.

*L'incubation se fait à 37°C pendant 24-48 heures.

Lecture.

- Sont considérés comme positifs les tubes présents
- Un dégagement gazeux important, supérieur à 1/10 de la cloche.
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady

2/ Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzi est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli.

Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44 °C.

Escherichia coli est un coliforme thermo tolérant qui entre autres :

Produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C

Donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl,

Ne produit pas de l'acétyl méthyl carbinol

N'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois

Un dégagement gazeux.

Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait que « *Escherichia Coli* » est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

La recherche et dénombrement des streptocoques fécaux se fait aussi en milieu liquide par la technique du nombre la plus probable.

***Principe :**

Rechercher et dénombrer les streptocoques fécaux considérés comme des témoins de pollution fécale.

Elle compte deux temps.

- La recherche présomptive du streptocoque.
- La recherche confirmative des streptocoques fécaux.

***Milieu de culture :**

- Milieu de Roth à D/C.
- - Milieu de Roth à S/C.
- Milieu de litsky.

Mode opératoire : Le test de présomption se fait sur milieu Rothe D/C et SIC.

Le test de confirmation se fait sur le milieu Eva Litsky.

1- Test de présomption

Prendre 5 tubes contenant 10 ml du milieu Rothe D/C, ajouter aseptiquement dans chaque tube 10 ml de l'eau à analyser.

Ensuite, prendre 2 tubes contenant 10 ml du milieu Rothe SIC, porter aseptiquement dans le premier tube 1ml et dans le second 0.1 ml d'eau à analyser.

Bien mélanger l'inoculum dans l'eau.

L'incubation se fait à 37 ° C pendant 24 à 48 heures.

*** Lecture :**

Sont considérés comme positifs, les tubes où on observe une pastille blanchâtre au fond du tube.

Aucun dénombrement ne se fait à ce stade, les tubes positifs feront l'objet d'un repiquage.

2- Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

On met le contenu des tubes de Rothe positifs dans des contenants le milieu Eva Litsky, puis on mélange bien le tout.

L'incubation se fait pendant 24 heures à 37 °c.

*** Lecture :**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois

* un trouble microbien, et une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

* La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP.

. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteur :

*** Principe :**

Après la destruction des formes végétatives par à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu fondu additionné de sulfite de sodium et d'alun de fer. Après solidification et incubation, la présence de germes sulfito- réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

***Milieu de culture :**

-Gélose viande foie.

-Solution d'alun de fer.

***Mode opératoire :**

A partir de l'eau à analyser.

* prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de défruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.

* Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.

*Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.

*Ajouter environ 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à 45±10C.

* Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.

Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37 °C, pendant 24 à 48 heures.

*** Lecture :**

Les tubes montrant des spores seront pris pour positifs. On fait le dénombrement des spores.

III. 2. Analyses physico-chimiques

- Température
- PH à 25°C
- Conductivité à 25°C
- Oxygène dissout
- Sels totaux dissouts TDS
- Mesure du PH à 25°C

Objet :

Le Potentiel d'Hydrogène est une technique utilisée pour déterminer la grandeur physico-chimique généralement connue sous le nom de « PH », Permettant les mesures potentiométriques de routine particulièrement avec les couples d'électrodes de verre à haute impédance.

Le domaine d'application englobe les mesures de PH, de tension Rédox.

Caractéristiques techniques :

Le PH Mètre numérique modèle WTW Inolab 720, conçu pour les tests de routine avec une gamme de mesure ;

PH : 0-14 avec une variation de 0,01

Tension U ; 1999 mV Δ mV = 1 Mv

Mise en SERVICE : Allumer l'appareil de mesure :

- Poser l'appareil de mesure sur une surface plane et le protéger de l'exposition de la lumière et à la chaleur intense.
- Appuyer sur la touche **In /Off**
l'appareil commute sur le dernier mode de mesure sélectionné.

- Raccorder la chaîne de mesure du PH (L'électrode) à l'appareil. L'appareil est prêt à marcher


Mesure de PH :

Lorsque vous désirez effectuer des mesures, effectuez les préparatifs suivants :


1- connecter la chaîne de mesure (l'électrode) à l'appareil

2- Thermo stater les solutions de contrôle ou solutions tampons ou mesurer la température actuelle, au cas où la mesure est effectuée sans sonde de température.

3- Calibrer ou contrôler l'appareil avec la sonde de mesure

4- sélectionner le mode de mesure avec 

5- Immerger l'électrode du PH dans le milieu de mesure.


6- Appuyer sur la touche  jusqu'à ce que PH apparaisse, la valeur du PH s'affiche à l'écran avec la température.

Calibration du PH mètre :

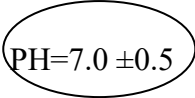
Calibration à Deux Points :

Pour cette Procédure, utilisez deux solutions tampons :

- PH=7.0 ±0.5
- Autres solution tampon au choix



1- Appuyer sur la touche  et répéter cette pression jusqu'à ce qu'apparaisse

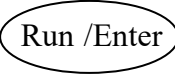
L'indication de la fonction **Con Cal**

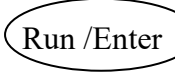
2- Immerger la chaîne de mesure (l'électrode) dans la solution tampon 

3- Appuyer sur Run /Enter à l'écran apparaît la valeur du PH mesurée

4- Régler la valeur Nominale du PH de la solution tampon (à la température actuelle)

avec les touches  

5- Appuyer sur  à l'écran apparaît la valeur de l'asymétrie (mV) et le symbole de la sonde

6- Appuyer sur  à l'écran apparaît SLO (point zero)

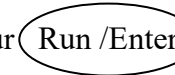
7- Rincer la chaîne de mesure avec soin à l'eau distillée

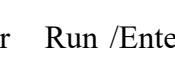
8- Immerger la chaîne de mesure (l'électrode) dans la deuxième solution tampon de votre choix


9- Appuyer sur  à l'écran apparaît la deuxième valeur du PH mesurée

10- Régler la valeur Nominale du PH de la solution tampon (à la température actuelle) avec

les touches  

11- Appuyer sur  à l'écran apparaît la valeur de la pente (mV/PH).

12- Appuyer sur  à l'écran apparaît encore une fois la valeur de l'asymétrie (mV)

13- Retour en mode de mesure : Appuyer sur la touche  Conductivité à 25°C

Mesure de la Conductivité Electrique

Selon appareil WTW Inolab Cond 720

OBJET et DOMAINE D'APPLICATION :

Méthode de mesure de conductivité à tous types d'eau, elle peut être utilisée pour contrôler la qualité des eaux de surface, des eaux dans la distribution de l'eau et les stations de traitement et finalement des eaux résiduaires. L'analyse exhaustive des constituants ionique de l'eau peut être vérifiée en utilisant cette méthode. Dans certains cas, des valeurs absolues sont importantes dans d'autres cas, seules des variations relatives présentent de l'intérêt

DEFINITIONS :

Conductance Spécifique, Conductivité Electrique :

Inverse de la résistance , mesurée dans des conditions spécifique entre les faces opposées d'un cube unité (de dimensions déterminées) d'une solution aqueuse pour l'examen de la qualité de l'eau , celle-ci est souvent appelée « **CONDUCTIVITE ELECTRIQUE** » et peut être utilisée comme mesurage de la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon (Définition tirées de l'ISO 6107/2) elle est exprimée en Siemens /Mètre. Les symboles σ et κ sont aussi utilisés pour designer la Conductivité électrique (Voir ISO 31/5).

PRINCIPE :

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses. La conductivité électrique est une mesure de courant conduit par les ions présents dans l'eau (phénomène de conducteurs de deuxième espèce) et dépend :

a : de la concentration , b : de la nature des ions , c : de la température de la solution d : de la viscosité de la solution.

Une eau pure, telle qu'elle résulte de sa propre dissolution à une conductivité électrique à 25°C de **5.843** Microsiemens/mètre.

Mise en Service :

Allumer l'appareil de mesure :

- Poser l'appareil de mesure sur une surface plane et le protéger de l'exposition de la lumière et à la chaleur intense.
- Raccorder la cellule de mesure (L'électrode) à l'appareil .l'appareil est prêt à marcher
- Appuyer sur la touche **In /Off**
A l'écran s'affiche rapidement le test d'affichage. L'appareil commute automatiquement sur le dernier mode de mesure sélectionné.
- Contrôler la Constante de cellule.

CONTROLE DE LA CONSTANTE DE CELLULE :

1-Appuyer sur la touche **CAL** et répéter cette pression jusqu'à ce que l'indication **LF CELL** apparaisse

LF CELL

2-Appuyer sur **Run /Enter** La constante de cellule sélectionnée en dernier lieu s'affiche.

Par exemple $0,475\text{Cm}^{-1}$

CAL
 $0,475^{1/cm}$

3-Retour au mode de mesure : appuyer sur la touche **M** lorsque la constante de cellule apparaisse

MESURE : Lorsque vous désirez effectuer des mesures , effectuez les préparatifs suivants :

- Raccorder la cellule de mesure (Electrode) à l'appareil de mesure
- Tempérer les solutions de contrôle (les échantillons) ou solutions tampons ou bien mesurer la température actuelle si la mesure est effectuée sans sonde de température
- La présence de sonde de température est afficher à l'écran sous forme de l'indication suivante **TP**
- Calibrer l'appareil avec la cellule de mesure (Electrode)ou bien contrôler la constante de cellule réglée.
- Sélectionner le mode de mesure avec **M**

DETERMINATION /REGLAGE DE LA CONSTANTE DE CELLULE AUTOMATIQUE :

Pourquoi déterminer ou régler la constante de cellule ?

Le vieillissement entraîne de faibles modifications de la constante de cellule.Par conséquent, la valeur mesurée afficher manque de précision. Par la calibration, la valeur actuelle de la constante de cellule est mesurée et enregistrée dans l'appareil de mesure. C'est pourquoi il faut calibrer à intervalle régulier.

DANS LA SOLUTION TAMPON DE KCL 0,01Mole/L :

Pour déterminer la constante de cellule :

1-Appuyer sur la touche **CAL** et répéter cette pression jusqu'à ce que l'indication **LF CELL** apparaisse

LF CELL

2-Appuyer sur **Run /Enter**.

3-Appuyer sur la touche **CAL** et répéter cette pression jusqu'à ce que l'indication suivante apparaisse

CAL 0,475^{1/cm}

4- Immerger les cellules de mesure dans le standard de contrôle de KCL 0,01mole/l. (solution tampon de KCL)

5-Appuyer sur **Run /Enter.**

Si aucune sonde de température n'est raccordée, entrer la température actuelle de la solution

Avec les touches   et confirmer avec **Run /Enter**

Si une sonde de température est raccordée la mesure **AR** (AutoRun) pour la détermination de la constante de cellule démarre.

AR clignote jusqu'à ce que le signal soit stable. Le processus de calibration est achevé lorsque l'indication **AR** ne clignote plus

La constante de cellule s'affiche et l'appareil enregistre automatiquement la constante de cellule

CAL 0,476^{1/cm}

REMARQUE : Cette méthode de calibration automatique dans le standard de contrôle de KCL 0,01mole/l est applicable uniquement aux cellules de mesure dont les constantes de cellules se situent dans la plage de 0,450 à 0,500 Cm⁻¹ ou de 0,800 à 1,200 Cm⁻¹

III.3 Contrôle des paramètres organoleptiques

Contrôle de l'aspect : L'échantillon à examiner présente visuellement un aspect limpide, sans dépôt au fond du bécher, pas de corps solides flottants absence d'opalescence, ainsi par ces caractéristiques, l'eau est dite à la base qu'elle est potable et de bonne qualité.

Contrôle de la couleur

La couleur de l'eau à analyser souvent claire en absence de certains particules colloïdales en solution ou en suspension toutefois les ions ferreux ou ferrique, tels fe⁺²/ fe⁺³, éventuellement présents avec certaines matières organiques, agissent en conséquence pour donner une légère teinte et favorise une coloration.

Contrôle de l'odeur

En effet toute odeur quel que soit son origine est facteur de pollution ou de présence éventuels des matières organiques en décomposition, ce test met évidence vraisemblablement, le sens olfactif car une eau destinée à la consommation doit être parfaitement inodore.

Contrôle de la saveur

Finalement, quant à la saveur, elle ne peut être décelable qu'à la dégustation, bien entendu en gouttant l'eau de provenances et de dilutions diverses, on compare alors l'échantillon à analyser à une eau « sans gout » considérée comme référence.

IV Contrôle des paramètres de Pollution

Analyses microbiologiques

Pour l'ensemble des coliformes totaux & fécaux, les Streptocoques fécaux, les clostridium sulfato-réducteurs, des salmonelles.

- Méthode solide utilisant une gélose comme milieu de culture.
- Méthode liquide : un tube liquide en guise de milieu de culture.

Recherche et dénombrement des germes totaux

La recherche et le dénombrement des germes totaux s'effectue à différentes températures afin de cibler à la fois le micro-organismes "22°C", à tendances psychrophiles et ceux à caractères mésophiles "37°C"

Milieux de culture

Généralement en guise de milieu de culture, on utilise pour ce genre de coliformes, des géloses glucosé tryptonées à l'extrait de levure " TGEA "

Mode opératoire :

Prendre dans des boites de pétri, préalablement préparés pour l'examen microbiologique une quantité suffisante de gélose fondue et refroidie, bien secouer et mélanger, laisser se solidifie sur paillasse avant de passer à leur incubation.

Ensuite placer les séparément, de telle façon que chaque boite de pétri sera incubée à sa température respective. Les lectures se font respectivement après

- 24 heures en première phase
- à 48 h puis à 72 h

Les germes poussent en masse sous forme de colonies lenticulaires.

En fin d'analyse, procéder au dénombrement en tenant compte du nombre situé entre 15 et 300 c et le résultat donc sera exprimé par millilitre d'eau à analyser à température fixée pour chaque boite pétrie à 22°C & 37°C.

Procéder de la même façon pour déterminer le dénombrement de toute la panoplie des autres coliformes restants et selon des techniques relatives à leurs différents comportements.

V. Tests physico-chimiques

V.1 Dosages volumétriques

Détermination de la dureté totale ‘‘TH’’

Cette méthode est applicable pour l’eau brute, les eaux industrielles, Mais elle n’est pas applicable pour les eaux colorées.

Principe :

Les ions Ca^{++} & Mg^{++} présents dans l’eau sont complexés par l’addition de l’EDTA, le point final est détecté par le noir d’Eriochrom T qui donne une couleur pourpre en présence de Ca^{++} et une couleur bleu lorsque ces derniers sont complexés.

Réactifs : Solution Tampon PH 10

Dissoudre 8,2 g de NH_4C dans 200ML d’eau distillée ,ajouter 112 ml de NH_4OH concentrée et diluer à 1 litre avec de l’eau distillée.

HCl (1+4)

MODE OPERATOIRE

Prendre 10 ml d’échantillon, ajouter 1 ml de solution tampon ph 10 plus une pincée d’indicateur NET et titrer avec la solution d’EDTA jusqu’à la coloration bleue

Résultat

Dureté Totale $V \text{ ml} \times N \times EG \text{ CaCO}_3 \times 1000$

TH= -----

Prise d’essai

Facteur = $\frac{N \text{ EDTA} \times 50 \times 1000}{10}$

10

En degré français sachant qu’1 °F = 10 ppm CaCO_3 (1°F=1/ 5 de l’équivalent gramme)

V : Volume d’EDTA utilisé pour la titration
N : Normalité d’EDTA

EG : $100 / 2 = 50$ Equivalent gramme CaCO_3

Solution de CaCl₂ :

Dissoudre 0,2g de CaCO₃ dans une solution de d'HCl (1+4), ajouter très lentement ce dernier en mettant un verre de montre sur le bécher pour éviter les pertes et quand tout CaCO₃ s'est dissout, évaporer la solution jusqu'à sec , y ajouter 5 ml d'eau distillée et faites évaporer de nouveau, répéter l'opération plusieurs fois afin d'éliminer l'acide libre ' dissoudre le résidu dans l'eau distillée et diluer à 1 litre .

Solution Standard d' EDTA à (1ml = 1 mg /l caco₃0,02 M / 0,002 M

Dissoudre 4g d'ELTA dans 1000 ml d'eau distillée, ajuster le PH à 10,5 avec NaOH 50 g/l et déterminer la concentration de cette solution avec CaCl₂.

Procéder ensuite à une dilution pour préparer celle de 0,002 N.

V .1.1Détermination Calcium 'Ca⁺⁺'

Objet :

Cette méthode est applicable pour l'eau brute, les eaux industrielles, mais elle n'est pas applicable pour les eaux colorées.

Principe :

Les ions Ca⁺⁺ présents dans l'eau sont complexés par l'addition de l' EDTA, le point final est détecté par le murexide qui donne une couleur Pourpre en présence de Ca⁺⁺ et une couleur violette lorsque ces derniers Sont complexés.

Réactifs :

Solution PH 12-13 NaOH « 50 g / l »

Dissoudre 50 g de NaOH dans 1 litre d'eau distillée HCl (1+4)

Indicateur Murexide

Prendre 0,2 g de pourprâtes d'ammonium et 100 g de NaCl, moudre le mélange finement pour avoir une granulation de 40 à50 mesh

MODE OPERATOIRE :

Prendre 10 ml d'échantillon, ajouter 1 ml de solution NaOH « 50 g / l » plus une pincée d'indicateur Murexide et titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à la coloration violette.

Résultat

Dureté Calcium V ml X N X EG CaCO₃ X 1000

Ca= -----

Prise d'essai

Facteur = $\frac{N \text{ EDTA} \times 50 \times 1000}{10}$

10

En degré français sachant qu'1 °F = 10 ppm CaCO_3 (1°F=1/ 5 de l'équivalent gramme)

V : Volume d'EDTA utilisé pour la titration **N**: Normalité d'EDTA

EG : $100 / 2 = 50$ Equivalent gramme CaCO_3

V .1.3 Détermination Magnésium

On peut déterminer la valeur du magnésium en déduisant la teneur du calcium de la dureté totale, soit $\text{Mg}^{++} = \text{TH} - \text{Ca}^{++}$

V .1.4 Détermination de l'alcalinité TA / TAC

Objet :

La détermination du Titre Alkali-métrique (**TA**) et du Titre Alkali-métrique complet (**TAC**) définit l'alcalinité des eaux brutes naturelles épurées des chaudières et de condensation.

Domaine d'Application : L'alcalinité **TA** est le dosage des ions Hydroxydes et bicarbonates en moitié à PH alcalin conformément à l'indicateur utilisé qui est la phénol phtaléine.

L'alcalinité **TAC** est le dosage des ions restants tels les carbonates et hydrogénéo-carbonates en plus des ions sulfites & phosphates

Réactifs :

- Acide Chlorhydrique (0,01 N)
- Indicateurs colorés Phénol Phtaléines
- Méthyle orange.

MODE OPERATOIRE

1. **Mesure de TA :** Pipeter 50 ml d'eau à analyser dans un Erlenmayer ajouter 5 gouttes de Phénol Phtaléines, si la solution reste incolore, $\text{TA} = 0$ si elle vire plutôt au rose, procéder donc à la nitruration avec une solution de HCL à 0,01 N jusqu'à l'incolore
2. **Mesure de TAC**

Pipeter 50 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer ajouter 5 gouttes d'indicateur Méthyle orange puis titrer avec HCL 0,01 N jusqu'au virage rouge orange

CALCUL :

$$TA \text{ \&/ou } TAC \text{ (ppm)} = \frac{V_{HCL} \times N_{HCL} \times EG / 2 \text{ } CaCO_3}{S} * 10^3$$

Sachant que S : La Prise d'essai
V : volume de HCL utilisé pour la titration de la solution.
N : La Normalité d'acide utilisé

V .1.5 Détermination des chlorures "Cl⁻"

Cette méthode est applicable pour les eaux industrielles contenant plus de 5 mg/l les ions chlorures sont précipités en formant un précipité blanc de agcl, la fin du dosage est indiqué par la coloration rouge brique de Ag₂Cr O₄

Réactifs :

Nitrates d'Argent « AgNO₃ » 0,028N / 0,0028N

Dissoudre 9,514g de AgNO₃ dans 800 ml d'eau distillée, puis compléter à 2000 ml et procéder directement à la standardisation ; Diluer la solution pour en avoir celle de 0,0028

solution de Chlorure Sodium : « NaCl standard » 0,025N / 0,0025

Dissoudre 1,4613g de NaCl ' séché au préalable à l'étuve à 60°C pendant 1 h' et compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

Diluer cette dernière pour avoir la solution de 0,0028 N

Indicateur K₂ CrO₄

Dissoudre 50g de Chromate de potassium dans 100 d'eau distillée et ajouter un peu de nitrate d'argent jusqu'à obtention d'une légère teinte sous forme de précipité rouge compléter, filtrer et stocker dans une bouteille brune à l'abri de la lumière .

Standardisation

Prendre 50 ml de la solution de de NaCl à 0,025 N, ajouter quelques gouttes du chromate de potassium et titrer avec la solution de AgNO₃ jusqu'au virage rouge brique et déterminer la Normalité comme suit :

$$N \text{ AgNO}_3 = \frac{N \text{ NaCl} \times V \text{ NaCl}}{V \text{ AgNO}_3}$$

MODE OPERATOIRE :

Prendre 10 ml d'échantillon et ajouter approximativement 1 ml de l'Indicateur Chromate de potassium titrer par AgNO₃ jusqu'à à obtention du précipité rouge brique

CALCUL :

$$\text{Cl}^- \text{ mg / l} = \frac{((V1-V2) \times N \times 35,5 \times 1000)}{S}$$

V1 : Volume du titrant pour l'échantillon - **V2** : Volume pour le blanc
N : Normalité de Ag NO₃ - **S** : prise d'essai ' Echantillon

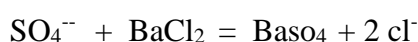
$$\text{Facteur} = \frac{N \times 35,5 \times 1000}{10} = F1 \text{ en ppm}$$

En degré français 1° F = 1 / 5 Equivalent gramme = 35,5 / 5 = 7,1 et F1/ 7,1 = **F2°**F

V .1.6 Détermination Sulfates 'SO₄²⁻'

Objet de la Méthode: Cette méthode contrôle rapidement les sulfates qui se trouvent dans les eaux industrielles dont les concentrations entre 10 et 100 ppm SO₄²⁻.

Les sulfates sont convertis en sulfates de barium ; l'addition du chlorure de sodium et la glycérine, c'est pour maintenir la suspension et minimiser les interférences, la turbidité est déterminée par spectrophotomètre à une longueur d'onde de 400 nm et une cuve de 40 mm



Réactifs

Chlorure de Barium « BaCl₂.2H₂O »

Glycérine en solution 1+1 :1 Volume de glycérine + 1 volume d'eau distillée 1

. Chlorure de Sodium en solution : Prendre 240 g de NaCl dans une fiole d'1 l contenant 20 ml d'HCl concentré $d = 1,19$ et diluer à 1 litre avec de l'eau distillée

CALIBRATION :

SOLUTION STANDART: 1ml = 0.1 mg/l SO_4^{2-}

- Dissoudre 0,1479 de sulfates anhydres $Na_2 SO_4$ dans de l'eau distillée et diluer à 1 litre ..

Préparer une série de solutions standards de 0 à 100 ppm de sulfates (0, 4, 10, 20, 30, 40, 60, 80 et 100 ppm)

MODE OPERATOIRE

Prendre 50 ml d'échantillon et faire un blanc en parallèle avec la même eau dans deux béchers différents de 250 ml filtrer en cas où l'échantillon est trouble.

Ajouter à chacun de ces derniers 5 ml de la solution de NaCl, 10 ml de glycérine ensuite dans l'un des deux, 0,3 g de $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ dont il va être utilisé comme échantillon, agiter pendant 1 mn et laisser reposer pendant 4 mn avant de passer au spectro agiter pendant 5 secondes

N.B : procéder à la dilution en cas de fortes concentrations, utiliser l'autre béccher comme blanc et faire passer au spectro dans des cuves de 40 mm à une longueur d'onde de 400 nm. Lire la concentration sur la courbe d'étalonnage en mg/l

V .1.7 Détermination phosphates PO_4^{3-}

APPLICATION : Cette méthode couvre, la détermination photométrique des phosphates dans les eaux brutes. elle convient bien pour les eaux d'Alimentation entre 2 et 25 mg /l PO_4

Sommaire de la Méthode :

Cette méthode est basée sur une mesure photométrique de la couleur jaune de l'acide molybdo-vanadate d'ammonium développée dans l'échantillon, et l'intensité de cette couleur est proportionnelle à la concentration en ortho phosphates de l'échantillon

Interférences

Cette méthode n'est pas applicable aux eaux fortement colorées telles que les eaux de chaudières des tanneries ainsi des concentrations en ions ferriques interfèrent mais cela ne se présente généralement pas pour les eaux auxquelles la méthode est prévue

Réactifs :

Solution molybdo-vanadate d'ammonium

-Dissoudre 40 g de molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dans 250 ml d'eau distillée, puis dissoudre 1 g de méta vanadate d'ammonium $(\text{NH}_4 \text{VO}_3)$ dans un mélange de 300 ml d'eau distillée et 200 ml d'acide nitrique 'HNO₃' de densité 1,42 . ajouter la première solution à la seconde ;bien mélanger et diluer à 1 litre avec de l'eau distillée

PHOSPHATES « solution standard (1 ml = ,1 mg PO₄

Peser 0,1439 g de potassium dihydrogénophosphates KH₂PO₄ séché à l'étuve pendant 1 heure et faire dissoudre dans 1000ml d'eau distillée.

Calibration et Standardisation

Préparer une série de solution standard de PO₄ de 0 à 25 ppm en diluant la solution standard 1 ml = 0,1 mg PO₄ à 50 ml d'eau ; dont 1ml de la solution diluée donne un standard de 2,0 ppm PO₄.

Développer la couleur des solutions standards pendant 2 minutes et mesurer leurs absorbances à 400 μm, utiliser l'eau comme blanc et tracer la courbe d'étalonnage.

MODE OPERATOIRE

-Prendre 50ml d'échantillon dans un Erlen le filtrer si c'est nécessaire. Et diluer en cas de forte concentration dépassant les 25 mg /l,

-Ajouter 25ml de la solution de molybdo-vanadate d'ammonium et bien mélanger, laisser développer la couleur pendant 2 minutes et mesurer l'absorbance en utilisant l'eau comme blanc en guise de référence.

Passer spectrophotomètre. UV/VISIBLE à une longueur d'onde de 400 nm

Cuve de 20 et lire la concentration sur la courbe d'étalonnage.

CALCUL

Calculer la concentration en PO₄ comme suit :

$$\text{PO}_4 \text{ mg / l ou ppm} = c * 50 / s$$

C : concentration en mg / l PO₄ Indiquée par la courbe

S : ml d'échantillon utilisés comme d'essai

Précision :

La précision de la méthode peut être exprimée comme suit :

$$ST = (0,95a+9,5 / S \text{ et } SO + (0,55 a + 25) / S$$

ST = Reproductibilité en mg / l

S₀= Répétabilité en mg / l

A= Concentration en PO₄

S=volume en ml d'échantillon utilisé

V.2 Dosages Colorimétriques spectrophotomètre UV/Visible »

V.2 .1 Détermination de Nitrates "NO₃"

Principe : La détermination de la teneur en nitrate dans l'eau à analyser par la méthode au salicylate de sodium est basée sur un dosage spectrophométrique en présence du réactif en question, qui donne une solution colorée de paranitrosalicyque de sodium, mesurée à une longueur d'onde de 415 nm.

Procédé : Prendre un volume de 10 ml pour une prise d'essai d'eau à analyser dans un récipient de 60 ml conçu avec l'appareil et passer des étalons dans une gamme selon les dilutions, en fixant la longueur d'onde à 415 nm, lire la valeur d'absorbance en se réfère à la courbe d'étalonnage.

V.2 .1 Détermination de Nitrates "NO₂"

Principe

La détermination de la teneur en nitrite dans l'eau à analyser par la méthode DIAZOTATION, basée sur un dosage spectrophométrique en présence du réactif amino 4benzene sulfonamide en milieu acide, qui donne un complexe de dichlorure naphthyle 1 domino 1,2 éthane coloré pourpre, mesurée une fois ajuster La valeur du PH

Procédé :

Prendre un volume de 40 ml d'eau analyser dans une fiole jaugée de 50ml, régler le PH avec l'acide phosphorique "PH<0.9" procéder si nécessaire à des dilutions avant ajout les réactifs et filtrer si l'échantillon est trouble

V.2 .3 Détermination de l'ion ammonium "NH₄"

But : Cette méthode couvre la détermination rapide de l'azote ammoniacale (NH₄⁺) dans l'eau industrielle.

Réactifs utilisés :

-Solution standard de l'Azote ammoniacal. 1ml =0,01mg N₂

Peser 4,78 gr de sulfate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ séché à 105 °C pendant 1H, dans 1 litre d'eau distillée et stocker dans un flacon approprié.

Réactif de NESSELER

Solution de Soude NaOH : Dissoudre 250g d'Hydroxyde de sodium dans 1litre d'eau distillée.

- **Solution de Tartrate double de potassium**
- Dissoudre 300g d'Hydroxyde de Tartrate double de potassium dans 1litre d'eau distillée

Solution de Sulfate de zinc $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

Dissoudre 100 gr de sulfate de zinc dans 1000 ml d'eau, (en absence du tartrate double, utiliser l'EDTA)

EDTA : Dissoudre 500 gr d'éthyle di -amine tétra acétique, dans de l'eau contenant 100g de NaOH et laisser refroidir puis compléter à 1 litre avec de l'eau distillée.

Mode opératoire

Procédé :

NB : Si l'échantillon est turbide, ajouter 1ml de ZnSO_4 et 1 ml de **NaOH** jusqu'à PH 10,5 filtrer et prendre 25ml, y ajouter 1ml du Réactif de NESSELER).

Prendre 25 ml d'Echantillon, ajouter 1ml du Réactif de NESSELER et mesurer l'absorbance à une longueur d'onde de 425 nm, cuve de 10mm, faire un blanc avec de l'eau distillée.

Calibration : Solution standard de l'Azote ammoniacal. 1ml =0,01mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Préparer une série de solutions dans des fioles de 50 ml soit :

Gamme d'Etalon proposée

Volumes	Concentrations
0,05ml	0,005ppm
0,1ml	0,01ppm
0,2ml	0,02ppm

0,3ml	0,03ppm
0,4ml	0,04ppm
0,5ml	0,05ppm

Et tracer la courbe d'étalonnage concentration en fonction de l'absorbance

Calcul : $E = \text{Abs} * 1000 / s$ Où

$$NH_4(\text{mg} / \text{l}) = E \times 1,22$$

E : Lecture sur la courbe. Rapport $NH_3 / N = 17 / 14 = 1,22$

Précision de la Méthode

La précision de la méthode est de 0,5 mg/l +/- 0,04

V.2.4 Dosages Métaux par absorption atomique

- Métaux lourds par photométrie de flamme

L'analyse des teneurs en métaux ' Fer, Mn, Al ou autres éléments indésirables par technique de Photométrie de flamme, en procédant à sa calibration par une série de solutions étalons avant de passer l'échantillon à tester en vue de déterminer leurs concentrations en se référant à une courbe d'étalonnage préalablement établie (ADE)

VI. Bilan Analytique

Tableau (A) n °9 : Paramètres organoleptiques

Essais (*Normes)	Méthodes d'Analyses
Aspect	Visuel
Couleur mg/l	-

Odeur "Echelle"	-
-----------------	---

Tableau (B)n° 9 : Paramètres Physico-chimiques Caractéristiques physico-chimiques
B .1 Caractéristiques physico-chimiques

Essais \ Normes (*)	Méthodes d'Analyses
PH à 25°C	NA 1654
Conductivité μS à 20°C	NA 749
Température °C	NA 1654
Turbidité NTU	NA 746
Oxygène dissout mg/l	NA 1654
MES mg/l	HACH
TDS mg/l	NA 749
Résidu sec à 105°C	

B .2 Minéralisation globale

Essais \ Normes (*)	Méthodes d'Analyses
Calcium Ca^{2+} ppm CaCO_3 /mg/l	NA 1655
Magnésium Mg^{2+}	NA 752
Dureté totale TH	NA 752
Phosphates mg/l K^+	NA 2364
Nitrites mg/l NO_2^-	NA 1657
Bicarbonates HCO_3^{2-}	J. Rhodier

Alcalinité TAC	J. Rhodier
Chlorures mg/l Cl ⁻	NA 6917
Sulfates mg/l SO ₄ ²⁻	NA 6361

B .3 Paramètres de pollution

Normes (*) Essais	Méthodes d'Analyses
Ammonium NH ₄ ⁺ mg/l	NA 1879
Phosphates mg/l K ⁺	NA 2364
Nitrites mg/l NO ₂ ⁻	NA 1657

Tableau (C) n°10 : Paramètres Bactériologiques

Normes (*) Essais	Méthodes d'Analyses
Coliformes totaux 20°C / 37°C n/ 100 ml	Normes Algériennes Selon le décret exécutif N°14-96
Escherichia coli	
Entérocoques	
Streptocoques fécaux	
Clostridium sulfato-réducteurs	
Salmonelles	

Tableau. (D) n°11 : Paramètres Ioniques

Normes (*) Essais	Méthodes d'Analyses
Halogènes mg/l Fluorures/ Iodures/Bromures	Normes Algériennes Selon le décret exécutif N°14-96
Sulfures H ₂ S µg/L	
Métaux lourds	
Métaux Fe ²⁺ /Fe ⁺³	
Aluminium Al ³⁺	
Plomb Pb ²⁺	

Autres éléments ioniques et Métaux indésirables

(*) Les concentrations max admissibles, pour les eaux destinées à la consommation humaine selon les directives sévères, que stipule les normes OMS

Autres éléments ioniques et Métaux indésirables

(*) Les concentrations maximales admissibles, pour les eaux destinées à la consommation humaine selon les directives sévères, que stipulent les normes OMS

VI. Résultats et Discussions

Les valeurs réelles ‘trouvées des trois types d’échantillon lors du Contrôle analytique au Laboratoire Central –ADE :

Illustration Graphique.

Les résultats retenus des trois sites d’étude (Barrage de sidi Abdelli, Source d’Ain skhouna, Station de traitement et mélange des eaux ‘RV 8000 ’), ont été présentés sous forme des histogrammes.

VI.1. Résultats Physico-chimiques

Les résultats du suivi analytique au laboratoire ont permis la détermination de la qualité d’eau potable destinée à la consommation, les résultats donc ont révélés les constatations suivantes

1. Température :

La variation de ce paramètre dépend essentiellement des conditions climatiques, les eaux traitées de la station et celles de la source semblent légèrement élevée avoisinante de 16 à 21°C en comparaison avec celle du barrage, qui est naturellement exposée à l’air libre avec une valeur ambiante de 10⁰ à 15°C.

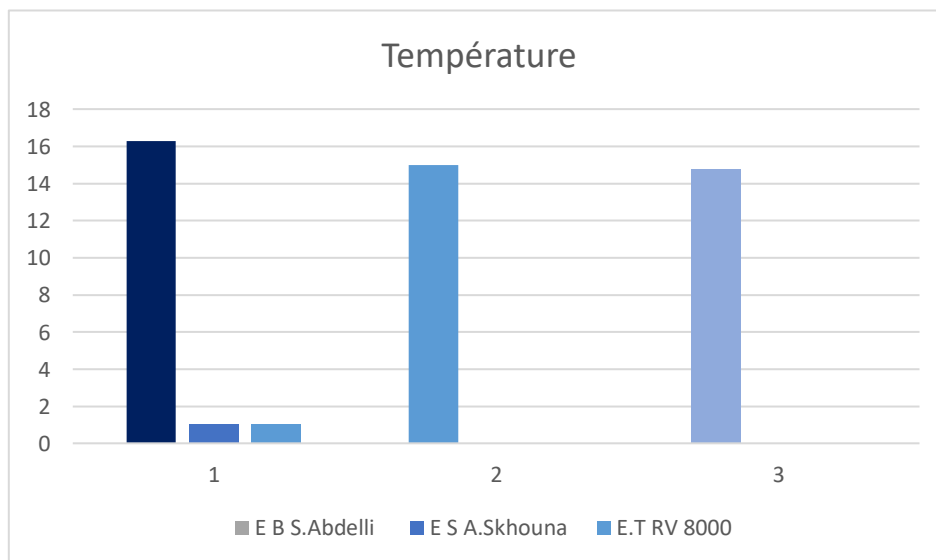


Figure n° 18 “ Température des trois station”

2. Le PH (PH à 25°C) :

Les valeurs du PH, sont pratiquement neutres pour l'ensemble des échantillons toutefois légèrement basique pour l'eau de sidi Abdelli , avec une valeur de 8.04 proche de la limite admissible , mais toujours dans les normes

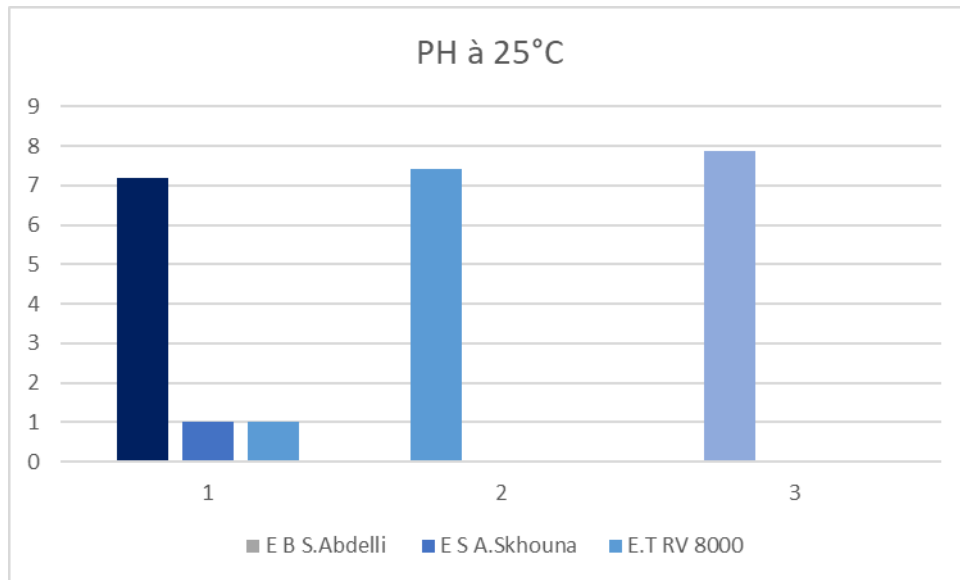


Figure n° 19 les valeurs du PH

3. Conductivité

La conductivité quant à elle, est en fonction de la nature de l'eau, on remarque que la source d'Ain skhouna est relativement chargée en sels que l'eau du barrage et celle des réservoirs de la station de traitement, ce qui explique sa valeur prononcée avec une hausse.

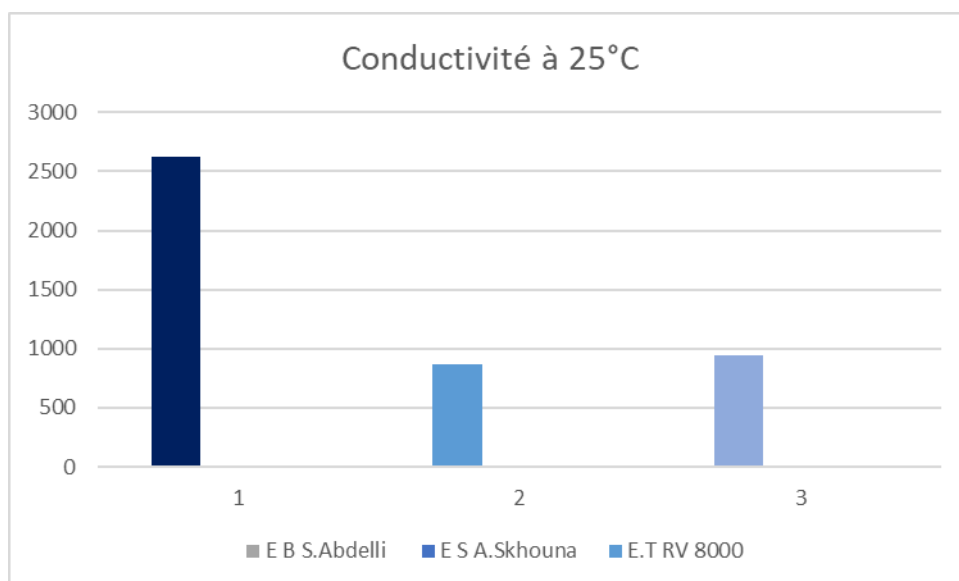


Fig. N° 20 La Conductivité

4.Turbidité : Les trois points ont présenté une turbidité dans les normes toutes en dessous de 5 NTU et par conséquent avec des eaux parfaitement claires.

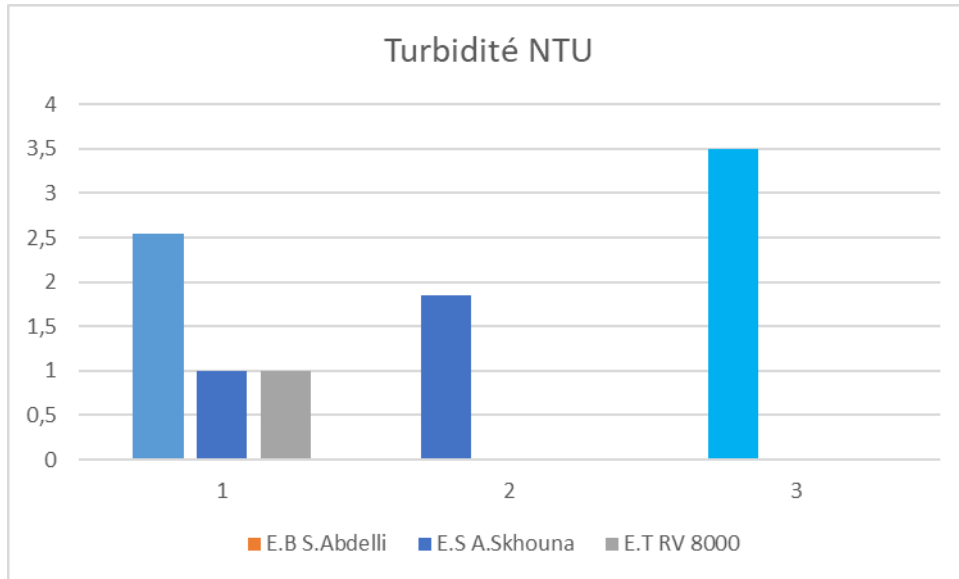


Figure n°.21 La Turbidité

5.Oxygène dissout

L'oxygène dissout qui est l'indicateur biologique, joue un rôle prépondérant lors du traitement on améliore ainsi sa teneur en barbotant de l'air pour un maintien en cas de baisse, plus la valeur est élevée plus la qualité d'eau est meilleure pour la vivacité et évite la purification due aux germes pathogènes en cas d'absence ou déficit en O₂ dissout.

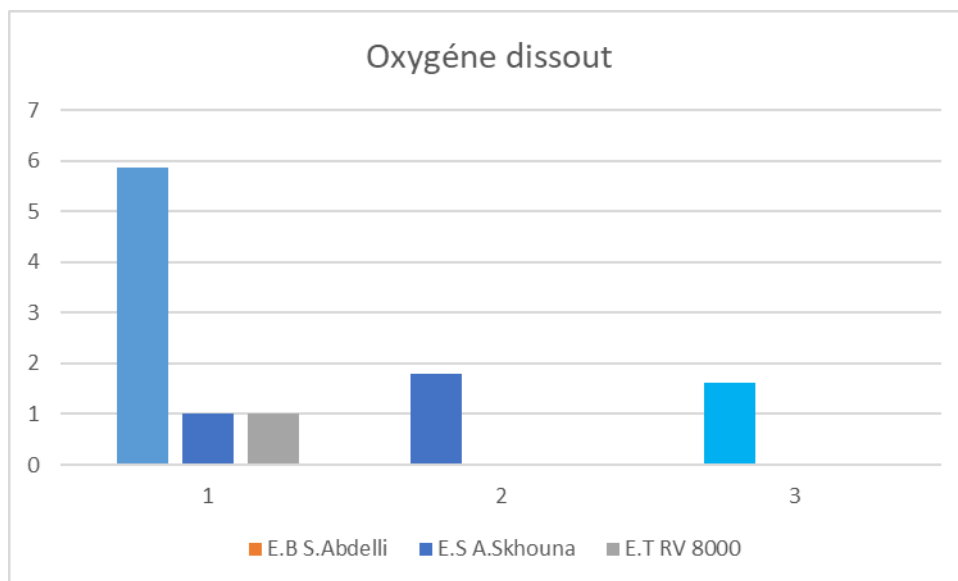


Figure n°.22 : L'Oxygène dissout

6. Salinité

La salinité comme montre la figure est relativement faible dans l'eau traitée des réservoirs car elle est plus douce en la comparant à l'eau brute de sidi Abdelli et même celle de la source d'Ain skhouna.

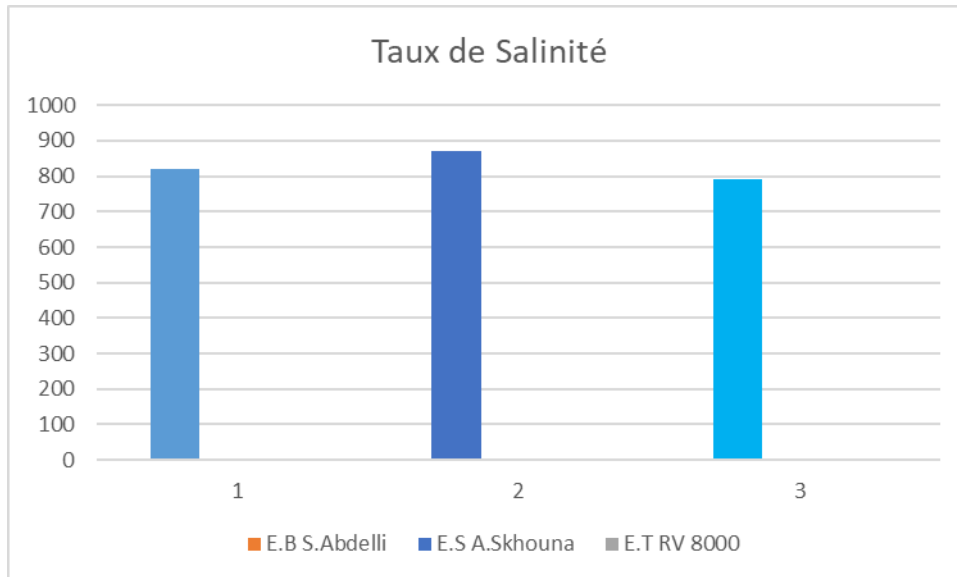


Figure n°.23 Taux de salinité

7. le Chlore libre :

Pratiquement en valeurs prépondérantes et dans la limite des concentrations proche de celles préconisées pour bien surveiller la chloration rationnelle.

Le dosage du chlore est tributaire de l'action d'injection de l'eau de javel concentré soit dans les canalisations au début et enfin d'opération de traitement tandis que le taux de chlore libre doit être maintenu entre 0.30 à 0.50 mg/l, pour s'assurer de cette teneur, un suivi est fortement souhaitable car l'absence totale du chlore libre, présente un inconvénient et favorise la formation des germes pathogènes.

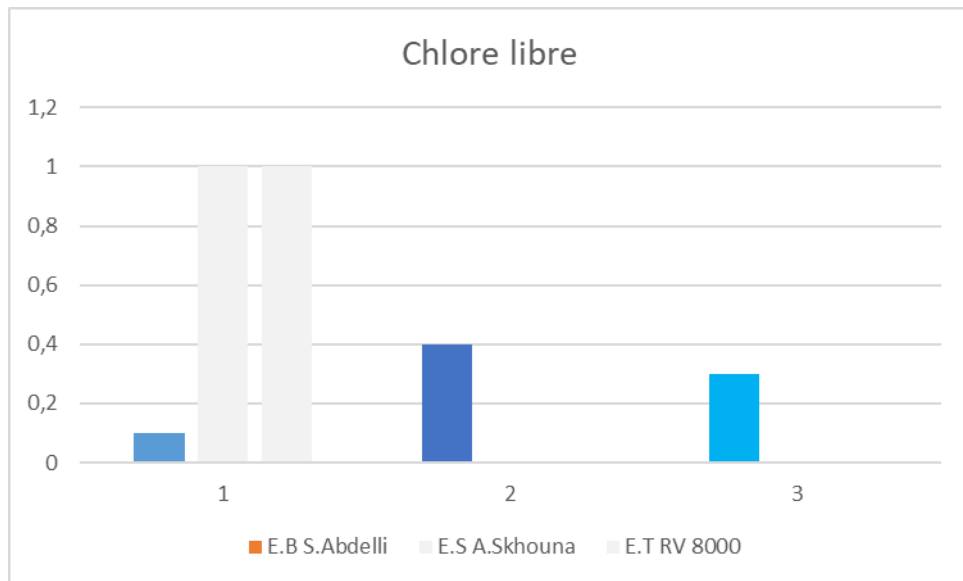


Figure n°. 24 : Chlore libre

8 . Matières en suspension MES

Les valeurs trouvées pour l'ensemble des points ont pratiquement des MES de l'ordre de 5mg/l dans la fourchette tolérée des concentrations normatives.

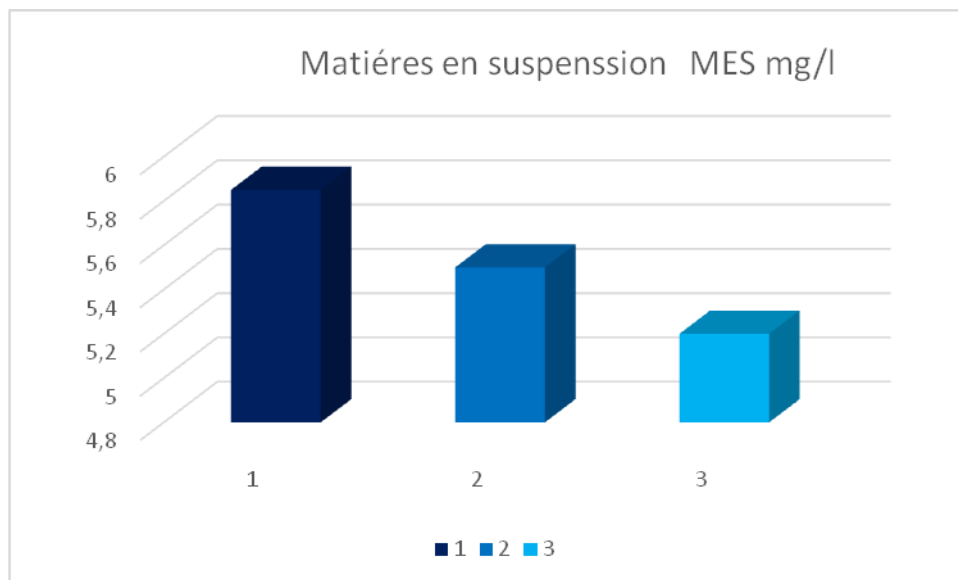


Figure n°.25 : Les matières en suspension

9.Dureté totale

L'eau de barrage généralement dure est plus chargée en ion de dureté c'est-à-dire (Calcium et Magnésium), en comparaison à l'eau de source, de concentrations relativement faibles, il faut

donc distinguer entre eau saline (riche en sels comme les chlorures et sulfates) et eau dure de forte concentration en éléments calcium et magnésium.

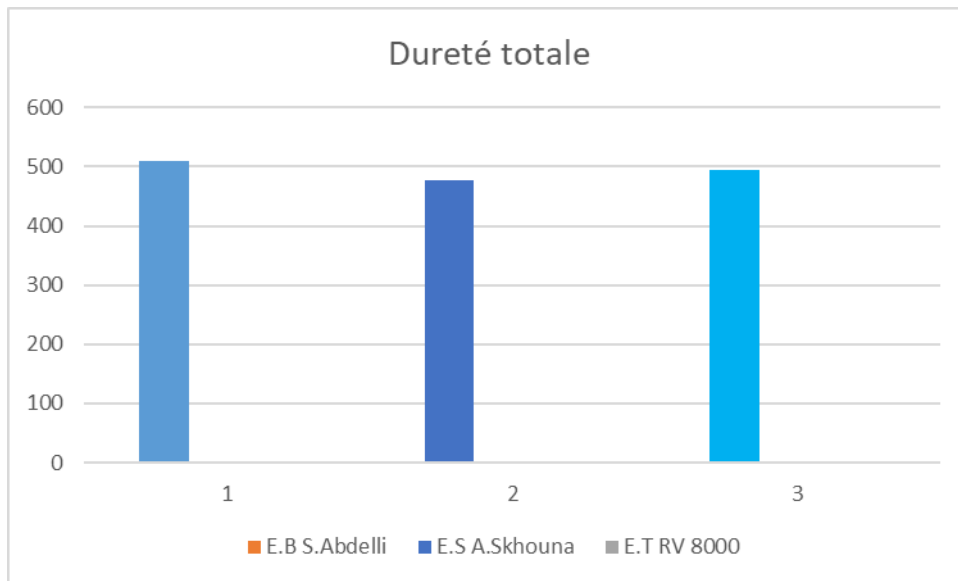


Figure n°. 26, Dureté de l'eau

10 . Calcium / 11. Magnésium

les ions de dureté en l'occurrence le calcium et magnésium sont beaucoup plus concentrés en eau de barrage de sidi Abdelli qu'à Ain skhouna , elle se charge facilement par rapport à selle de la source.

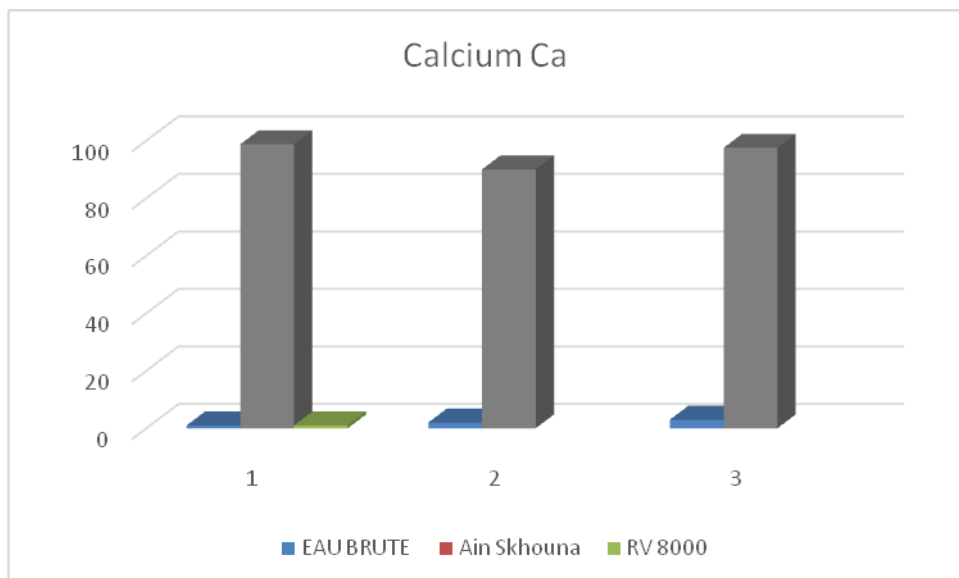


Figure n°. 27 La teneur en Calcium

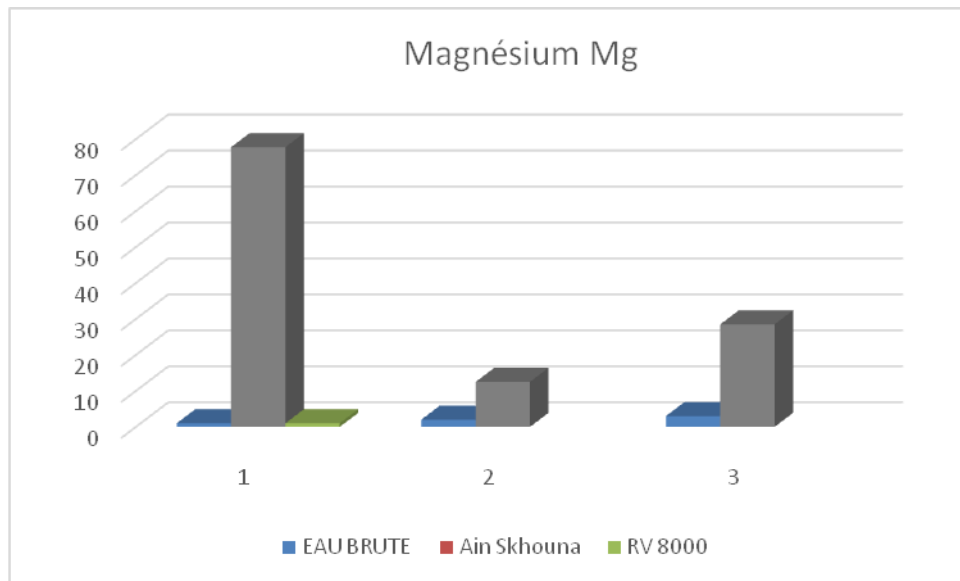


Figure n°.28 ; La teneur en Magnésium

12. TAC

L'alcalinité TA dose les ions OH^- en présence de la phénol phtaléine à PH 8.2 et l'alcalinité TAC totale représentent les ions HCO_3^- , et autres déterminés à PH 8.2 de

L'hélianthine ou méthyl orange en guise d'indicateur coloré

Une forte alcalinité est néfaste, contrairement à un TAC prononcée qui se traduit par une présence des bicarbonates, dans notre cas, des valeurs prépondérantes tournent toutes autour de la norme .

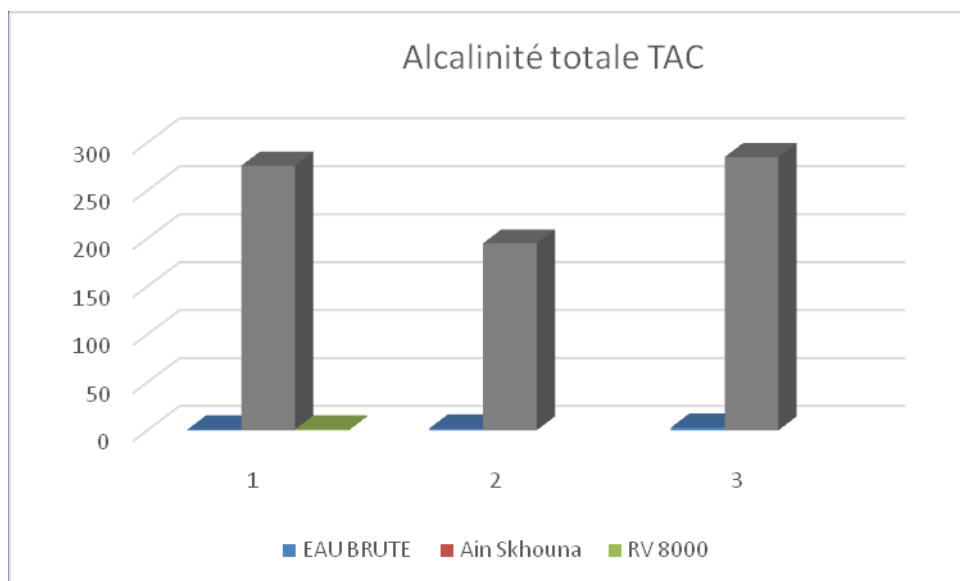


Figure n°.29 l'Alcalinité TAC

12. Bicarbonates

Des valeurs de HCO_3^- sont correctes avec des résultats parfaitement équilibrés et réguliers en bicarbonates, dans les normes même, ce qui a caractérisé la potabilité en rendant l'eau douce avec un bon goût en corrélation avec une minéralisation, on remarque que la source d'Ain skhouna est relativement faible en bicarbonates, selon sa nature en la comparant à l'eau de barrage de sid Abdelli qui en moyenne accordée avec une charge réduite en sel de dureté.

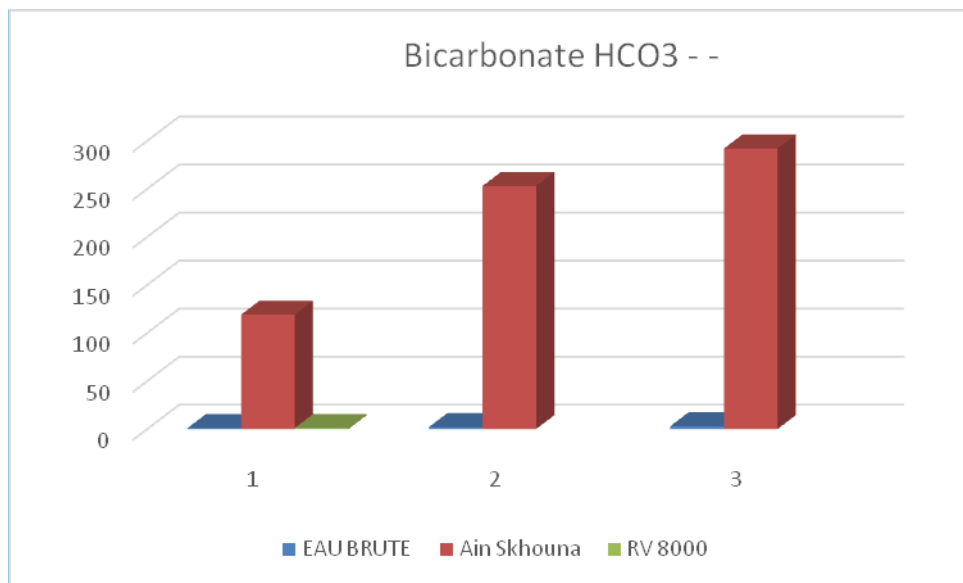


Figure n°.30 : Bicarbonates HCO_3^-

13. Chlorures

Ce qui l'inverse à la source, la teneur en chlorures est différente, le barrage est chargé en sel de chlorures et faiblement sulfaté.

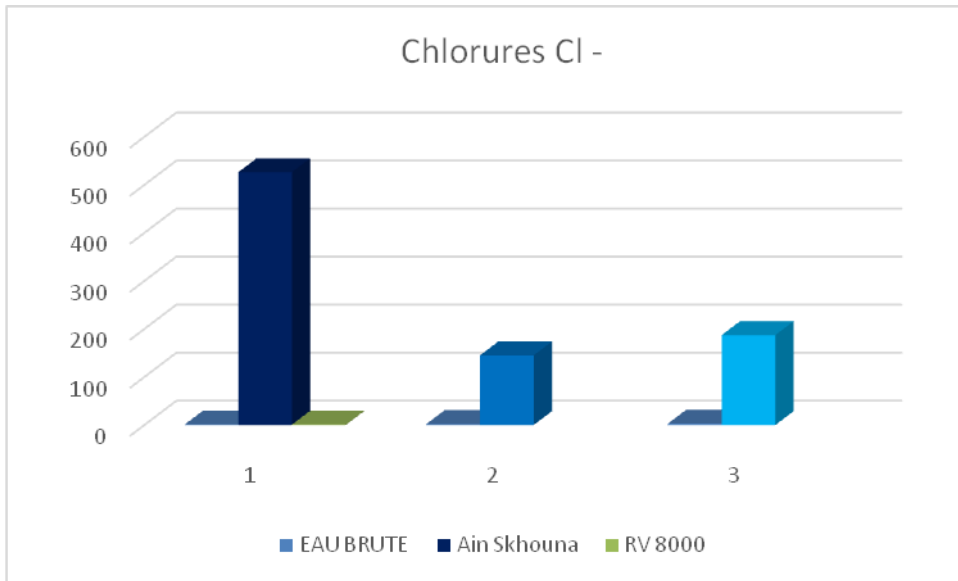


Figure n°.31 Les Chlorures

14. Sulfates

Les teneurs en sulfates dépendent essentiellement de l'origine de prélèvement d'eau en fonction des régions, notre cas montre que la source d'Ain skhouna est beaucoup plus sulfatée que le barrage de sidi abdelli.

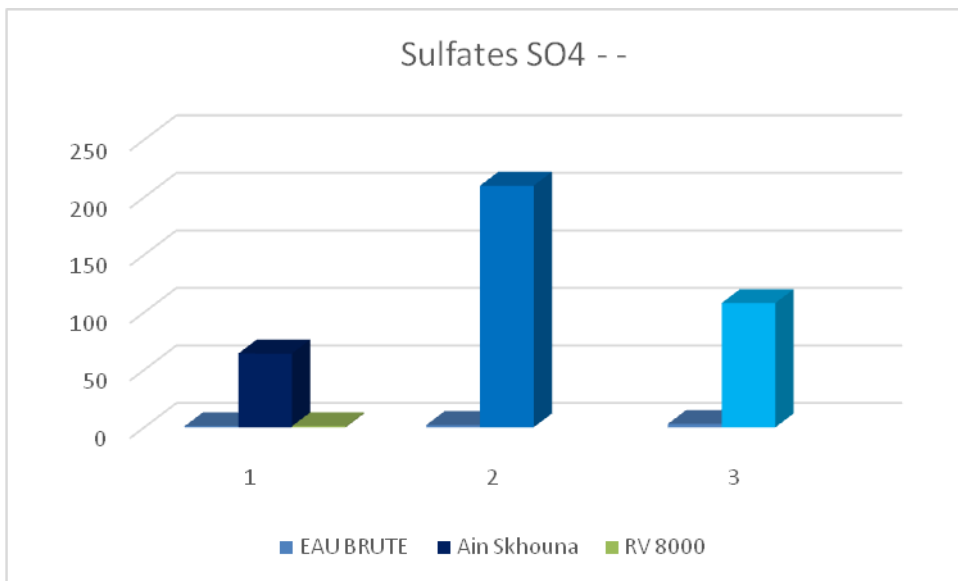


Figure n°.32 Les Sulfates

15. Nitrites

Les nitrites indésirables voir même toxiques en cas de fortes concentrations, selon les normes NO₂ ne dépassant pas 0.1 mg/ l, à l'inverse des Nitrates tolérées à 30 mg /l de NO₃, les valeurs réelles trouvées sont négligeables de l'ordre de 0.09 à 0.1mg/l max sans aucun effet.

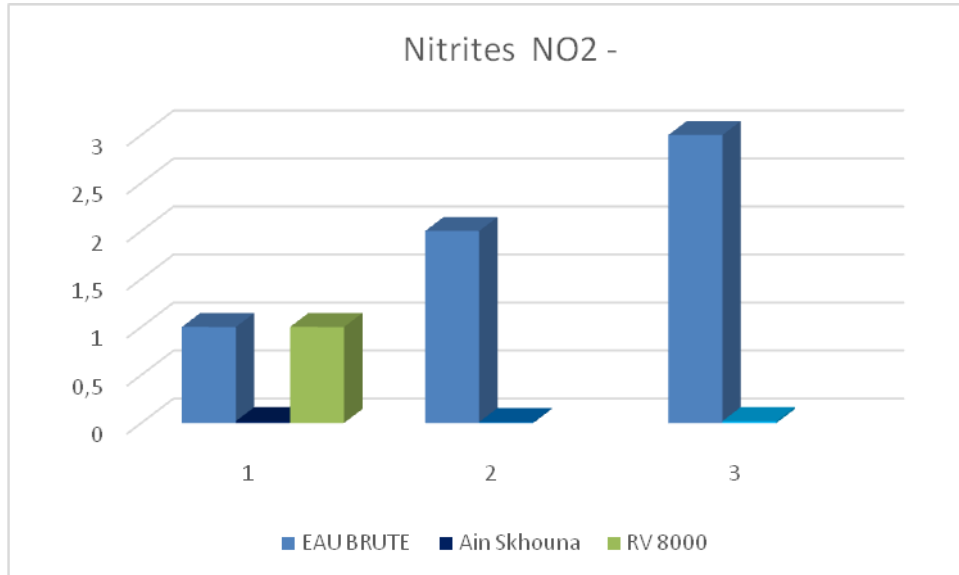


Figure n° 33 Les Nitrites

16. ION Ammonium

L'ion Ammonium, sel quaternaire, tout comme l'azote Kjeldahl NTK, doit être absent sauf en cas de pollution, dans une eau brute ou potable ou à la limite comme traces non décelable ne dépassant pas le 1/10^{ème} d'unité.

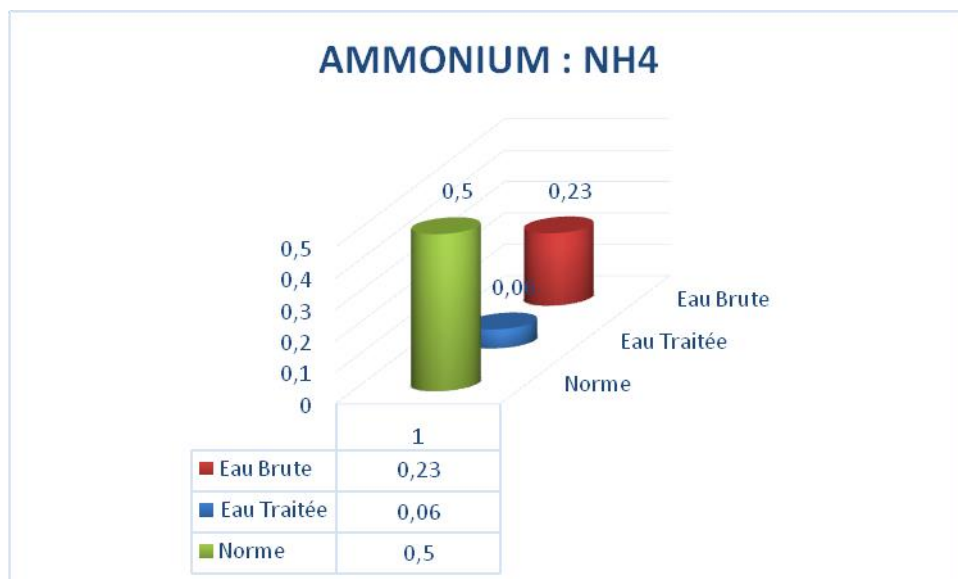


Figure n °34 l'ion Ammonium NH₄⁺

Tableau N °12

Bulletin d'analyses physico-chimiques

Paramètres	Méthodes	Ech. N° 1	Ech. N° 2	Ech. N° 3	C.M. A
	N. Algériennes J Rhodier. HACH	Eau brute Sidi Abdelli''	Eau traitée Ain Skhouna '	Eau traitée Rv 8000 m ³ ,	Selon Normes N. A
Température °C	NA 1654	16.3	18	14.8	<25
PH à 25°C	NA 751	7.19	7.43	7.86	6.5-8.5
Conductivité µS	NA 749	2620	872	942	2800
Oxygène dissout	NA 1654	5.87	1.85	1.62	8.5
Salinité	NA 749	819	872	792	1000
Sels totaux dissouts TDS	NA 749		0	688	
Turbidité NTU	NA 749	2.54	1.85	3.5	5
Dureté Totale TH	NA 752	510	476	495	500
Calcium mg/l	NA 1655	98.75	90	97.5	200
Magnésium	NA 752	77.76	12.5	28.5	150
Bicarbonates HCO ₃ ²⁻	J.R 1067	119.07	253	292	300
Alcalinité TAC	J.R 1067	97.6	195	285	-
Chlorures Cl	NA 6917	526.47	145	187.2	600
Sulfates SO4	NA 6361	64.11	210	108	400
Nitrates NO3	NA 1657	0.305	31.52	31.0	40-50
Nitrites NO2	NA 1657	0.02	0.01	0.02	0.1
Phosphates PO4	Rhodier	0.01	0	0	0
Ammonium NH4	NA 1879	0.23	0.09	0.02	2- 5

M.E.S mg / l	HACH	5.85	5.5	5.4	25 – 30
Chlore résiduel	HACH	0.1	0.4	0.4	0.3 -0.5

VI.2. Résultats bactériologiques

Tableau N°13 ' Résultats bactériologiques des trois types d'échantillon

Paramètres	Méthodes N. Algériennes J Rhodier. HACH ASTM	Ech. N° 1 Eau brute " Sidi Abdelli"	Ech. N° 2 Eau traitée " Ain Skhouna , '	Ech. N° 3 Eau traitée Rv 8000 m ³ ,	C.M. A Selon Normes N. A
Germes totaux à 22°C	N.A	00	-	00	/
G.T à 37°C UFC / ml	Normes Algériennes	00	/	00	/
Coliformes Totaux / 100ml	SELON Décret Exécutif	00	0	00	Absence
E .COLIFORMES / 100 ML	N°11-219	00	0	00	Absence
Streptocoque /100 ml		00	0	00	Absence
A.S.R / 20 ML		0	0	00	Absence
Salmonelle / 500 ml		0	0	00	Absence

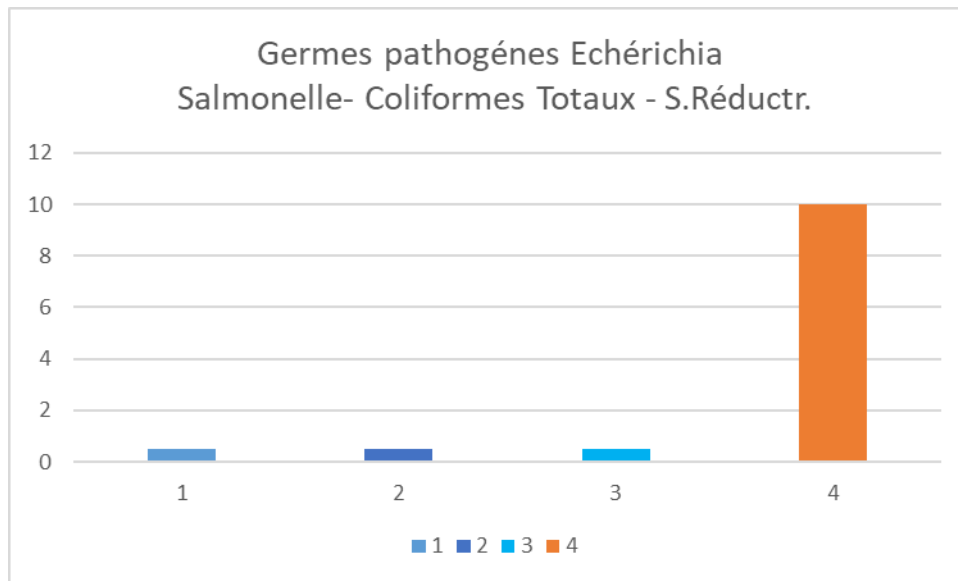


Fig. n° 35. germes pathogènes

VI.3. INTERPRETAION DU RESULTATS BACTERIOLOGIQUE (discussion)

Les trois échantillons d'eau présentés à l'examen bactériologiques, ne contiennent ni des coliformes, ni Escherichia, ni salmonelle ou des sulfato-réducteurs ni même de traces de toute formes de germes pathogènes, étant donné la bonne surveillance des canalisations et la bonne désinfection à l'hypochlorite de sodium « EAU de JAVEL' pour un maintien d'une teneur en chlore libre dans la limite de 0.3 à 0.5 mg/l , garantissant , l'efficacité des procédés de traitement.

VI. 4. Résultats organoleptiques

Tableau n° 14 Paramètres organoleptiques

Echantillons	“Ech N°1”	Ech. N°2	“Ech N°3”	Observations
Essais	Eau Brute Sidi Abdelli	Source Ain Skhoua	Eau Traitée RV 8000	Normes
Aspect	Limpide	Limpide	Limpide	Clair & limpide
Couleur mg/l	/	/	/	
Odeur “Echelle”	/	00	00	00

Discussion générale :

Les analyses des différents échantillons d'eau potable, effectuées au laboratoire durant la période de mon stage pratique (du 28 février au 09 mars 2021) dont j'ai eu l'occasion de suivre avec l'équipe de la subdivision de qualité, ont pratiquement étaient dans les normes et la quasi-totalité des paramètres, qu'ils soient, physico- chimiques, ou bactériologiques avec une absence totale quant aux germes pathogènes ou éventuels coliformes , ont présentés un parfait bilan sans aucune anomalie et par conséquent une parfaite qualité d'eau potable sur l'ensemble des sites contrôlés à travers la région.

Dans ces conditions et pour garantir la qualité d'eau de consommation avec un suivi assuré, il demeure important de surveiller le chlore libre, particulièrement en extrémité des réseaux d'alimentation.

CONCLUSION

L'étude dont elle est axée principalement sur la qualité de l'eau traitée au niveau du site d'ADE, destinée à la consommation voir son impact sur la santé de la population de la ville de Sidi Bel Abbés a bien montré par les différentes investigations menées tout le long de ce travail, qu'elle est parfaitement potable et la preuve un contrôle analytique périodique qui a été réalisé pour l'ensemble des échantillons des eaux analysés des différents points qu'elles soient de barrage et celles des sources :

- Echantillons d'eau brute du barrage de sidi Abdeli
- Echantillons d'eau traitée d'Ain skhouna
- Echantillons d'eau traitée et stockée RV-8000

Le bilan analytique a réellement démontré à travers les différentes analyses physico-chimiques et bactériologiques, un résultat parfaitement correct avec absence totale des germes pathogènes, répondant donc aux normes de potabilité.

Il est tout de même souhaitable qu'un suivi rigoureux en permanence, également est fortement conseillé par une surveillance continue des canalisations en évitant une éventuelle pollution sous toute formes, la chloration à l'eau de javel et vérification de la teneur en chlore libre dans les limites préconisées pour garantir et assurer la qualité d'eau avant sa distribution.

On a donc, par ce modeste travail pris connaissances à travers des fondements théoriques des techniques élaborées ainsi que les différents tests physico-chimiques et bactériologiques au laboratoire, qui nous a permis tout de même de consolider des connaissances théoriques et de les justifier pratiquement à travers le suivi et les essais réalisés dans le cadre de contrôle des eaux potables.

Et en fin pour éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de ces eaux, nous proposons les solutions suivantes:

- Sensibiliser les populations et les inciter à traiter l'eau avant consommation, et leur rassurer qu'on peut faire éradiquer toutes les maladies d'origine hydrique par un approvisionnement suffisant en eau salubre et par l'amélioration de l'assainissement et des conditions d'hygiène.

- Sensibiliser les agriculteurs pour une utilisation rationnelle des engrais chimiques, dans le but d'empêcher la contamination chimique des eaux souterraines.
- Face à ces constats, il est nécessaire que de nouvelles politiques d'approvisionnement en eau potable soient définies par les autorités étatiques.

Et pour terminer nous prions ELLAH de nous faire sortir de cette crise de pénurie en eau qui a touché notre pays l'Algérie

Références bibliographiques

- Alain Maurel. Livre de dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. 224 p. ANDI 2013. Agence Nationale de développement de l'Investissement
- André Rico. Pollutions et pratiques agricoles. Deux concepts : dose journalière admissible et chimio défense Pollution and agricultural practices. Two concepts : acceptable Dailly intake and chimio-défense. (2000). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Séries III - Sciences de la Vie Volume 323, Issue 5.
- AOUBED. A, les différents procédés des traitements des eaux, l'université BLIDA 2007, 80 P.
- Arif S., Doumani F., (2013). Coût de la de dégradation des ressources en eau du bassin de la Seybouse, Programme de Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM), la Commission européenne, 120p.
- • ARRUS R. (1985). L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962). Ed. Office des publications universitaires. Presses universitaires de Grenoble. Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie (ANOFEL) Paludisme, 9p.
- Aubry P, (2013). Choléra, Mise à jour le 03/10/2013, médecine tropicale, PP: 1-4. Aubry P., Gaüzere B.A., (2012). Les maladies liées à l'eau, Mise à jour le 20/04/2012, médecine tropicale, P 05.
- Banton, O. et Bangoy, L.M. 1997. Hydrogéologie, multi science environnementale des eaux souterraines, Sainte-Foy: PUQ/AUPELF. Ed. Québec 460p.
- BARRAQUE BERNARD (2004) , l'évaluation de la politique de protection des ressources en eau.
- BECHAC. J, BOUTIN. P, Traitements des eaux usées, paris, 1988, 130 p.
- BECHAC. J, BOUTIN. P, traitements des eaux usées Ed EYROLLES Bd St Germain. 1984, 121p
- .
- Belataf M., Boukrine F., Zellagui A., (2004). Les maladies à transmission hydrique Choléra, Fièvre typhoïde, Shigellose, Amibiase, Hépatites virales à transmission fécoorale, Edit, PP : 148-150.
- Benblida M., (2011). L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique, centre d'activités régionales PNUE/PAM, 24p.

- BENGAIBONA, (2010). Analyse comparée des qualités microbiologique et physicochimique des eaux de pluie stockées dans des citernes en Ferro ciment : Cas des impluviums de DORI, 15p.
- BENRAIS, 1995. Séminaire sur la qualité de l'eau et réglementation.
- BERNE. F. JEAN.C. TRAITEMENT DES EAUX, édition TECHNIP, 1996.306p
- BERNE. F, Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Edition TECHNIP, 1972, 207 p.
- BONNIN. J, Aide. Mémoire Hydraulique Urbaine, Éditions Eyrolles, 1982, p 25.
- BOUALEM. R. Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, 2009. p 20-33.
- Boubaker hachemaoui. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master. thème qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk tlata - teneurs en bore, nitrites, nitrates et métaux lourds. 2013-2014
- Boussinesq M., (1997). L'onchocercose humaine en Afrique, Médecine Tropicale 1997, vol 57, N04, PP : 389-400.
- Bouziani, M. (2000). L'eau: de la pénurie aux maladies. Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie. 247 p.
- Briere F.G., (2000). Distribution et collecte des eaux, 2ème édition : Ecole PoMechnique de Montréal, PP : 299-300.
- Calion, M. MEADEL, C RABEHARISOA, V, 2000, Découvrir l'eau 2008 saga science, revue électronique du CNRS France.
- Cantor K.P., (1997). Drinking water and cancer, Cancer causes and control, N08, PP: 292-308.
- Chadli A, 2008 Etude de la qualité des eaux usées traitées de la station d'épuration de la ville de SBA et leur utilisation en agriculture. Mémoire de magister, université de SBA, faculté des sciences, p59-126.
- Chekroud H., (2007). Etude de la pollution des eaux de la plaine Telezza due aux activités agricoles et commerciales, Mémoire de Magister, Université du 22 Aout 1955,
- COINL. M, La Pratique De L'eau Usage Domestique Collective A L'industrielle,
- D.II.W, SBA, 2013. Données générales sur le secteur de l'eau, les sources d'alimentation en eau dans la ville de SBA, documents inédits

- De Franceschi, M. 1996. L'eau dans tous ses états. Paris : Edition, ellipses, ISBN : 272989647-3, 1241).
- + Douard P., Lebental B. (2013). Plomb et qualité de l'eau potable : Analyse et évaluation de l'efficacité des actions engagées pour respecter la future limite de qualité de de plomb dans l'eau du robinet et propositions d'actions, conseil général de l'environnement et du développement durable, 73p.
- EZZIANE. S.2007. Traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Magister, Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, 2007, 186 p.
- Lavoisier, 1981, p 349-350.
- François A., (2008). L'eau et ses enjeux, Edition de Boeck, PI 34.
- GHOMRI Fouzi.2010. de la qualité de l'eau à la station de traitement EL kansera Khemisset. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Titre : Contrôle Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques.
- 2009/2010
- GLAUDE. B, ROBERT. P, 2001. Chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet); de boeck, paris 2001, 299p.
- GREGORIO.C, PIERRE-MARIE.B ,2007. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procèdes, presses univ .Franche-Comté, 2007,356p.
- HADE. A,2002. Nos Lacs — Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Editions Fides, 2002, 360 p.
- Hartmann P., (2004). Contamination des eaux en milieu professionnel,
- EMCToxic010gie
- Henri L., (2012). L'eau Potable, Édition réimprimée, 190 p.
- Hordé P., (2014). Gastro-entérite aiguë : Symptômes et traitement, santé médecine, P19, Pathologie, Elsevier, PP : 63-78.
- Jamai N., Kouider A. F., Halilem F., (2010). La fièvre typhoïde, mémoire de fin d'étude, Université Abou Bar Belkaied, Faculté de médecine, Département de Pharmacie, Tlemcen, 23p.
- John P., Donald A., (2010). Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.
- KHERBACHE N. 2014. La problématique de l'eau en Algérie : Enjeux et contraintes. Magistère en sciences économiques. Option : économie et géographie université Abderrahmane mira (Bejaia) Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion Département des sciences économiques. 168P
- Kirk Patrick k., Fleming E ., (2008). La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47,12p.

- Laferrière M., Nadeau A., Malenfant G., (1995). La contamination par les nitrates
Prévention des risques à la santé, P38.
- Laurence M., (2003). Réduire le plomb dans l'eau de robinet : enjeux, réglementation, actions, Direction de l'eau, Direction générale de la santé, 26p.
 - Le guide de l'eau 2007, 36ème édition
- LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F, Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p.
- M.(uardi Djelloul et M. Bouras Abdelkader, mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de MASTER II titre : Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique du mélange d'eaux d'Ain Skhouna et Ain Zerga et impact environnemental.2015/2016)
- Madigan M., Martinko J., (2007). Biologie des microorganismes, 11ème édition,
- Marc Benoît, Jean-Pierre Deffontames, Francis Gras, Elisabeth Bienaimé and Régine Riela-Cosserat (1997), Agriculture et qualité de l'eau. Une approche interdisciplinaire de la pollution par les nitrates d'un bassin d'alimentation. Nature science. Volume 5, Issue 3.
- Masschelein W.J., (1996). Processus unitaire du traitement de l'eau potable, Edition CEBE, DOC spilliége, PP : 181-345.
- Meliani H, 2010. Contribution à l'analyse des aspects qualificatifs, quantitatifs et environnementaux de la source en eau distribuée dans la ville de SBA. Mémoire de magister gestion des ressources hydriques, université de SBA, faculté des sciences, p37, 60-61.
- Miquel, G., 2003. Office Parlementaire d'évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques. Rapport sur la qualité de l'eau et l'assainissement en France. . Rapport N0215. Tome I. Sénat
- MOIAND SAID OUALI : Cours de Procèdes Unitaires Biologiques et Traitement des Eaux ; EDITION : 2.10.4334 ; 521/2001.
- • MOKEDDEM. K, OUDDANE. S, Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De : L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie - Mascara, 2005, pp 18-22.
- MOKEDDEM. K, OUDDANE. S, Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie Mascara, 2005, pp 18-22.
- Montiel A., (2004). Contrôle et préservation de la qualité microbiologique des eaux : traitements de désinfection, Traitements de potabilisation et assurance qualité des eaux

de consommation humaine, Revue Française des Laboratoires, NO 364, PP : 51-53.
Morris R.D., (1995). Drinking water and cancer, Environmental Health Perspectives, 103(supp18), PP: 225-231. Pearson. Education, Paris, PP : 918-932.

- Mouley Meliani Ilouda, 2012. Estimation des ressources hydriques de la wilaya de SBA. Mémoire de magister gestion des ressources hydriques, université de SBA, faculté des sciences, p 68.
- . Moussa, M. D. H, 2005. Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. 119p.
- + Nebel, J.B. & Wright, T.R. 1996. Environmental Science: The Way the World Works. Prentice Hall.
- OLIVAUX Y. (2007). La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.
- OLIVIER. J, PIERRE. C, Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan 2ème Édition, 2010, 302 p.
- + Omeiri A & Kadi Z, 2016. Contribution à la mise en place d'une approche de gestion de l'eau dans la région de Sidi Bel Abbes. P22, 24.
- OMS., (1994). Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 1, recommandations,
- OMS., (2000). Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p.
- OMS., (2005). Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie 2005-2015, Journal mondial de l'eau 2005, Guide de sensibilisation Genève, Suisse, 34p.
- OMS., (2006). Paludisme : lutte anti vectorielle et protection individuelle, Série de
- OMS., (2012). Prévention et lutte contre l'hépatite virale, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p. Rapports techniques, NO936, 7 IP. Santé, Genève, P04.
- ONA, SBA, 2011. Données concernant la station d'épuration de la ville de SBA (office nationale d'assainissement).
- ONEP « Résumé de méthodologie d'Analyse d'eau.1991 »
- OPOCE (Office des publications officielles des communautés européennes 2001)
- Ouandaogo, 2008. Ressources en eau souterraine du centre urbain d'Ouagadougou au Burkina Faso, qualité et vulnérabilité.
- PAUL. R, Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles : Epuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, 1998, 192 p.

- Piar ROUX R., (2002). Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull soc Pathol Exot, vol 95, N05, PP : 345-350.
- Remini B., (2010). La problématique de l'eau en Algérie, Larhyss Journal, No 08, pp 27-46.
- Remini.B, 2005. Rapport sur la problématique de l'eau en Algérie, office des publications universitaires. P I I
- Rodier, J., 1996. L'analyse de l'eau. Dunod, Paris.
- . RODIER. J, L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles Et Eaux De Mer), 8ème Edition, Dunod, Paris, 1997, p 66.
- + Rogeaux O., (1991). Fièvre typhoïde, Association Tokombéré, Développement et Santé, 11091, 25p.
- Samake, 2002. Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. Des eaux de consommation de la ville de Bamako
- Savary P., (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, Voiron, PP : 10-179.
- SCHUDDEBOOM. J, Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, 1993, p I I.
- SDAGE. Eau potable1996, stage RMC, Volume 1102.
- SI MOHAMMED NASR EDDINE.2012. Systèmes d'informations géographiques en santé publique : Application aux maladies à transmission hydriques. Mémoire de magister spécialité : génie civil ; option : gestion des risques majeurs Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem faculté des Sciences et de la Technologie Département de génie civil
- Tardat- Henry. M, Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile,
- 1992, pp 213-215
- THIELBORGER P. (2014). The right(s) to water. Ed. Springer-Verlag. Berlin. 23 IP.
- Vincent M., (2014). Evaluation du risque microbien dans l'eau : vers une meilleure gestion des ressources hydriques, revue francophone des laboratoires, N0459, p 27.
- XAVIER. L, Guide pratique des stations de traitement des eaux, Édition Eyrolles, 2011,
- 266 p.
- Zoungrana E.I., (2009). La poliomyélite, 12 Mai 2009, 9p.
 - Manuels opératoires du laboratoire- 2006
 - volume 1 : Analyses physico-chimiques

- volume 2 : Analyses Bactériologiques
- Manuel d'analyses d'eau « HACH - 1ère édition » -1995
- Paramètres de la qualité d'eau « Bremond & C. Perrodon 2ème édition 1976
- Publications sur les normes de potabilité des eaux domestiques
- Pour l'Algérie du nord (*Dr Boudoukha – Institut d'hydraulique Batna .2000
 - Vocabulaire Qualité de l'eau * Std ISO- AFNOR. 2001
 - Publication sur les normes "Qualité d'eau potable" Directive OMS1980
 - Analyses de l'eau ' RODIER' 8ème édition DUNOD - 2005
 - Analyses de l'eau ' RODIER' 8ème édition DUNOD – 2009
 - Manuels des données sur la consommation d'eau ADE – S.B.A- 2014

- ADE SBA, 2017. Recueil des données sur la wilaya de Sidi Bel Abbas.

- WEB MASTER N° 1. (<https://www.historique-meteo.net>)
- (WEB MASTER 02) (<https://www.infoclimat.fr>)
- WEB MASTER N° 3 [https:// www.historique-meteo.net](https://www.historique-meteo.net))