

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur

Et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun de Tiaret

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : "Sciences Agronomiques"

Spécialité: "Sciences du sol"

Thème

**Caractérisation physico-chimique et microbiologique des
eaux brutes et distribuées dubarrage Bakhadda wilaya de
Tiaret**

Membres de jury :

Président :Pr.DELLAL Abdelkader

Promoteur : Mr. BENAHMED Mohamed

Examineur :Mme. BOUCHENAFI Nadia

Présenté par :

- Mlle.Boumaza Charifa

Année universitaire : 2016–2017

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon Père et A ma Mère

A mes chère frères (Khaled, Tayeb) Et ma sœur Nadia ma A mes grands parents

Je dédie ce travail

A mes collègues Fatima, Houria, Fatima, Khaldia

A tous mes oncles et mes tontons et toute la famille «Boumaza»

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude



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

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

Tout d'abord, nous remercions notre encadreur Mr: BENAHMED Mohamed Qui a accepté de mon encadrer,

Mr. DELLAL Abdelkader, qui nous a fait l'honneur de bien vouloir présider le jury.

Mme. BOUCHENAFIA Nadia qui nous a fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail.

Je remercie également, tous les enseignants, qui nous ont donnée la base de la science, Tous les travailleurs aux laboratoires de la Faculté des Sciences de la nature et la vie (Université Ibn Khaldoun Tiaret).

Finalement, Nous remercions également toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à ce travail. Qu'ils trouvent tous ici l'expression de notre gratitude.

BOUMAZACHARIFA

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste des unités	
Liste des annexes	
Introduction Générale.....	01

Première Partie : Etude Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1.Définition et Structure moléculaire de l'eau.....	02
I.2.Importance de l'eau.....	02
I.2.1.L'eau source de vie.....	03
I.3.Les trois états physiques de l'eau.....	03
I.3.1.Etat solide.....	03
I.3.2. Etat liquide.....	03
I.3.3.Etat gazeux.....	03
I.4.Cycle de l'eau.....	04
I.5. L'eau potable.....	05
I.5.1.Notion de potabilité.....	05
I.5.2.Les normes de qualité de l'eau potable.....	05
I.5.3. Besoin en eau potable.....	06
I.6. L'eau dans la nature.....	06
I.6.1.Eau souterraine.....	07
I.6.1.1.Les trois formes de l'eau souterraine.....	07
I.6.1.1.1. L'eau de constitution.....	07
I.6.1.1.2.L'eau de rétention.....	07
I.6.1.1.3.L'eau libre.....	08
I.6.2.Eau minérale naturelle.....	08
I.6.3.Les eaux stagnantes.....	08
I.6.4.Les eaux des lacs.....	08
I.6.5.Les eaux de surface.....	09
I.7.La production d'eau pure.....	09
I.7.1.L'eau douce.....	09
I.8. L'eau dans le monde.....	09
I.9.L'eau et ses propriétés.....	10

Chapitre II : Pollution des eaux

II.1. Définition.....	12
II.2. L'origine de pollution.....	12
II.2.1. La pollution naturelle.....	12
II.2.2. Pollution d'origine atmosphérique.....	12
II.2.3. Pollution d'origine agricole.....	12
II.2.4. Pollution domestique.....	13
II.2.5. Pollution d'origine industrielle.....	13
II.2.6. Les eaux usées.....	13
II.2.7. La pollution par les matières en suspension (MES).....	13
II.3. Différentes forme de pollution.....	14
II.3.1.1. Chaleur.....	14
II.3.1.2. Pollution microbiologique.....	14
II.3.1.3. Pollution organique.....	15
II.3.1.4. Pollution par les lactosérums.....	16
II.4. Les principaux contaminants.....	16
II.4.1. Les fertilisants.....	16
II.4.2. Les pesticides.....	16
II.5. Maladies de transmission hydrique.....	16
II.6. Qualité de l'eau.....	17
II.6.1. Qualité microbiologique.....	17
II.6.2. Qualité organoleptique.....	18
II.6.1.2.1. Couleur et goût.....	18
II.6.1.2.2. Odeur et saveur.....	18
II.6.1.2.3. Turbidité.....	18
II.6.1.2.4. Température.....	19
II.6.1.2.5. pH.....	19

Deuxième Partie : Matériel & Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude	20
I.1. Présentation du barrage Bakhadda.....	20
I.1.2. Situation géographique du barrage Bakhadda.....	20
I.1.2. Objectifs et buts d'aménagement	20
I.1.3. Fiche technique de barrage Bakhadda.....	21
II. Echantillonnage.....	22
III. Les analyses microbiologiques	22
III.1. Recherche des Streptocoque fécaux	22

III.2. Recherche de Coliformes totaux.....	22
III.3.Recherche des Coliformes fécaux.....	23
III.4.Recherche des Spores de Clostridium Sulfito-réductrices.....	23
III.5.Numération des germes totaux	24
IV. Détermination des paramètres physico-chimiques.....	25
IV.1. Détermination de pH.....	25
IV.2. Détermination la Température.....	25
IV.3. Détermination de Conductivité électrique.....	25
IV.4. Détermination du Taux des Sels Dissous.....	25
IV.5.Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+).....	26
IV.6.Dosage des nitrites (NO_2^-).....	26
IV.7.Dosage des nitrates (NO_3^-).....	27
IV.8. Détermination des phosphates (PO_4^{-3}).....	27
IV.9.Détermination du calcium(Ca^{+2}) et du magnésium (Mg^{+2}).....	28
IV.10. Détermination des Chlorures (Cl^-).....	30
IV.11. Détermination des Sulfates (SO_4^{-2}).....	31
IV.12.Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-).....	31
IV.13.Détermination de la dureté total (TH).....	32
IV.14.Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	33
IV.15.Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC).....	33

Troisième Partie : Résultats & Discussion

I. Résultats des analyses microbiologiques.....	35
I.1.Germes anaérobies totaux.....	35
I.2. Coliformes.....	36
I.3. Streptocoque fécaux.....	36
I.4. Spores d'anaérobies sulfito-réducteurs.....	37
II. Résultats des analyses physico-chimiques.....	38
II.1. pH.....	38
II.2. Température.....	39
II.3. La conductivité électrique.....	39
II.4. Taux des sels dissous (TDS).....	40
II.5. Oxygène dissous.....	40
II.6. Les bicarbonates (HCO_3^-).....	41
II.7. Calcium (Ca^{+2}).....	42
II.8. Magnésium (Mg^{+2}).....	43
II.9. Chlorures (Cl^-).....	43

II.10. Nitrites (NO_2^-).....	44
II.11. Nitrates (NO_3^-).....	45
II.12. Ammonium (NH_4^+).....	45
II.13. Phosphates (PO_4^{3-}).....	46
II.14. Matières organiques.....	47
II.15. Le titre hydrotimétrique (TH).....	48
II.16. Le titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC).....	48
Conclusion générale	49
Références bibliographiques	52
Résumé	

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).....	02
Figure2 :Schéma du cycle de l'eau.....	04
Figure 3 : Carte de localisation de barrage bakhadda et son réseau d'alimentation.....	20
Figure 4 : Nombre des germes totaux dans les eaux brute et traitée.....	35
Figure 5 : Coliformes dans les eaux du barrage Bakhadda.....	36
Figure 6 : Streptocoque dans l'eau brute et traitée	37
Figure 7 : Spores de l'eau brute et traitée.....	37
Figure 8 :Le pH de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	38
Figure 9 : La température de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	39
Figure 10 : La conductivité électrique de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	40
Figure 11 : Taux des sels dissous de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	40
Figure 12 :Bicarbonates dans l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	42
Figure 13 :Concentration du calcium de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	42
Figure 14 : Concentration du magnésium de l'eau brute et traitée du barrage bakhadda...	43
Figure 15 :Concentrationdu chlorure de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	44
Figure 16 : Concentration des nitrites de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	44
Figure 17 : Concentration des nitrates de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadd.....	45
Figure 18 : Concentration d'ammonium de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadd.....	46
Figure 19 :Concentration des phosphates de l'eau brute et traitée du barrage bakhadda..	46
Figure 20 : Concentration de la matière organique de l'eau brute et traitée du barrage bakhadda.....	47
Figure 21 : Titre hydrotimétrique de l'eau brute et traitée du barrage Bakhadda.....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Les normes de qualité de l'eau de consommation (M.S.P. 1998).....	06
Tableau2 : Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse.....	10
Tableau3 : Les différentes propriétés physiques de l'eau (propriétés pH-H ₂ O).....	10
Tableau 4 : Fonctions de l'eau dans l'aliment	10
Tableau 5 : Principaux types de pollution des eaux, leurs natures et leurs causes.....	15
Tableau 6 : Montre les origines et les maladies provoquées (Gaid, 1984).....	17
Tableau 7 : Paramètre microbiologique (OMS, 2000).....	18
Tableau 8 : Résultats des paramètres microbiologiques.....	35
Tableau9 : Résultats des Analyses physico-chimiques.....	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Figure 1 : Barrage Bakhadda.....	53
Figure 2 : Coliforme totaux à 37 °C.....	53
Figure 3 : Germes totaux à 37 et 22 °C.....	53

Annexe 2

Figure 4 : Les spores à 37 °C.....	54
Figure 5 : Coliformes totaux à 37 °C.....	54
Figure 6 : Coliformes fécaux à 44 °C	54

Annexe3

Figure 7 : Streptocoque à 37 °C.....	55
Figure 8 : Germes totaux à 37 °C.....	55
Figure 9 : Les spores à 37 °C.....	55

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE: Algérienne des eaux.

ACP: Analyse en Composante Principale

ASR: Anaérobies Sulfuro-réducteurs

BAR: Bactéries Aérobie Revifiable

BEA: Gélose à la Bile, à l'Eusculine et à l'Azide de Sodium

CF: Coliformes Fécaux

CT: Coliformes Totaux

Cl: Chlorure

CE: Conductivité électrique

Cm: Centimètre

DO: Oxygène Dissous

g/l: gramme par litre.

H: Heure.

Km: Kilomètre.

NH₄: Ammonium

NO₂: Nitrite

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONEP: Office National d'Eau Potable

PCA: Plat Count Agar

pH: Potentiel d'hydrogène

SB: Slanetz et Bartley

SF: Streptocoques Fécaux

SO₄: Sulfate

TDS: Taux des Sels Dissous.

TH: Titre Hydrotimétrique

TA: Titre Alcalimétrique

TAC: Titre Alcalimétrique Complet

TGEA: Tryptone Glucose Extract Agar

VMA: Valeur Maximale Admissible

VF: Viande Foie.

LISTE DES UNITES

°C: degré Celsius.

%: pourcentage.

F°: Degrés Français

méq/l: Milliéquivalent

mg: Milligramme

mg/l: Milligramme par litre

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

µS/cm: Micro siemens par centimètre

Introduction Générale

INTRODUCION GENERALE

L'eau est l'élément essentiel pour tout être vivant et son importance dans la vie dépend de l'augmentation du niveau de vie, de l'évolution technique et de l'augmentation du nombre de la population.

Une eau saine est nécessaire à la vie, à l'hygiène et à la prévention des maladies d'origine hydrique. Elle constitue aussi le patrimoine d'une nation. L'eau est une préoccupation constante de toutes les époques et de tous les lieux. Jadis on s'interrogeait sur la pureté microbiologique des eaux. De nos jours on s'inquiète non seulement de sa qualité microbiologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques. Au cours des dernières décennies, les problèmes relatifs à la protection et à l'utilisation des ressources en eau se sont accentués dans le monde. Les problèmes d'eau affectent aussi bien les pays en voie de développement, aux ressources économiques limités, que les pays développés.

En Algérie, l'évaluation des ressources en eau potable a mis en évidence une situation tendue en matière de ressources en eau, en particulier en période estivale, avec des besoins en eau plus importants et des ressources à l'étiage.

L'objectif de notre sujet à travers les analyses physico-chimiques et microbiologiques pour déterminer la qualité de l'eau brute et traitée de barrage Bakhadda a la willaya de Tiaret, La première partie c'est une recherche bibliographique sur l'eau d'une façon générale, les diverses pollutions qui affectent l'eau et la qualité de l'eau et les méthodes des traitements. La deuxième partie est consacrée aux matériel et méthodes tandis que la troisième partie présente les résultats et la discussion, enfin une conclusion générale.

Première Partie
Etude Bibliographique

CHAPITRE I

Généralités sur l'eau

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1. Définition et structure moléculaire de l'eau

Selon Gerard (2000), l'eau en latin est dit "aqua", est une substance liquide transparente, sans saveur ni odeur ni couleur. Elle est également appelée solvant universel, car elle peut dissoudre plusieurs corps. L'eau est un élément important dans la vie. Elle est composée chimiquement de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, dont la formule brute est H₂O.

Elle doit être fraîche et aussi pure que possible du point de vue chimique et microbiologique, la pureté de l'eau est cependant sujette à discussion (Degrment, 1978).

La molécule d'eau a une structure coudée ou un atome d'oxygène possède six électrons périphériques sont liés par deux liaisons covalentes à deux atomes d'hydrogène possèdent chacun d'eux un électron périphérique (Mireille, 1996).

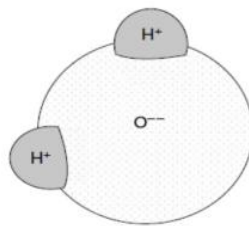


Figure 1 : Molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).

I.2. Importance de l'eau

L'eau, c'est la vie ! Elle est essentielle dans tous les actes de notre existence, que ce soit pour boire, pour préparer la nourriture ou se laver, pour satisfaire les besoins industriels, pour gérer durablement les ressources naturelles ou conserver l'environnement, Un approvisionnement régulier en eau potable est fondamental pour la vie et la santé des hommes (Liniger et Weingartner, 1998). De tout temps, la quantité et la qualité de l'eau à la disposition des êtres humains ont été un facteur de bien-être ou de disparition. Des civilisations ont disparu par manque d'eau. L'importance pratique de l'eau est liée tout d'abord à des raisons biologiques intéressant l'ensemble des êtres vivants sur la terre. L'eau est, en effet, le constituant principal des tissus animaux et végétaux de 65% à 70% pour l'homme (Defranceschi, 1996).

1.2.1. L'eau source de vie

Bien que les sciences aient démontré que l'eau indispensable à la vie, la mythologie avait bien avant établi le rapport entre l'eau et la naissance. Ainsi, plusieurs dieux et déesses romains et grecs sont issus des eaux : ainsi Océan, un titan, le fleuve qui entoure le monde et son épouse Téthys, une titanide, tous deux issus de l'eau donnèrent naissance aux dieux fleuves et à plus de trois mille Océanides, leurs filles. D'autres plus célèbres ont leur vie liée à l'eau tels Vénus (-celle qui sort de la mer-), Amphitrite (déesse de la mer), Poséidon ou Nérée (divinité marine). (Frederic P et al, 2010).

I.3. Les trois états physiques de l'eau

D'après Mireille (1996), selon les conditions de température, de pression et de milieu environnant, l'eau peut exister sous trois états : l'état solide, l'état liquide, l'état gazeux.

I.3.1. Etat solide

C'est un état caractérisé par une forme définie. La glace, la neige et le givre sont les différents états de l'eau à basses températures. L'eau est solide quand la température est inférieure à 0 °C sous la pression atmosphérique, celle-ci est appelée état de glace qui possède une structure cristalline régulière (Mireille, 1996).

I.3.2. Etat liquide

Chaque molécule d'eau (H₂O) est entourée de molécules établissant un grand nombre de liaisons d'hydrogène entre elles, chaque oxygène devrait avoir autour de lui deux atomes d'hydrogène proches reliés par covalence, et deux hydrogènes lointains reliés par pont d'hydrogène. Chaque molécule d'eau est toujours entourée de quatre molécules voisines d'eau, ordonnées suivant une géométrie tétraédrique (Zella et Smadhi, 2006).

I.3.3. Etat gazeux

L'état gazeux (vapeur) de l'eau est celui qui permet d'isoler la molécule d'eau, au centre de la molécule se trouve le noyau de l'atome d'oxygène. Les deux noyaux des atomes d'hydrogène se trouvent sur deux axes forment entre eux un angle de 105° à une distance du noyau d'oxygène de 0,062 nm, Il est obtenu à partir de 100°C à la pression atmosphérique, l'état gazeux est caractérisé par une absence de forme (Mireille, 1996).

I.4. Cycle de l'eau

Selon, Gërad. T et *al*,2000. Dans la majorité des situations, et particulièrement sous nos climats tempérés, l'eau consommée par une plante pour croître et se développer a trois origines : Les pluies, La réserve du sol sont naturellement disponibles pour la plante. En fait, la pluie (généralement hivernale) est à l'origine des réserves du sol qui les stocke dans la limite de ses possibilités. On peut donc qualifier les pluies et les réserves du sol de ressources « naturelles ». À l'inverse, l'irrigation nécessite des aménagements et des outils pour rendre cette ressource complémentaire accessible aux plantes.

La figure suivante représente les différentes étapes qui suivent l'eau au sein de cycle dans la nature.

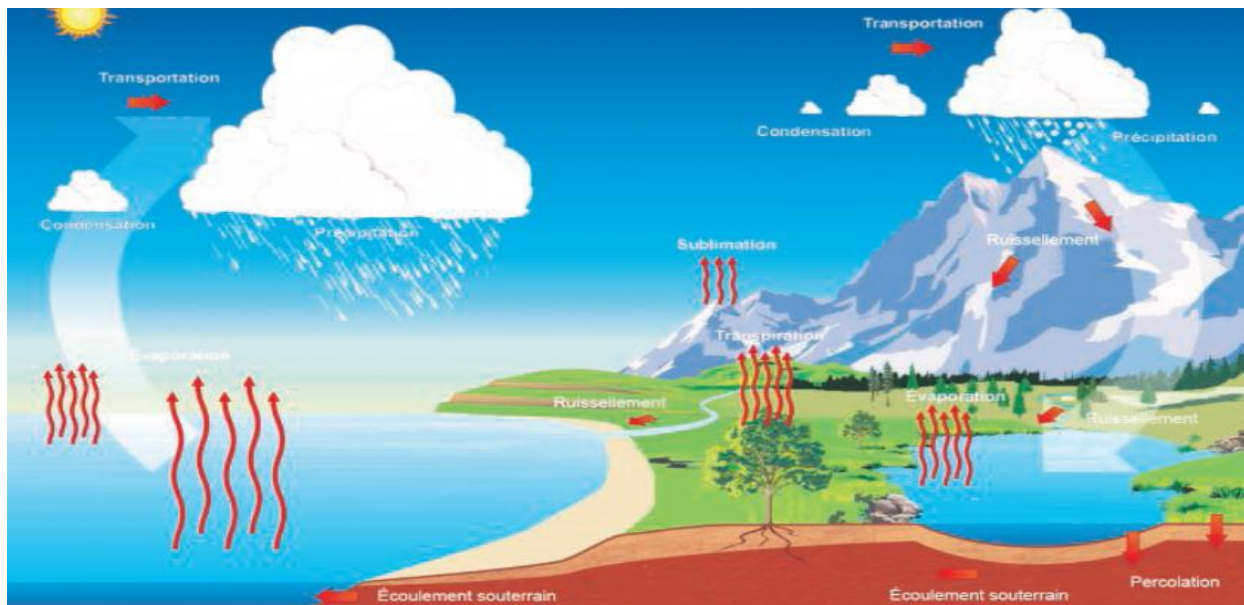


Figure 2 : Schéma du cycle de l'eau.

L'eau ne reste pas à un endroit déterminé de la terre, mais comme toutes les substances, elle est en perpétuel mouvement, le cycle de l'eau (cycle hydrolytique), est avant tout favorisé par le rayonnement solaire. De manière qualitative, on peut le décrire de la manière suivante : L'eau s'évapore dans l'atmosphère à partir des mers et d'autres eaux de surface, mais aussi à partir du sol et des plantes, et est alors transportée essentiellement sous forme de précipitation, soit elle atteint la surface des lacs et des mers, soit elle atteint la nappe phréatique à travers le sol.

Le cycle de l'eau pris dans son ensemble regroupe deux branches bien distinctes, bien que couplées entre elles, le cycle de l'eau dans l'atmosphère d'une part, le cycle de l'eau dans le sol d'autre part, la première branche, atmosphérique est la partie la plus visible du cycle

(nuage, précipitation...). Elle est caractérisée par une circulation rapide de l'eau, essentiellement sous forme vapeur (le temps moyen de résidence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère est de l'ordre de 8 jours) et elle interagit directement avec le fonctionnement de l'atmosphère elle-même par contraste. Le cycle de l'eau dans le sol passe essentiellement en phase liquide, il est marqué par une vitesse de circulation de l'eau relativement lente, et l'eau qui parcourt cette branche du cycle est pour un temps soustraite à toute interaction avec la branche atmosphérique, du fait même de la présence de deux branches distinctes du cycle, les processus physiques qui se produisent à leur interface revêtent une grande importance. Il faut également préciser que seule une très faible fraction de la quantité totale d'eau présente sous la planète terre (de l'ordre de 1,4 milliards de Km^3) circule, la majeure partie (plus de 97 %) étant stockée dans les océans, à quoi il faut ajouter environ de 2 % stockées dans les calottes glaciaires et les glaciers (Vaillant, 1973 in (Dahmani H, 2007).

I.5. L'eau potable

I.5.1. Notion de potabilité

La notion de potabilité désigne les caractéristiques que doit présenter l'eau. Une eau potable n'est pas une eau pure, elle doit être fraîche et aussi pure que possible du point de vue chimique et bactériologique, autrement dit, c'est une eau susceptible d'être consommée sans qu'elle ne nuise à la santé de l'utilisateur ni, à court, à moyen ou à long terme (Vaillant, 1973).

D'après Bontoux (1993), l'eau de boisson ou eau potable peut être définie, comme une eau ne renfermant en quantités dangereuses, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. En outre, elle doit être agréable à boire.

I.5.2. Les normes de qualité de l'eau potable

Les normes de qualité de l'eau varient selon le type d'utilisation auquel elle est destinée. (Alimentation, besoin agricole, besoins industriels). La potabilité d'une eau est liée aux valeurs des concentrations des constituants qu'elle contient concernant l'eau propre à la consommation, le ministère de la santé et de la population (MSP, 1998) a précisé les normes de celle-ci comme nous l'indique le tableau 1.

I.5.3. Besoin en eau potable

Selon Mebarki (1984), les besoins en eau potable, sont actuellement les plus importants sur le plan quantitatif et seront encore de plus en plus accrues avec le fort accroissement démographique, l'augmentation du degré d'urbanisation et du niveau de vie.

D'après Valiron (1989), il est très difficile de donner une valeur de la consommation en eau par habitant et par jour à cause des variations considérables entre les pays et même entre les régions d'un même pays. Ce chiffre varie de 20 à 300 l/hab/j. Selon Engleman et Leroy in Feder et Lemoigne (1994) il fallait au minimum 100 litre d'eau par jour et par habitant pour protéger la santé. Quant à Dupont (1979), il indique qu'en zone rurale, les besoins peuvent être évalués forfaitairement à 125 litre par jour et par habitant. Dans une agglomération urbaine, ces besoins varient de 150 à 400 l/hab/j.

Tableau 1 : Les normes de qualité de l'eau de consommation (M.S.P.1998).

Paramètres	Les normes
T.H	10-35 °F
M.E.S	25 mg/l
R.S	500 mg/l
Ca ⁺²	75 mg/l
Cl ⁻	200 mg/l
NO ₂ ⁻	0,1 mg/l
NH ₄ ⁺	0,5 mg/l
P ₂ O ₅	5 mg/l
Mn ²⁺	0,05 mg/l
Mg ²⁺	1 mg/l
Cu ²⁺	1 mg/l
Zn ²⁺	5 mg/l
F ²⁺	0,7 à 1,5 mg/l
Ag ⁺	0,01 mg/l
Al ⁺³	0,2 mg/l

I.6. L'eau dans la nature

L'eau prélevée des milieux naturels n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitements selon les exigences réglementaires de qualité en tous points du réseau, pour pouvoir être consommée sans danger par l'ensemble de la population. Toutes les eaux de consommation n'ont pas la même composition chimique, puisqu'elles ne contiennent pas toutes les mêmes substances minérales considérées comme des paramètres spatio-temporels. Avec l'accroissement de la population mondiale et le

développement économique de la planète, la consommation d'eau a presque doublé au cours de ces cinquante dernières années (Rabiet M;2006).

Généralement, les réserves des eaux naturelles sont constituées des eaux de surfaces qui comprennent les eaux courantes des rivières et des canaux, des eaux de surfaces stagnantes ou plan d'eau (les lacs, retenues de barrages, étangs...) des eaux des mers et des océans et des eaux souterraines provenant de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol qui constituent les nappes.

I.6.1.Eau souterraine

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol.

La multiplication des pompes électriques et petits systèmes de pompage et forage a fortement augmenté la pression sur les nappes, souvent surexploitées dans les zones habitées et de grandes cultures et parfois déjà pollués. Leur exploitation pose aussi des questions sur nos responsabilités à l'égard des générations futures ou de l'amont vers l'aval (du point de vue du sens de circulation des masses d'eau souterraines, ou de leur alimentation via les bassins versants en surface le cas échéant).

Il existe des nappes fossiles non renouvelables aux échelles humaines de temps et des aquifères profonds qui ne sont que très lentement réalimentés (Frederic P et al, 2010).

I.6.1.1.Les trois formes de l'eau souterraine

I.6.1.1.1.L'eau de constitution

C'est l'eau qui rentre dans la structure cristalline des minéraux (exemple : gypse $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Frederic et al, 2010).

I.6.1.1.2. L'eau de rétention

✚ L'eau d'adsorption (liée). Les molécules d'eau dipolaires sont attirées par des effets de surface sur des ensembles ionisés (comme les argiles) en couche fine. L'eau d'adsorption n'est pas chassée par centrifugation.

✚ L'eau d'adhésion (pelliculaire). L'eau est retenue à la surface des grains par une attraction électrique moins forte que dans l'adsorption, elle peut se déplacer.

I.6.1.1.3. L'eau libre

C'est l'eau de gravité, l'eau disponible pour les nappes phréatique et les aquifères, et qui donc disponible et exploitée, par un forage ou un puits.

I.6.2.Eau minérale naturelle

Une eau minérale naturelle peut provenir d'une source souterraine, naturelle ou artificiellement viabilisée. Dans ce cas, l'eau ne jaillit pas d'elle-même en surface mais elle est pompée pour y parvenir. Une fois mise en bouteille, toutes les substances qu'elle contient doivent être présentes dans la source naturelle. Les entreprises d'exploitation de ces sources sont autorisées à séparer les composés ferreux et soufres, à éliminer le gaz carbonique ou, au contraire, à en rajouter. La plupart des eaux minérales sont des eaux bicarbonatées. Elles s'écoulent dans un sous-sol rocheux contenant une forte proportion de calcaire, et donc du carbonate de calcium (CaCO_3).elles comportent une quantité important d'hydrogénocarbonate (carbonate). Sur l'étiquette de la bouteille, ce composé est mentionné dans la liste anions avec le symbole HCO_3 (Zerluth J et Gienger M ;2006).

I.6.3. Les eaux stagnantes

Il existe un continuum entre les cours d'eau typique, à courant plus ou moins rapide selon la pente des terrains, et les eaux dites stagnantes résultant de l'accumulation de l'eau dans les dépressions naturelles ou artificielles (mares, étangs, lacs et retenues).

Le temps de séjour des eaux, caractéristique fondamentale des eaux stagnantes, est extrêmement variable, dépendant de l'importance des apports annuels par rapport au volume de la cuvette. Ce paramètre essentiel représente le temps durant lequel l'eau subit l'influence des facteurs qui vont conditionner son évolution physico-chimique et biologique (Grosclaude. G, 1999).

I.6.4. Les eaux des lacs

Elles sont caractérisées par un courant de vitesse nulle, ou quasi nulle. Elles sont souvent des eaux moins pures (Genin et *al*, 1989) in (Ben Abdarrezzak A, 2010). Elles se caractérisent par une forte charge en impuretés et par une pollution biologique et chimique. Les lacs doivent faire l'objet de grandes précautions à prendre : il faut placer la prise d'eau en amont d'une ville pour éviter la pollution par les égouts se déversant dans le lac. On doit en outre craindre les possibilités de courants de retour, dus à certains vents, qui peuvent ramener l'affluent des égouts vers la prise d'eau d'alimentation (Bouziani M, 2000).

I.6.5. Les eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eau, ou contenues dans les lacs, ou maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riche en gaz dissous, en matière en suspension et en matière organique ainsi qu'en plancton. Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique (M D, 2012).

I.7. La production d'eau pure**I.7.1. L'eau douce**

La production d'eau douce, pour la consommation publique, pose des problèmes de traitement variables selon la qualité de l'eau initiale. Certaines sources sont directement utilisables. Dans ce cas, selon le débit, elles peuvent être exploitées industriellement soit comme eaux de source, soit à usage plus local. Certaines sources ne sont pas utilisables directement. Il convient donc de leur faire subir un traitement préalablement à la consommation. celui-ci est adapté à leur qualité (Defraceshi M, 1996).

I.8. L'eau dans le monde

L'eau est de toutes les matières la plus importante pour l'existence de l'homme. Elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne.

À l'heure actuelle, la disponibilité en eau de bonne qualité est indispensable pour le bien-être de l'homme. Hélas, sur la terre, nous ne trouvons pas l'eau qui réponde aux exigences qualitatives exigées pour l'eau potable, c'est-à-dire que l'eau doit être :

Claire, inodore, de saveur agréable aussi pauvre en germes microbiens que possible et en matières en suspension ne pas renfermer de substances chimiques pouvant provoquer des maladies ne pas contenir des substances la rendant inutilisable pour la cuisine et le blanchissage ne pas avoir des propriétés agressives vis à vis des canalisations (métaux, ciments).

Dans le monde, les eaux qui répondent à ces conditions sont très peu nombreuses ainsi que nous allons le voir dans le tableau ci-après (Kettab A, 1992).

Le tableau 2 : Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse.

	Volume (km ³)	%
Océans	1.348.000.000	97,39
Icebergs, glaciers	27.820.000	2,01
Nappes, humidité du sol	8.062.000	0,58
Lacs et rivières	225.000	0,02
Atmosphère	13.000	0,001
TOTAL	1384.120.000	100,000
Eau douce	36.020.000	2,60

I.9. L'eau et ses propriétés

Dans tous l'univers, elle est une molécule que l'homme recherche avidement car sa découverte à la surface ou dans l'atmosphère d'une planète lointaine libérait aussitôt les rêves les plus fous de l'humanité : trouva la vie ailleurs que sur notre planète.

Se formule peut s'écrire de façon très simple : H₂O (ce qui signifie que cette molécule résulte de l'union d'un atome d'oxygène avec deux atomes d'hydrogène).

Tableau3 : Les différentes propriétés physiques de l'eau (Bllefert et Perraud, 2008) (propriétés pH-H₂O).

Propriétés	Remarques	Conséquence sur l'environnement
Densité	Densité la plus élevée au-dessus du point de fusion (vers 4°C) augmentation du volume en gelant (le volume de la glace diminue d'environ 10% fusion).	Rend le gèle plus difficile ; les lacs gèlent à partir de la surface, dans les profondeurs, la température est toujours de 4°C ; alternance des différentes couches de l'eau au printemps ou à l'automne. Des blocs de pierres contenant les inclusions de l'eau explosent (formation des sols).
Point de fusion et d'ébullition	Extrêmement élevés.	Permet l'existence de l'eau liquide à la surface du sol.
Capacités calorifiques	Les plus grandes capacités calorifiques de tous les fluides (75,366 J/(Kmol) à 20°C.	Sert de tampon contre les changements extrême de température ; stockage de grandes quantités de chaleur même pour de petites différences de température (les océans et lacs)

		servent de réserve de chaleur).
Conductivité thermique	Faible	Rend plus difficile le gel complet des masses liquides (océans et lacs) jusqu'au fond
Enthalpie d'évaporation	La plus grande enthalpie d'évaporation de tous les liquides (2281,9 KJ/mol).	Effet de refroidissement lors de la transcription des plantes, des animaux et des hommes (avec seulement de faibles pertes d'eau.
Tension superficielle	6,01 KJ/mol	Petite baisse du point de fusion de l'eau contenant des sels et par conséquent formation d'une couche de glace (protection), à des températures voisines de 0°C jusqu'à ce que toute l'eau soit solidifiée.

L'eau est en la substance minérale la plus répandue à la surface du globe, elle en constitue l'hydrosphère, son volume est estimé à 1385.10^6 Km^3 Dont environ 97,4% dans les océans (couvrant 71% de la surface terrestre), 2% sous forme de glace et 0,6% seulement (de l'ordre de 8.10^6 Km^3) Constituent les eaux douces continentales (y compris les nappes souterraines et l'humidité des sols). (Chaussade et Mestrallet, 2005).

Tableau4: Fonctions de l'eau dans l'aliment (Romain et al,2006) (H₂O dans les aliments).

Rôle de l'eau	Exemple
Solvant	Salage
Milieu de réaction	Réaction enzymatiques
Mobilités réactifs	Réaction de Mallard
Substrat	Hydrolyse des lipides
Antioxydant	Liaison hydrogène avec les peroxydes bloquent l'oxydation des lipides, pour des activités de l'eau faible
Pro-oxydant	-Gonflement des protéines et accessibilité de site oxydable -Source de radicaux libre dans les aliments ionisés
Rôle structurale	-Formation de liaisons hydrogène entre molécules texturants -Action sur la liaison lipide/protéine sur les pâtes en boulangerie -Action sur la conformation et les interactions entre gélifiants et protéines

CHAPITRE II

Pollution des eaux

Chapitre II : Pollution des eaux**II.1. Définition**

Selon (Ramade, 2000), la pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, à travers des effets directs ou indirects altérant les critères des radiations de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles en eaux et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques.

II.2. L'origine de pollution**II.2.1. La pollution naturelle**

D'après (Guiraud, 1998), divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution, par exemple : une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbure, le contact avec des filons géologiques (métaux, arsenic, une source thermominéraleetc).

II.2.2. Pollution d'origine atmosphérique

Les substances étrangères qui provoquent la pollution atmosphérique sont les agents polluants qui, sous forme solide, liquide ou gazeuse, se concentrent en suspension dans l'atmosphère. Ils ne font pas partie de la composition habituelle de l'air ou s'y trouvent alors en quantité anormale (Emilian, 2004).

Activités humaines

Selon (Bebin,1999), les activités humaines peuvent participer à la dégradation de la qualité de l'eau.

II.2.3. Pollution d'origine agricole

L'agriculture est une source non négligeable de pollution des eaux. Elle est due à l'utilisation massive des engrais chimiques, qui sont particulièrement riche en nitrates, chlorures, potassium et dont l'excès peut passer dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Il y a également l'utilisation des pesticides et insecticides pour la destruction des mauvaises herbes et des insectes (Dupont, 1981).

II.2.4. Pollution d'origine domestique

Les eaux usées domestiques issues de la cellule d'habitation familiale représentent un volume important, elle comprend les eaux ménagères et les eaux vannes ; qui sont incluses dans les eaux ménagères et deviennent le synonyme d'eau usée domestique (Bontoux .J, 1993).

II.2.5. Pollution d'origine industrielle

Selon(Ramade,1999), les industries constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. La pollution d'origine industrielle varie selon le type d'industrie, qui peut être agroalimentaire, de textile, de métaux et autres. Généralement, les eaux usées des industries sont des eaux d'échanges thermiques et des eaux des lavages (Bebin, 1999 in Grosclaude, 1999).

II.2.6. Les eaux usées

Le rejet des eaux d'égouts dans les cours d'eau pose plusieurs problèmes. Tout d'abord parce qu'elle véhicule des agents pathogènes, l'eau polluée par les rejets d'eau usée est une menace par la santé publique, les eaux d'égouts génèrent aussi des problèmes environnementaux sérieux : l'enrichissement de l'eau en matières organiques et la baisse de teneur en oxygène dissous des cours d'eau.L'enrichissement ou eutrophisation d'un plan d'eau est dû à la présence à des concentrations élevées d'azote et de phosphore, nutriments des végétaux aquatiques. des micro-organismes décomposent les matières organiques en dioxyde de carbone (CO₂) , en eau et en d'autres éléments inoffensifs ce processus de dégradation connu sous le terme de respiration cellulaire se fait en présence d'oxygène (aérobie), les poissons et les autres organismes des écosystèmes aquatiques sains consomment aussi de l'oxygène , mais la capacité de dissolution de l'oxygène dans l'eau est limitée, et quand l'écosystème aquatique contient trop d'eau d'égouts, les micro-organismes décomposeurs consomment la plupart d'oxygène dissous . il en reste peu pour les poissons et les autres animaux aquatiques, quand la teneur en oxygène est extrêmement basse, la faune quitte la pièce d'eau ou meurt (Raven Berg Hassezahl;2008 in Benchaib A et Amieur F, 2016).

II.2.7. La pollution par les matières en suspension (MES)

Il s'agit de matières qui sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'elles représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de carbone et les particules de type mucilagineuse (Gaid ; 1984)

II.3. Différentes forme de pollution**II.3.1. Pollution physique****II.3.1.1. Chaleur**

Ce nouveau type de pollution est causé par les rejets d'eau chaude provenant des systèmes de refroidissement des centrales électriques classique ou nucléaires. Le problème devient critique au moment où les centrales thermiques nucléaires se développent car l'échauffement qu'elles risquent de provoquer et sans commune mesure avec celui des centrales classique (Tuffery in Pesson, 1976).

Selon Dupont (1981), certaines centrales thermiques ou nucléaires sont équipées de tours de réfrigération qui évitent les inconvénients du rejet direct. Celui-ci a pour conséquence d'entraîner une modification plus ou moins importante du milieu et de détruire l'équilibre naturel qui s'y était instauré. Pour des températures anormales, d'oxygène est donc un appauvrissement du pouvoir autoépurateur du cours d'eau la faune aquatique dépérit et des algues peuvent proliférer et développer des mauvais goûts.

Les changements des températures de l'eau peuvent entraîner des compositions d'espèces modifiées. La chaleur peut aussi désorganiser et modifier la chimie de l'environnement abiotique (Mackenzi et al, 2000).

II.3.1.2. Pollution microbiologiques

L'eau d'alimentation lorsqu'elle est contaminée par les eaux résiduaires devient le véhicule potentiel de microorganismes dangereux d'origine fécale. Les contaminations fécales peuvent se présenter à la source ou à un endroit quelconque de système de distribution ; elles peuvent aussi survenir accidentellement dans le produit fini à la suite d'un traitement et d'une désinfection insuffisants. Il est habituel de dresser la liste des microorganismes pathogènes en les classes, d'un point de vue microbiologique, en bactéries, virus, protozoaires et métazoaires, levures et champignons. Leurs natures et leurs propriétés biologique tellement différentes conditionnent leur évolution dans le milieu.

Les eaux usées peuvent contenir des microorganismes pathogènes, protozoaires, champignons, bactéries, virus qui polluent les milieux récepteurs (rivières, lacs, étangs) et même les nappes, ce qui représente un danger lorsque ces eaux sont utilisées pour préparer une eau d'alimentation (Leclerc et Mossel, 1989).

II.3.1.3. Pollution organique

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales).

Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergent, les huiles et goudrons (Gaid, 1984).

Selon Gousset (1973), les micropolluants organiques peuvent entraîner la modification des caractères organoleptiques de l'eau, ainsi que l'apparition des phénomènes toxiques.

Tableau5 :Principaux type de pollution des eaux, leurs natures et leurs causes (Ramade, 1998).

	Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
Physique	Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales électriques
	Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installation nucléaire
	Pollution par les engrais	Nitrates phosphates	Lessives
	Pollution par les éléments toxiques	Cadmium, mercure plomb, aluminium arsenic ;ect	Industrie, agriculture, combustion (plusieurs acides)
	Pollution par les pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides, etc	Agriculture (industrie, transports)
	Pollution par les détersifs	Agents tensioactifs	Effluents domestiques (industriels)
	Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ses dérivés (carburants et les autres produits raffinés	Industries pétrolières, transports chaufferies industrielles
Chimique	Pollution par les composés organochlorés	PCP, insecticides, solvants chlorés	Industries, agriculture
	Pollution par les divers autres composés organiques de synthèse	Très nombreuses molécules ≥ 120000	Industries, usage dispersifs en particuliers domestiques pour certaines industries
Matière organique fermentescibles		Glucides, lipides, protides acide nucléiques	Effluents domestiques, Agricoles, industries,
Pollution microbiologique		Bactéries, virus entériques, champignons	Effluents urbains, élevage, abattoirs, secteur agroalimentaires en général

II.3.1.4. Pollution par les lactosérums

Selon la FAO (1995), les quantités de lactosérums disponibles dans le monde sont considérables puisqu'elles représentent au moins 85% du lait transformé en fromage. Dans certains grands pays laitiers industrialisés, l'accroissement considérable des quantités de fromages fabriqués par unité de production ne permettent plus d'éliminer le sérum directement, soit pour la consommation animale ; soit par un déversement dans les cours d'eau, où il serait à l'origine de la pollution. La DBO du sérum est de 40000 mg/l, c'est-à-dire qu'un litre de sérum nécessite 40 g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne.

II.4. Les principaux contaminants**II.4.1. Les fertilisants**

Les engrais chimiques sont dispersés dans les sols afin d'accroître les rendements végétaux cultivés. Parmi les éléments principaux aux développements des plantes, nous avons l'azote, le phosphate, le potassium et dans une moindre mesure le soufre, le calcium, le magnésium et d'autres oligo-éléments. L'usage intensif et successif de ces produits contamine donc les eaux superficielles et même les nappes phréatiques (Gonrad J et al, 1999).

II.4.2. Les pesticides

L'usage des pesticides connaît une expansion considérable, non seulement dans les pays développés et sur les cultures tropicales d'exportation, mais aussi dans l'ensemble des pays du tiers monde où la "révolution" a augmenté les exigences en traitements antiparasitaires car elle a propagé des variétés moins résistantes aux divers ravageurs des cultures que les souches cultivées autochtones. Cependant ces pesticides s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques (Lemercier B, 2003).

II.5. Maladies de Transmission hydrique

D'après l'OMS (1984), comme toutes les maladies contagieuses la transmission des maladies d'origine hydriques dépend de trois facteurs, l'agent, l'environnement, l'individu et ces maladies peuvent être d'origine bactérienne comme certaines maladies diarrhéiques entériques, (choléra), la fièvre jaune, le paludisme, la dengue ...etc. soit d'origine virales telle que la poliomyélite, l'hépatite A, l'hépatite B, l'hépatite C.

D'autres maladies sont dues à la qualité chimique de l'eau à l'excès ou à l'insuffisance de certains produits chimiques.

La carie dentaire : insuffisance du fluor.

Le goitre : manque d'iode.

La fluorose : excès de fluor.

Le saturnisme : excès du plomb.

La méthémoglobinémie : excès de nitrates.

L'eau peut servir de gîte à des arthropodes vecteurs ou à certain parasite dans la transmission de maladie telles que le paludisme.

Tableau 6 :Montre les origines et les maladies provoquées (GAID, 1984).

Organismes	Maladies	Origines
<i>Shigelles</i>	Dysenterie bacillaire	Eaux usées
<i>Brucella</i>	Brucellose	Eaux usées, lait
<i>M. Tuberculosis</i>	Tuberculose	Eaux des sanatoriums et des hôpitaux
<i>Entamoeba Hystolytica</i>	Dysenterie amibienne	Engrais eaux contaminées
<i>Salmonelles</i>	Fièvre typhoïde	Eaux usées
<i>Vibro choléra</i>	Cholera	Eaux usées
<i>Virus :</i> - <i>Entrovirus</i> - <i>Echo</i>	Poliomyélite Diarrhées	Eaux usées
<i>Insecte vecteur</i>	Filariose urbaine	Eaux usées

II.6.1. Qualité de l'eau

II.6.1.1. Qualité microbiologique :

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactérie pathologique, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie (Rodier J ; 1996) Les dénombrements bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques (Rodier J ; 1996).

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prise pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement (Rodier J ; 1996).

Tableau 7: Paramètre microbiologique (OMS, 2000)

Les germes	Expression de résultat	Normes
Coliformes totaux	Nombre / 100 ml	00
Coliformes fécaux	Nombre / 100 ml	00
Streptocoques fécaux	Nombre / 100 ml	00
Germes totaux	Nombre / 100 ml	00
Spores	Nombre /20 ml	00

II.6.1.2. Qualité organoleptique

II.6.1.2.1. Couleur et goût

La couleur d'une eau peut être soit d'origine naturelle soit associée à sa pollution, l'estimation de la couleur est déduite d'un examen visuel de l'échantillon placé dans un récipient large et incolore (MekkakiaM, 2001).

Le goût peut être défini comme : l'ensemble des sensations gustatives, et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; la propriété des produits provoquant ces sensations, cette mesure repose sur la finesse du sens gustatif de l'opérateur (Rodier J, 2009).

II.6.1.2.2. Odeur et saveur

Une eau potable doit être inodore, non seulement au moment mais encore après 10 jours en vase clos à la température de 26 °C (Mallevalle, 1991). Les odeurs proviennent des produits chimiques, soit des matières organiques en décomposition soit des protozoaires.

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.

Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (Bouziani M ; 2000).

II.6.1.2.3. Turbidité

Selon Rodier (1978), la turbidité de l'eau est l'inverse de sa transparence. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées telles que les argiles, grains de silice, matières organiques ...etc. La turbidité est d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les peuvent être classées en fonction de leur turbidité :

- Eau propre : 0 à 2 NTU
- Eau moyennement chargée : 2 à 20 NTU
- Eau chargée : 20 à 200 NTU

II.6.1.2.4. Température

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Salghi R;2016).

II .6.1.2.5.pH

Le pH mesure la concentration des ions H^+ dans l'eau, caractère acide ou alcalin des eaux. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organismes existants dans une eau, la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9, l'optimum est situé entre 6,5 et 8,5, des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes (Salghi R ; 2016).

Deuxième Partie

Matériel & Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude

I.1. Présentation du barrage Bakhadda

I.1.1. Situation géographique du barrage

Le barrage de Bakhadda se situe à 40 Kilomètres à l'Ouest de la ville de Tiaret, construit en 1936 est destiné à la l'alimentation en eau potable et l'irrigation de la région de Tiaret. C'est un barrage en enrochement d'une capacité initiale de 56 hm³. Le taux d'envasement de la retenu de ce barrage est estimé à 0,27 hm³. Lacapacité utile après le levé bathymétrique est estimée à 39,94 hm³.

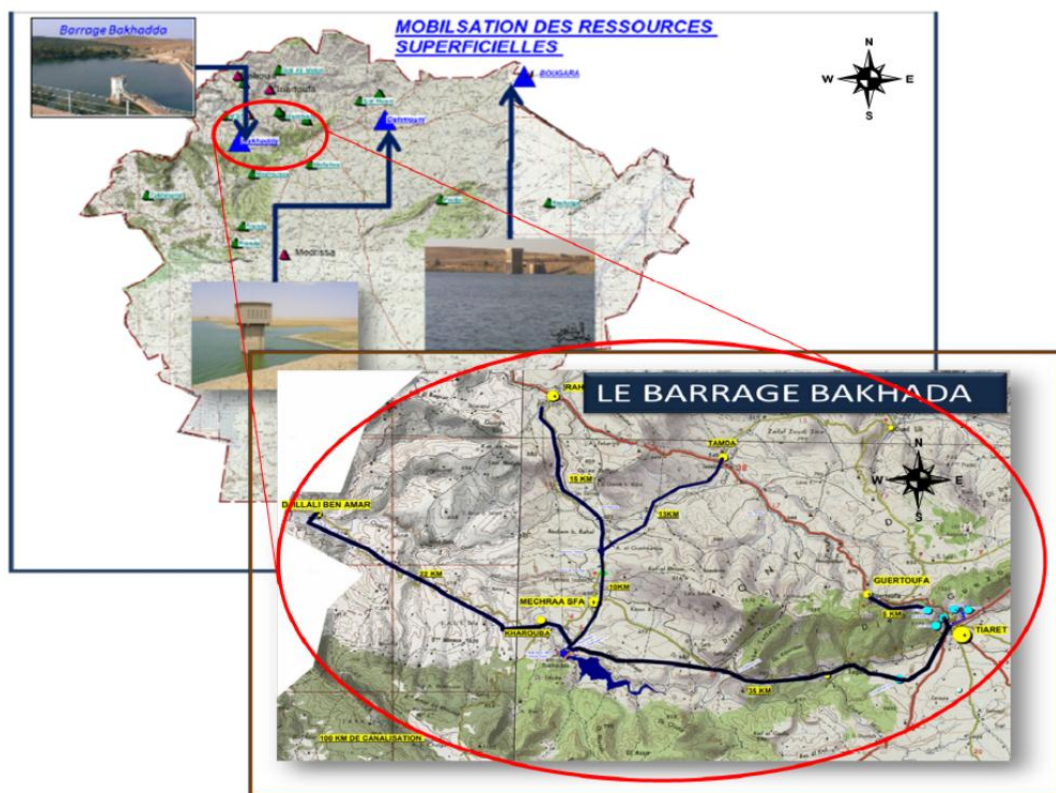


Figure 3: Localisation géographique de la ville de Tiaret par rapport à barrage Bakhadda(Monographie de la wilaya de Tiaret,2015)in MostefaRetMourahA (2016).

I.1.2. Objectifs et buts d'aménagement

L'exploitant de ce barrage est L'Agence Nationale des Barrages et des Transferts(ANBT), le but actuel de ce réservoir est :

- Le stockage de l'eau d'irrigation
- L'approvisionnement en eau potable de la ville de Tiaret et ces régions (Machraa Sfa, Rehouia, Tamda, Kharouba, Djilali Benamar et Aïn sarb).
- L'alimentation de l'industriel.

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

I.1.3. Fiche technique de Barrage Bekhadda

- Nom de plan d'eau : Barrage Bekhadda
 - Type : en enrochement avec masque étanche en béton armé disposé sur le parementamont.
 - Situation : 40 km à l'Ouest de Tiaret
 - Les coordonnées géographiques (Coordonnées Lambert)
X : 349,000 Km
Y : 228,750 Km
Z : 545 m
 - Entreprise de réalisation : la société des grands travaux de Marseille en 1936.
 - Capacité portante : 45.143 Hm³
 - Volume régularisable : 43 Hm³
 - Dévasement : chasse d'eau par les vidanges
 - Degré d'envasement : 10% (0.22 Hm³/An)
 - La surface de Bassin Versant : 1283 km²
 - La source d'approvisionnement en eau : Oued Mina
 - Utilisation : AEP, irrigation et industrie
 - Disponibilité de terrains susceptibles de faire l'objet d'un aménagement piscicole : oui
 - Altitude de la retenue maximale : 584.75 m
 - Surface de la retenue au niveau maximum : 451.6 ha
 - Capacité totale et utilisable du réservoir : 46 millions de m³
 - Hauteur maximale au-dessus du point le plus bas des fondations : 60 m environ
 - Hauteur maxima au-dessus du thalweg : 45 m
 - Hauteur de la crête du barrage au-dessus de la crête du déversoir : 2.50 m
 - Hauteur maximale au niveau des fondations : 100 m
 - Pente des parements amont et aval par rapport à la verticale amont variable de 1/1 à 0.85/1 avals 1.25/1
 - Largeur au couronnement 5 m (route)
 - Longueur au couronnement : 220 m
 - Matériau constitutif du corps du barrage maçonnerie cyclopéenne à pierres sèchesformée de blocs divers échantillons soigneusement rangés pour que les vides soientcomblés par de plus petits échantillons.
- Constitution des parements amont et aval : amont, masque de béton de 0.40 m d'épaisseuraval, enrochement arrimés

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Volume du corps de barrage : 320.000 m³.

Notre travail expérimental a été effectué au niveau du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux, et au laboratoire de Science du Sol et l'Eaux au niveau de la faculté des Sciences agronomiques

II. Echantillonnage

III. Les analyses microbiologiques

L'essentiel de l'analyse microbiologique des eaux de boisson consiste donc en la recherche et le dénombrement de ce qu'il est convenu d'appeler les germes tests de contamination fécale (Bontoux, 1993).

III.1. Recherche des Streptocoques fécaux

On filtre les mêmes quantités que pour la colorimétrie selon la même technique. Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu Slanetz. Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubées à 37 °C pendant 48 h.

Les colonies roses à marrons avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient celles des streptocoques fécaux. Toutes ces colonies sont comptées, le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

III.2. Recherche des Coliformes totaux

Mettre en route la trompe à eau. Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme). Laisser refroidir. Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie). La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration. Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser. Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100 ml). Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler. Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.

Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose Endo) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air. Incuber à 37 °C les boîtes de pétri, le couvercle vers le bas pendant 24h.

L'expression des résultats se fait par dénombrement direct des colonies sur le compteur des colonies bactériennes. Les coliformes totaux apparaissent comme des colonies orange. Le résultat est donné en nombre de germe par 100 ml.

III.3. Recherche des coliformes fécaux

Pour le milieu TSI, inoculer la colonie isolée précédente (des coliformes totaux) à l'aide d'une pipette Pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar et par piqure centrale sur toute la profondeur du tube. Ensuite incuber à 37 °C pendant 24 h.

L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz sont les caractères principaux des coliformes. Virage au jaune ainsi que formation de gaz dans la couche profonde et virage au jaune par formation d'acide du plan incliné.

Test de confirmation :

Verser le liquide de Schubert dans le tube de TSI précédent et agiter soigneusement, puis reverser dans le tube de Schubert vide et incuber à 44°C pendant 24 h. Ajouter 2 gouttes de Covacs.

S'il y a formation d'un anneau rouge, il y a présence de E. Coli.

III.4. Recherche des spores de clostridium sulfito-réductrices

La recherche des spores de clostridium sulfito-réductrices permet de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies caractérisées par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant les sulfites en sulfures (ADE, 2003).

Mode opératoire

Agiter soigneusement l'eau à analyser ;

Introduire 10 ml de l'échantillon d'eau dans des tubes à essai ;

Porter 5 minutes à 80 °C au bain-marie ;

Refroidir rapidement (effectuer un choc thermique) ;

Ajouter à chaque tube ;

1 ml d'une solution de sulfite de sodium cristallisée à 10 % ;

4 gouttes d'une solution d'alun de fer à 5 % ;

Remplir les tubes jusqu'au bout avec la gélose V.F (viande foie), après safusion complète ;

Mélanger soigneusement sans faire de bulles d'air ;

Incuber les tubes à 37 °C pendant 24 heures ;

III.5. Numération des germes totaux

Elle consiste à une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau (ADE,2003).

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Matériel

Gélose TGEA (Gélose trytone glucose Agar).

Boîtes de pétri.

Eau distillée stérile en tube de 9 ml.

Pipettes stériles de 1 ml.

Bain marie.

Méthode

Exécution des dilutions décimales :

Dilution au 1/10 (10^{-1}) :

Dans un tube à essai stérile contenant 9 ml d'eau distillée stérile (ou de l'eau physiologique à 0,9 %) ajouter 1 ml d'eau à analyser.

Agiter pour homogénéiser.

Dilution au 1/100 (10^{-2}) :

Dans un tube à essai stérile contenant 9 ml de d'eau distillée stérile (ou de l'eau physiologique à 0,9 %) ajouter 1 ml de la dilution 10^{-1} :

Agiter pour homogénéiser.

Dilutions suivantes :

Toujours de la même manière 1/1000 c'est à dire que l'on place 1 ml de la solution précédente dans 9 ml d'eau distillée, nous obtenons ainsi une nouvelle dilution. Le choix du nombre de dilution dépend de la nature et de la richesse microbienne de l'eau à analyser.

Mode opératoire

Deux boîtes de pétri, d'un diamètre de 90mm, reçoivent chacune 1 ml d'eau à analyser, deux autres 1ml de la dilution 10^{-1} , d'autre séries de deux reçoivent éventuellement 1 ml des dilutions suivantes ;

Marquer sur chacune des boîtes de pétri le numéro d'enregistrement de l'eau à analyser, la température d'incubation et la dilution ;

Lorsque la gélose est refroidie à 45 °C, couler la aseptiquement dans les boîtes de pétri contenant les dilutions ;

Agiter doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose sans faire des bulles ;

Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal ;

Incuber les boîtes de chaque dilution à 37°C pendant 24 h.

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Les boîtes sont incubées à l'inverse pour éviter une déshydratation de la gélose .la lecture se fait après 24h à 37 °C après 72h à 22 °C.

Expression des résultats

Le nombre de germes/100 ml = la lecture x inverse de la dilution x 100

Où : inverse de la dilution $10^{-n} = 10^n$

IV. Détermination des paramètres physico-chimiques

IV. 1. Mesure de la température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Elle est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Rodier, 1996).

Mode opératoire

La température est déterminée sur place à l'aide d'un thermomètre simple ; Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un bécher, tremper l'électrode dans le bécher et laisser stabiliser un moment puis lire directement la température.

IV.2. Mesure du pH

Il est nécessaire de contrôler le PH de l'effluent brut car une valeur inférieure à 5,5 ou supérieure à 9 peut avoir une influence sur le milieu récepteur (Rodier, 1996)

Mode opératoire

Le PH a été mesuré simplement avec un PH-mètre

IV. 3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques (Platine) de 1cm^2 de surface et séparée l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m) : $1\text{S/m} = 10^4 \mu\text{S/cm} = 10^3 \text{ S/m}$. La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'Origine d'une eau.

IV. 4. Taux des Sels dissous

L'oxygène dissous (O_2) est très important par le fait qu'il conditionne l'état de plusieurs sels minéraux, la dégradation de la matière organique et la vie des animaux aquatiques.

IV.5. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+) :

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

Appareillage:

Spectrophotomètre UV-Visible

Mode opératoire :

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

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

Effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

IV.6. Dosage des nitrites (NO_2^-)

Principe:

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

Appareillage:

Spectrophotomètre UV-Visible

Mode opératoire :

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

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

Effectuer la lecture à 543 nm.

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

IV.7. Dosage des nitrates(NO_3^-)

Méthode au salicylate de sodium.

Principe :

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

Appareillage :

Étuve. Spectrophotomètre U.V visible.

Mode opératoire :

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

Évaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

(Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2 ml. H_2SO_4 laisser reposer 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm.

Expression des résultats :

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

IV.8. Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

Principe :

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

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Appareils :

Spectrophotomètre UV. Visible

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

IV.9. Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+})

Principe :

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

Mode opératoire :

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

(V2) $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$:
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

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

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

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

d'où :

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

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

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

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

F : Facteur

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

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

Donc

$$mg/l Ca^{2+} = V_1 \times F \times 8.016$$

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

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

d'où :

V2: Volume total d'E.D.T.A

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

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

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

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

F : Facteur

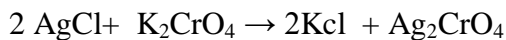
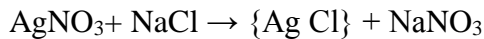
Donc

$$mg/l Mg^{2+} = (V_2 - V_1) \times F \times 4.86$$

IV.10. Détermination des chlorures (Cl⁻)

Principe :

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



Mode opératoire :

Prendre 5 ml d'eau à analyser,

Ajouter 2 gouttes de K_2CrO_4 (coloration jaunâtre).

Titrer avec AgNO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

Expression des résultats :

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

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

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

N_{AgNO_3} : Normalité d' AgNO_3

M_{Cl} : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d' AgNO_3 .

PE : prise d'essai.

Pour le F : - Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.

- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

- Doser par AgNO_3 à 0,01 N jusqu'au virage. (couleur brun rougeâtre).

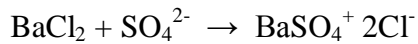
$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

IV.11. Détermination des Sulfates (SO_4^{2-})

Principe :

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

En présence de BaCl_2 .



Appareil :

Spectrophotomètre UV Visible

Remarque :

- Les échantillons troubles ou colorés doivent être filtrés sur filtre de $0,45 \mu\text{m}$.
- Les échantillons qui contiennent plus de $70 \text{ mg/l SO}_4^{2-}$ doivent être dilués

avant détermination.

Mode opératoire :

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.

Agiter énergiquement pendant 1 mn.

Passer au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

Expression des résultats :

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

IV.12. Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-)

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

Principe :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de $\text{pH} = 8.3$ et 4.3 , le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Mode opératoire :

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

Expression des résultats :

$$F.G = \frac{V_A \times N_A \times M_{HCO_3^-} \times 1000}{PE} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

$$F.S : VA1 \times 61 = \text{mg/l } HCO_3^-$$

VA : Volume d'acide versé.

NA : normalité d'acide versé.

$M_{HCO_3^-}$: masse des bicarbonates (HCO_3^-).

P.E : prise d'essai.

Remarque:

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO_3^{2-}) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume VA2.

$$\text{mg/l } CO_3^{2-} = VA2 \times 60$$

IV.13. Détermination de la dureté totale

Définition :

La dureté totale appelée titre hydrotimétrique (TH), indique globalement la teneur en sels de calcium et de magnésium (Dupont, 1981).

Principe :

Selon Rodier (1996), la détermination du TH est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide dilué en présence d'un indicateur coloré.

Mode opératoire :

D'après Figrrlla et al, (1980), sur 50 ml d'eau brute, on ajoute 2,5 ml de solution tampon (pH = 10), 0,1 g de NET et on titre à l'aide de la solution d'EDTA (0,02 N) jusqu'au virage de la couleur du bleu au bleu franc.

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

La dureté totale est obtenue par la formule suivante :

$$TH (^\circ F) = v$$

V : le volume d'EDTA versé en (ml) ;

Préparation de la solution tampon : la solution tampon (pH= 10) se prépare ainsi

Ammoniaque (NH₄OH) = 40 ml ;

Chlorure d'ammonium (NH₄Cl) =54 g ;

Eau distillée q.s.p 1000 ml.

IV.14. Détermination du titre alcalimétrique

Définition :

Selon Rodier (1996), le titre alcalimétrique (TA), représente la teneur de l'eau en carbonates.

Principe :

Le même auteur indique que le principe utilisé est basé aussi sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide dilué en présence d'un indicateur coloré.

Mode opératoire :

On prélève 100ml d'eau dans un bêcher, on ajoute 1 à 2 gouttes de l'indicateur coloré phénophtaléine, une coloration rose doit se développer. Dans le cas contraire le TA est nul.

On verse ensuite goutte à goutte l'acide chlorhydrique (0,02 N) dans le bêcher à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.

Soit Vle volume de l'acide versé en ml, le TA s'exprime par la formule suivante :

$$TA (^\circ F) = 5 V$$

IV.15. Détermination du titre alcalimétrique complet

Définition :

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en hydrogénocarbonates.

Deuxième Partie Matériel & Méthodes

Principe :

D'après Rodier (1996), le même principe utilisé pour la détermination de la dureté totale est utilisé pour détermination le titre alcalimétrique complet.

Mode opératoire :

On utilise l'échantillon traité précédemment s'il n'y a pas eu de coloration, ou bien un autre échantillon. On ajoute 1 à 2 gouttes de méthylorange et on titre de nouveau avec le même acide jusqu'au virage de la couleur du jaune au jaune orangé.

Le TAC s'exprime par cette relation :

$$\text{TAC (°F)} = 5 (V - 0,5)$$

V : le volume de l'acide versé en (ml).

Troisième Partie

Résultats & Discussion

I. Résultats des analyses microbiologiques

Tableau 8 : Résultats des paramètres microbiologiques.

Prélèvement Paramètre	19/02/2017		Normes
	Eau Brute	Eau Traitée	Eau Traitée
Germes Totaux à 22 °C	+	+	0
Germes Totaux à 37 °C	+	+	0
Coliformes Totaux	+	+	0
Coliformes Fécaux	+	-	0
Spoires de clostridium Sulfito-réductrices	+	+	0
Stréptocoque Fécaux	+	-	0

(+) : Présences de germes.

(-) : Absence de germes.

I.1. Germes anaérobies totaux

D'après les résultats obtenus et sont indiquées dans la figure 4, nous remarquons que le nombre des germes totaux à 22 °C compris entre 12 et 14 germes/100ml pour l'eau traitée, et pour l'eau brute le nombre des germes totaux varient entre 32 et 34 germes/100ml. Ce que signifie la non-conformité aux normes des eaux potable, donc les eaux des Barrage Bakhadda étudiées sont contaminées.

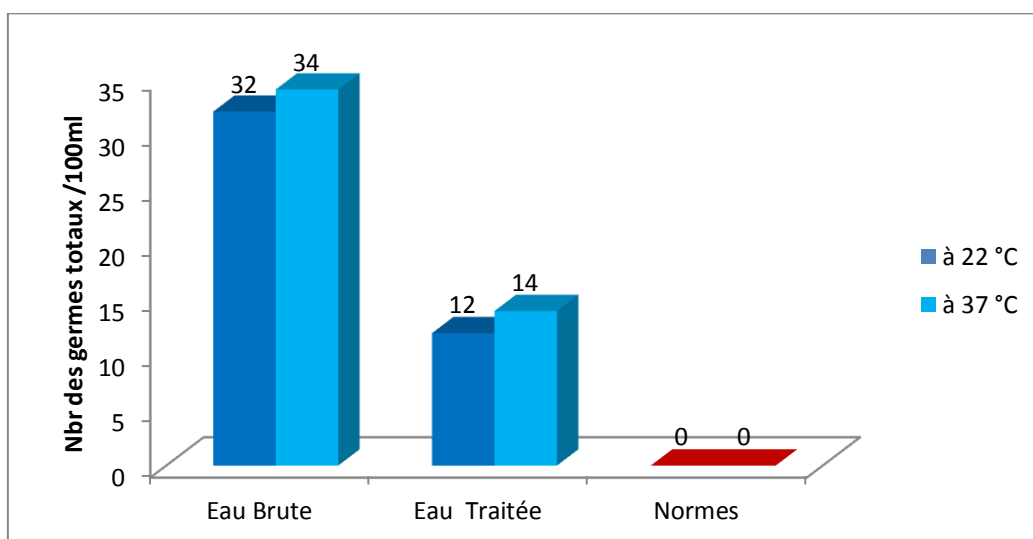


Figure4 : Nombre des germes totaux dans les eaux brutes et traitées.

I.2. Coliformes

Les analyses qu'on a fait montrent que les coliformes totaux et coliformes fécaux sont présents dans l'eau Brute une quantité très importante entre 200 et 300 germes/100ml. ce que veut dire l'eau de barrage Bakhadda est non conforme aux normes.

Les analyses des eaux traitées présentent une contamination aux coliformes totaux de 7 germes/100ml, et une absence pour les coliformes fécaux (figure 5).

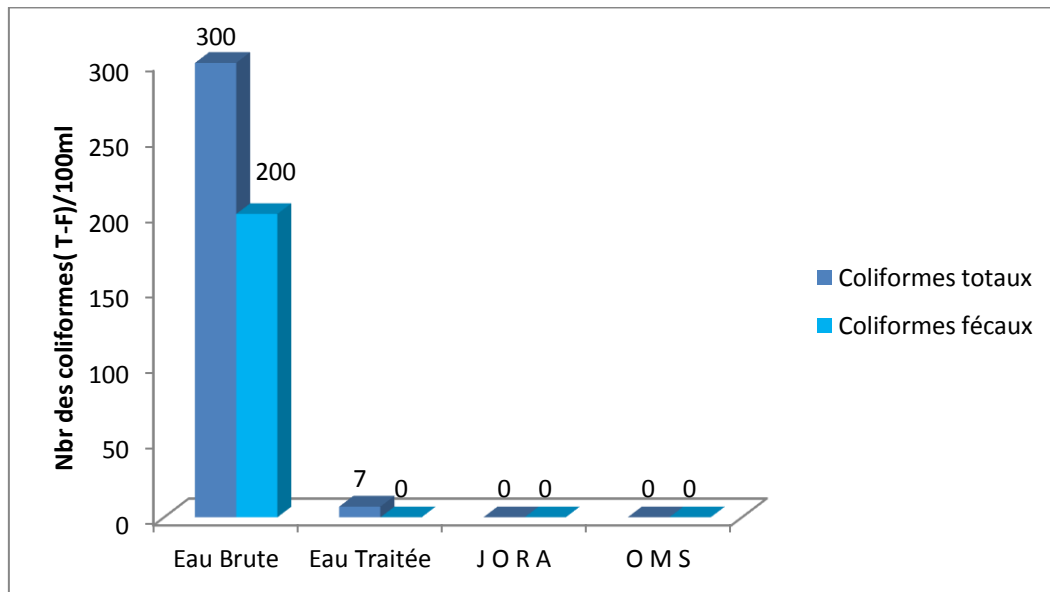


Figure 5: Coliformes dans les eaux du Barrage Bakhadda.

I.3. Streptocoques fécaux

Les analyses des Streptocoques fécaux montrent leur présence dans l'eau Brute (24 germes/100 ml), et absence dans l'eau traitée, figure 6, c'est-à-dire que l'eau à analyser est conforme aux normes des eaux potables dans cette analyse.

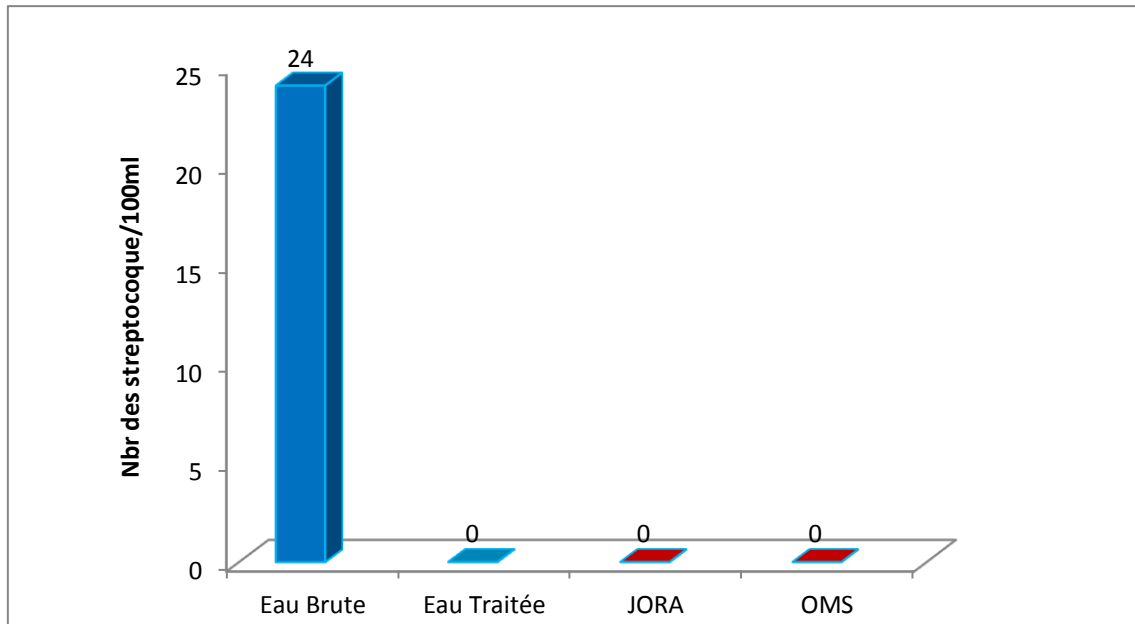


Figure 6 : Streptocoques dans l'eau brute et traitée.

I.4. Spores d'Anaérobies sulfito-réducteurs

D'après les résultats indiqués dans la figure 7, on a remarqué une présence des germes anaérobies sulfito-réducteurs dans l'eau Brute entre 20 et 32 germes/20ml et pour l'eau traitée la présence des spores égale à 1 germe/20ml, ce que veut dire que l'eau du barrage Bakhadda est non conforme aux normes.

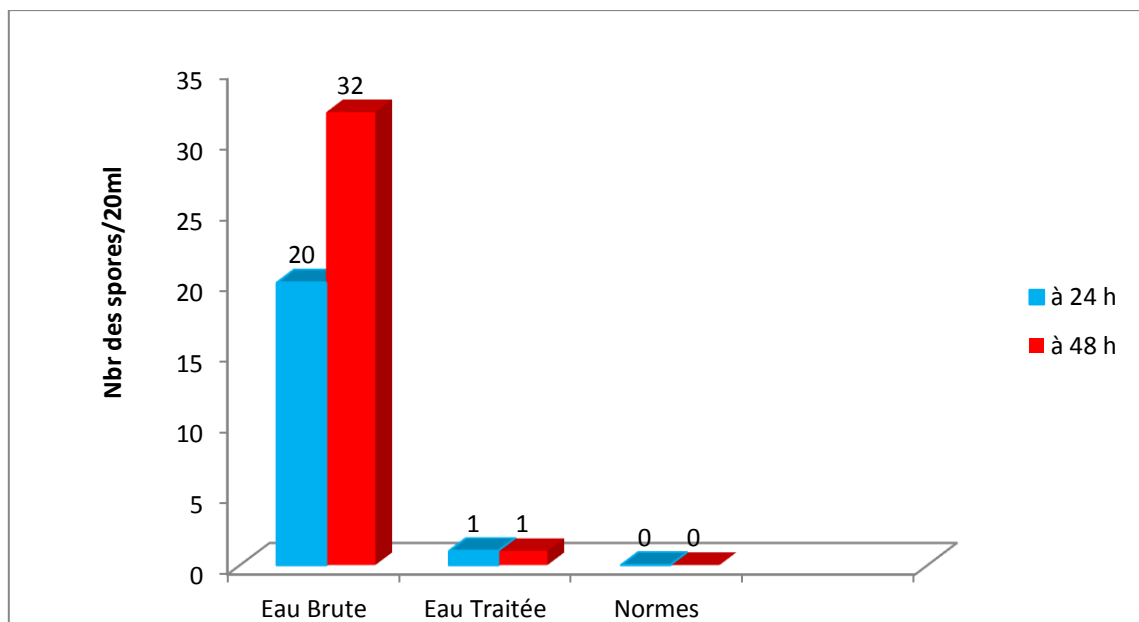


Figure 7 : Les spores dans l'eau brute et traitée.

L'analyse microbiologique des eaux du Barrage Bakhadda permet d'apprécier le risque des micro-organismes pathogènes.

Une eau dite potable ne doit pas contenir des germes pathogènes, coliformes, bactéries sulfito-réductrices et bactéries

Et si on constate la présence de l'un de ces germes, on déclare une contamination microbiologique qui conduit à des maladies assez grave.

D'après le tableau 8, des analyses microbiologique des eaux du barrage Bakhadda, montrent que l'eau brute qui est trop polluée et renferme des quantités importantes de germes pathogènes par rapport à l'eau traitée qui ne contient pas ces germes, la provenance de ces quantités importantes de germes pathogènes c'est les rejets des eaux usées de différentes stations. Cette étude doit nous permettre de juger la potabilité de l'eau, nous avons essayé d'interpréter les résultats obtenus et en les comparant aux normes définies par l'OMS (l'organisation mondiale de la santé).

II. Résultats des analyses physico-chimiques

II.1. pH

La valeur obtenue pour le pH de l'eau brute est 8,15 avant le traitement et de 7,51 après le traitement, durant la période de notre étude, figure 8.

Nous remarquons d'une part que le pH de l'eau traitée répond à la norme de potabilité de l'OMS qui varie entre 6,5 à 9,2, et d'autre part le traitement subi par l'eau brute n'a pas eu une grande influence sur le pH.

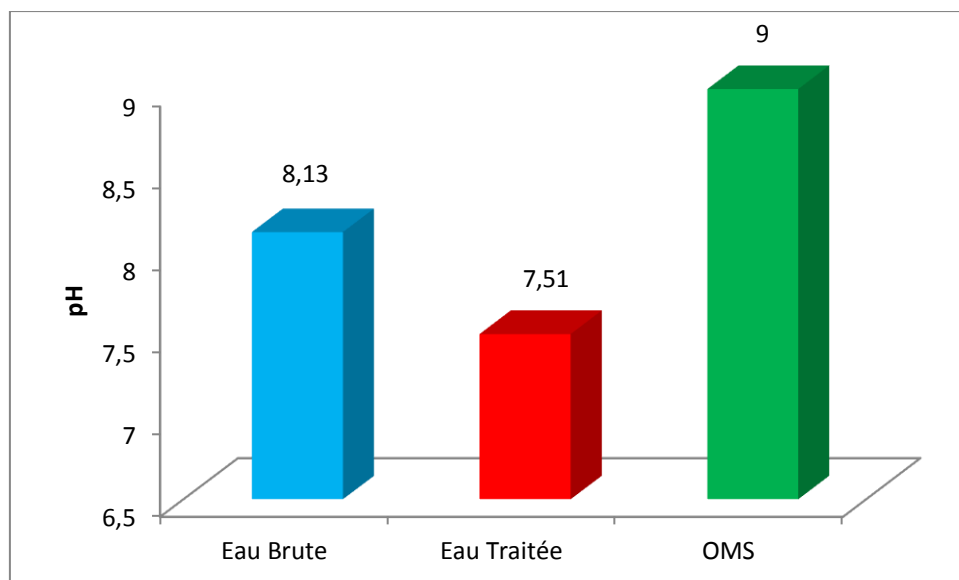


Figure 8: Le pH de l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.2. Température

La température est un facteur important pour la vie dans un cours d'eau, elle influence la solubilité de l'oxygène, le pH, la décomposition des matières organiques présentes dans celle-ci. La valeur obtenue pour l'eau brute est 8,6°C et pour l'eau traitée la température varie à 10,1°C (figure 9). La température de l'eau traitée et brute est relativement conforme aux normes de l'OMS.

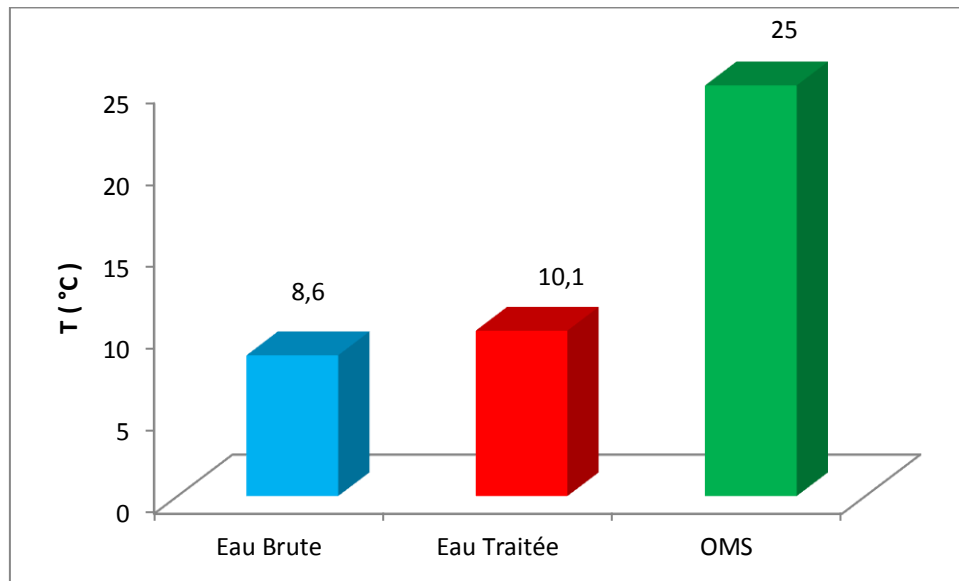


Figure 9: La Température de l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.3. La conductivité électrique

D'après la valeur de la conductivité électrique de l'eau brute et traitée, on peut dire que le traitement n'influe pas beaucoup sur ce paramètre. La comparaison avec la norme OMS, montre que durant la période d'étude, tous nos échantillons ont une valeur de conductivité électrique élevée, qui varie entre 988 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 995 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figure 10). Selon Rodier (1978), plus la conductivité est élevée plus l'eau est minéralisée.

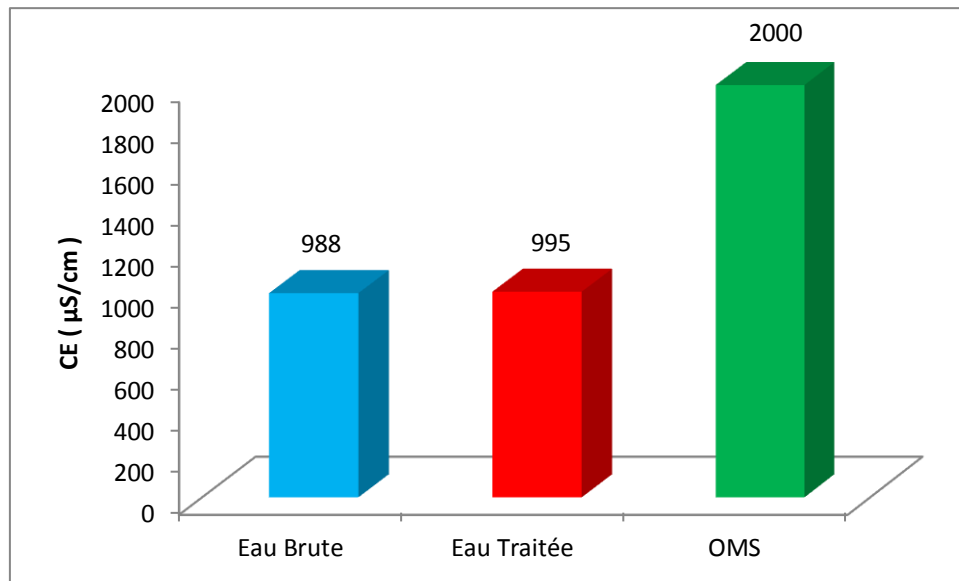


Figure 10: La Conductivités électriques de l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.4. Taux des Sels Dissous (TDS)

La concentration du TDS représentée dans la figure 11, montre une variation entre 631 mg/l pour l'eau brute et 513 mg/l pour l'eau traitée, ce qui signifie que la teneur en taux des sels dissous des échantillons analysés respecte les qualités de l'eau potable.

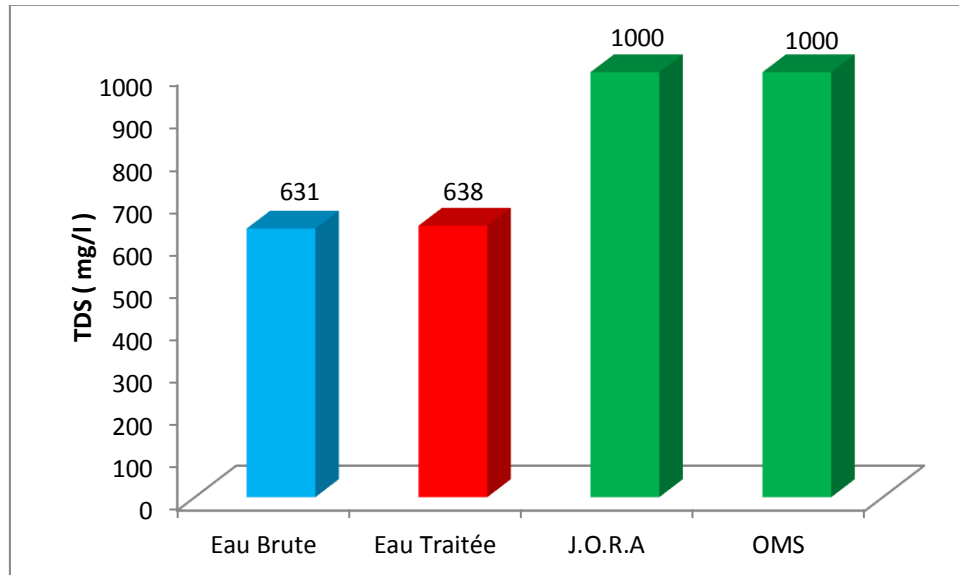


Figure 11 : Taux des sels dissous dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.5. Oxygène dissous

D'après Bontoux(1993), la respiration de la biomasse, notamment bactérienne consomme plus d'oxygène qu'il y a de matière organique susceptible d'être dégradée. La solubilité de l'oxygène diminue lorsque la température augmente.

Nous avons remarqué qu'après traitement, le taux en oxygène dissous dans l'eau augmente, il y a même des cas de sursaturation. Ceci est probablement dû à l'efficacité du traitement et aux valeurs basses de la température.

Tableau 9 : Résultats des analyses physico-chimiques

Prélèvement Paramètre	19/02/2017		Normes
	Eau Brute	Eau traitée	Eau Traitée
T° C	8,6	10,1	≤25
pH	8,13	7,51	6,5 ≤ pH ≤ 9
CE (μS/cm)	988	995	2000
TDS (mg/l)	631	638	-
TH °F	47,4	47,9	15 – 30
TAC °F	21,35	22,53	-
TA °F	0	0	-
MO (mg/l)	3,8	1,1	5
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	213 ,5	225,1	30
Ca ⁺² (mg/l)	113 ,6	122,5	200
Mg ⁺² (mg/l)	47,52	25,4	50
Cl ⁻ (mg/l)	99,4	74,6	300
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,121	<0,02	0,2
NO ₃ ⁻ (mg/l)	8,41	8,84	< 50
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,13	<0,02	0,5
PO ₄ ⁻² (mg/l)	0,06	<0,01	5
SO ₄ ⁻² (mg/l)	123,92	125,14	400

II.6. Les bicarbonates (HCO₃⁻)

D'après les résultats indiqués dans la figure 12, La valeur de la teneur en HCO₃⁻ de l'eau traitée est de 225,1 mg/l. Nous notons des teneurs variables par contre, dans l'eau brute elle est de 213,5 mg/l. Elle est inférieure à la norme des eaux potables, fixée par Rodier.J (2005).

La teneur en HCO₃⁻ correspond au titre alcalimétrique complet (TAC) qui dépend aussi des terrains traversés.

Quand le pH de l'eau est à 8,15 les ions bicarbonates sont présents avec une absence des ions carbonates, ces derniers apparaissent lorsque le pH dépasse la valeur 8.

L'alcalinité de l'eau est en relation avec la saison et la pluviométrie (Rodier, 1996).

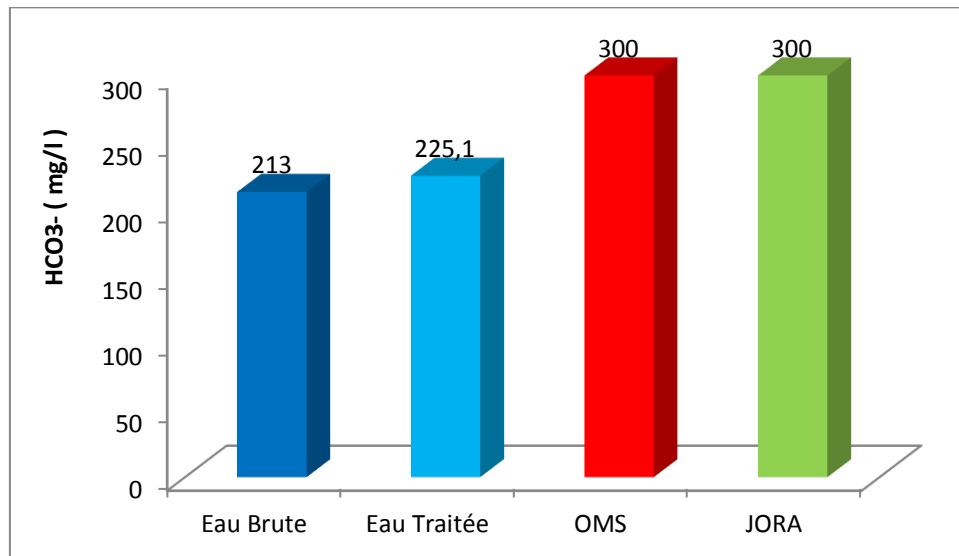


Figure 12 : Bicarbonates dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.6. Calcium (Ca⁺⁺)

D'après la figure 13, on remarque que la teneur de Ca⁺⁺ pour l'eau brute est 113,6 mg/l qui est inférieure aux normes fixées par Rodier (2005) qui est 200 mg/l. Et pour l'eau traitée, la valeur obtenue pour le Ca⁺⁺ est de 122,6 mg/l ; cette valeur est inférieure à la valeur des normes fixées pour les eaux potables qui signifie que le Ca⁺⁺ peut combiner avec d'autres produits chimiques comme les sulfates et les chlorures selon Rodier (1996).

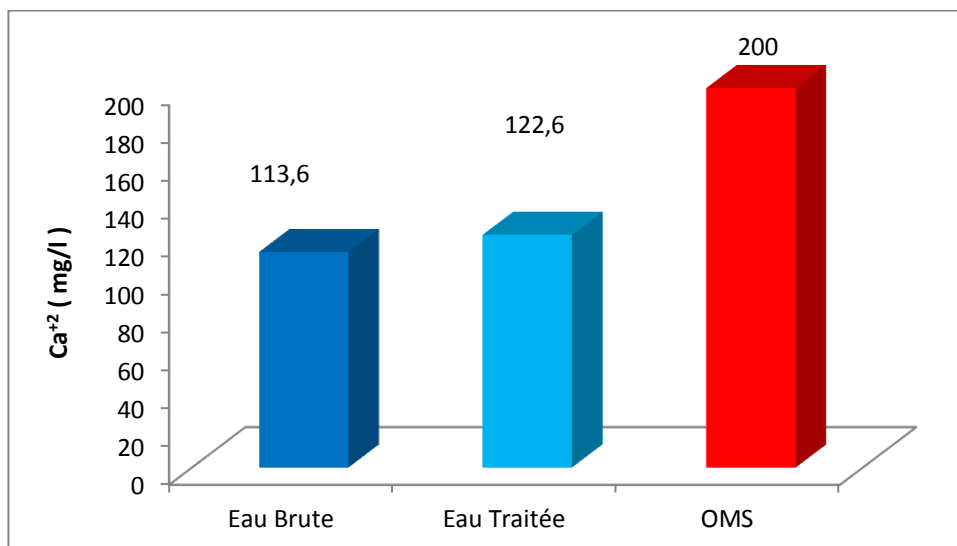


Figure 13 : Concentration du Calcium dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.7. Magnésium (Mg⁺⁺)

D'après la figure 14, nous remarquons que pour la teneur en magnésium est 47,52 mg/l pour l'eau brute et pour de l'eau traitée, la teneur en Mg^{++} est 25,4mg.

On peut dire que ces valeurs répondent aux normes des eaux potables qui sont de 50mg/l.

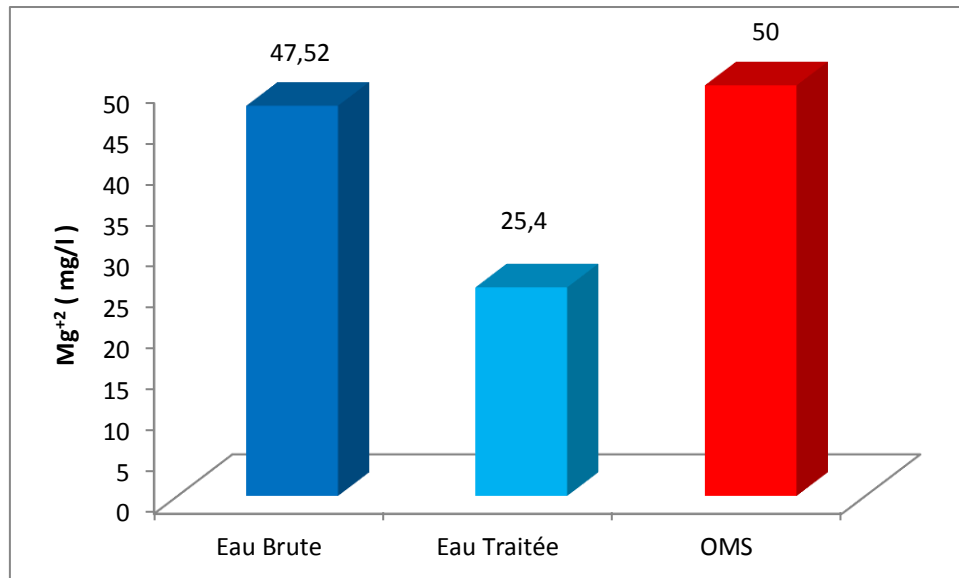


Figure 14: Concentration du Mg^{++} dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.8. Chlorures (Cl^-)

La valeur obtenue pour l'eau brute est 99,4 mg/l, par contre celles de l'eau traitée est de 74,6mg/l (figure 15), les résultats est inférieurs aux normes, ceci est probablement due à un excès d'ajout de chlore dans l'eau traitée. Le chlore libre donne à l'eau un goût et une odeur désagréable dont l'intensité varié selon les caractéristiques de l'eau.

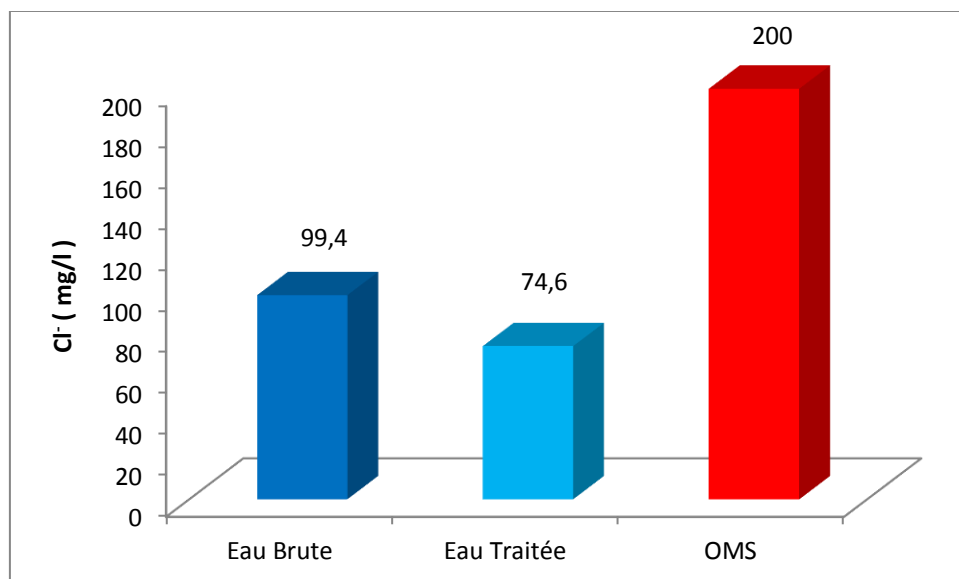


Figure 15: Concentration du Chlorure dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda**II.9. Nitrites (NO_2^-)**

Kettab(1992) indique que sous l'influence de bactéries diverses, les nitrites se transforment en nitrates puis en azote moléculaire.

La valeur de la teneur en nitrites dans l'eau avant le traitement égale 0,121 mg/l est supérieure aux normes admises d'OMS (0,1 mg/l), tandis que la teneur dans l'eau après le traitement est < 0,02mg/l est conforme aux normes admises (figure 16).

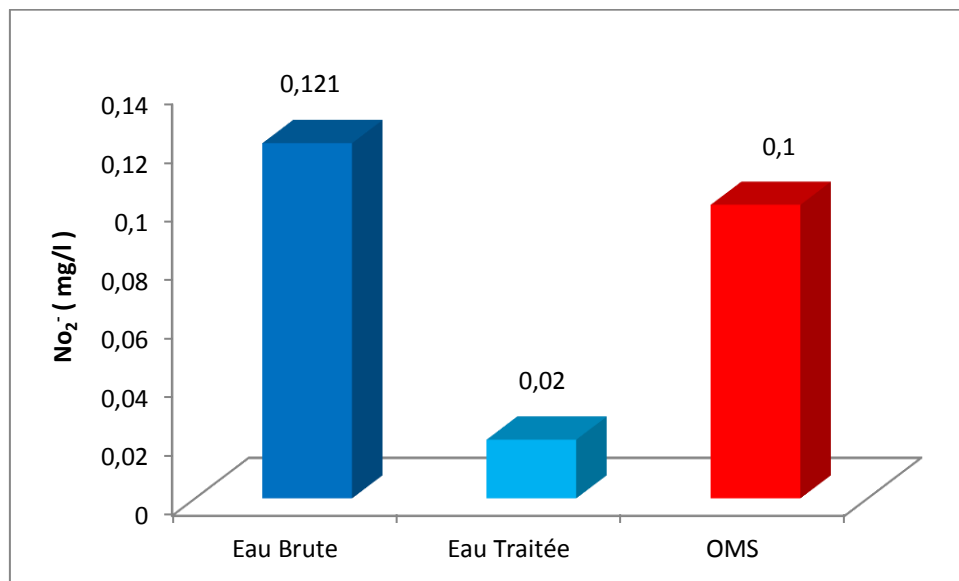


Figure 16 : Concentration des nitrites dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.10. Nitrates (NO_3^-)

D'après les résultats représentés dans la figure 17, on observe que l'analyse des échantillons d'eau avant et après le traitement, la valeur des nitrates est variée entre 8,41 mg/l et 8,54 mg/l qui est inférieure à la norme qui est (< 50 mg/l) (Rodier. J, 2005), Notons que cette diminution de la teneur en nitrate est la preuve que cette eau est potable.

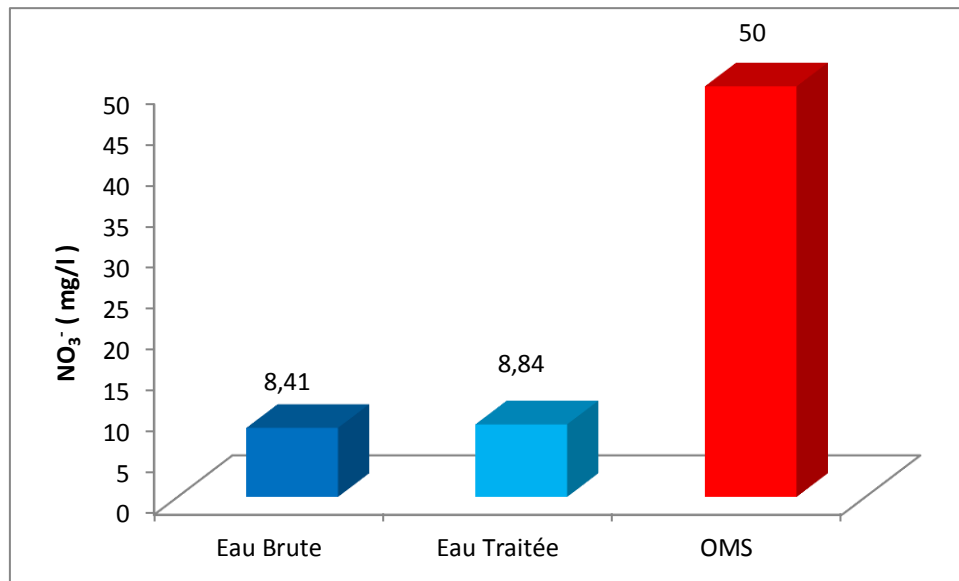


Figure 17 : Concentration des nitrates dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda

II.11. Ammonium (NH₄⁺)

La filtration peut efficacement réduire le taux d'ammonium de l'eau brute par la nitrification (Cardot, 1999).

Durant la période d'étude, la valeur de teneur en ammonium dans l'eau avant le traitement égale à 0,213 mg/l, et après le traitement est < 0,02 mg/l. (figure 18), a diminué, ceci est probablement dû à une bonne filtration de l'eau traitée dans les filtres à sable. Ces valeurs sont conformes à la valeur maximale admise par l'OMS, soit 0,5 mg/l.

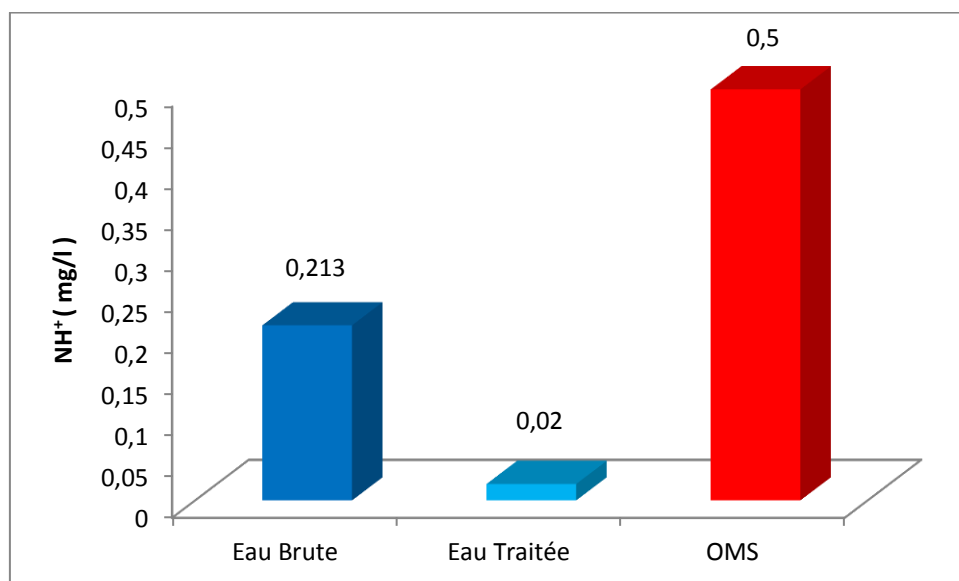


Figure 18: Concentration d'ammonium dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.12. Phosphates (PO_4^{-3})

Les ions phosphates sont éliminés par précipitation par du sulfate d'alumine (Defranceschi, 1996).

Les teneurs en phosphates dans l'eau brute et l'eau après le traitement, montrent que leur présence est très faible (0,06-0,01mg/l) par rapport aux normes admises (figure 19), Durant la période de cette étude, on peut dire, que ceci est peut être due à l'absence des rejets industriels et la faible utilisation des pesticides par les agriculteurs, qui par leur lessivage en période de crue enrichissent l'eau par les phosphates et les ions de phosphore.

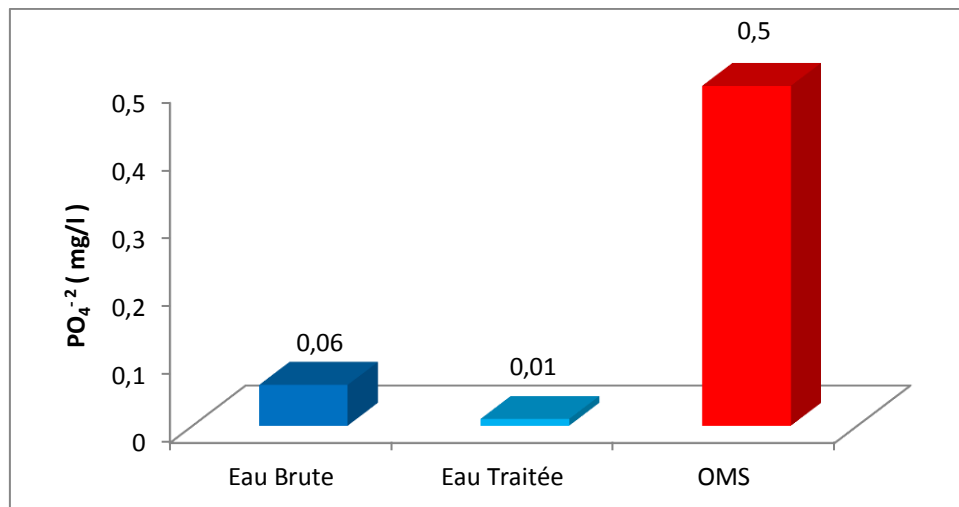


Figure 19: Concentration du phosphate dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.13. Matière organique (M.O)

D'après les résultats obtenus (Figure 20), nous avons trouvés que la valeur de matière organique est 3,8 mg/l pour l'eau brute et 1,1 mg/l pour l'eau traitée, cette dernière est conforme à la norme de l'OMS (2000) qui est de 5 mg/l. et répond effectivement à la norme Algérienne qui est de 3 mg/l.

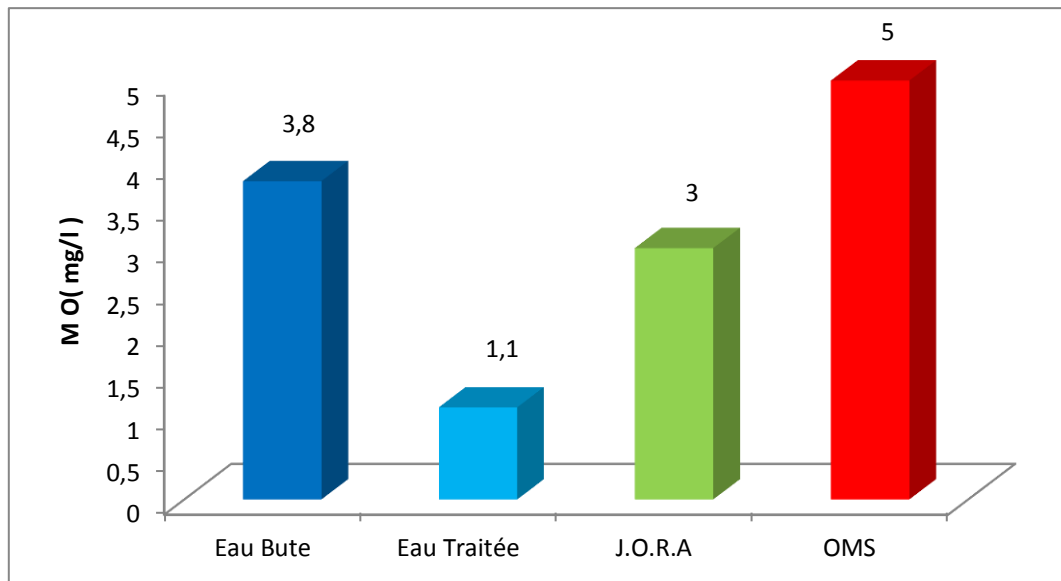


Figure 20: Concentration de la matière organique dans l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda.

II.14. Le titre hydrotimétrique (TH)

D'après les résultats indiqués dans la figure 21, nous constatons que la dureté totale (TH) des échantillons de l'eau brute égale à 47,4 °F et l'eau traitée égale à 49,9 °F.

Selon Desjardin (1988), cette dureté est due à la présence des ions Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , ..., mais dans la pratique la dureté totale égale à la somme de la dureté calcique et magnésienne.

D'après les normes présentées par le centre d'information sur l'eau (1999), notre eau est dure entre 16,7 °F et 30 °F et très dure au-delà de 35 °F, mais elle ne pose pas de problèmes pour la production de l'eau potable.

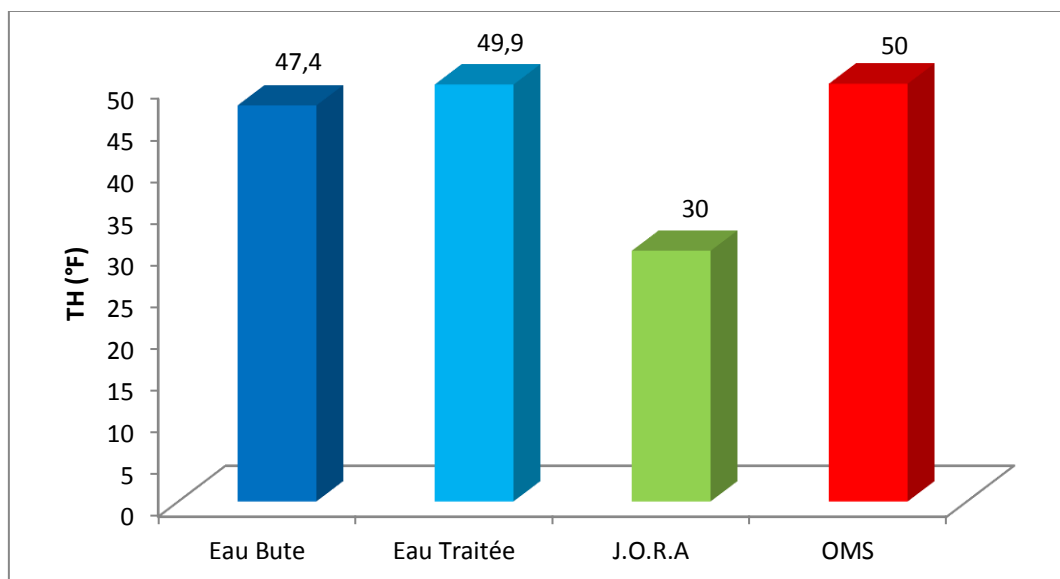


Figure 21: Titre hydrotimétrique de l'eau brute et traitée du Barrage Bakhadda**II.15. Le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC)**

Concernant le TA, on a remarqué que la valeur est nulle, ceci peut être dû à l'absence de carbonates, car d'après Dupont (1981), le TA présente la teneur de l'eau en carbonates.

La valeur du TAC présente un maximum de 22.53 °F pour l'eau brute et 21,35°F pour l'eau traitée, d'après Rodier (1996), cette situation est due à la présence des hydrogénocarbonates en grandes quantités.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau.

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie. Elle peut véhiculer en particulier de nombreux micro-organismes, bactéries, virus et protistes de tout genre, qui y vivent et s'y développent.

Le barrage de Bakhadda constitue l'un des plus importants ouvrages hydrauliques du bassin Nord de l'Atlas tellien et il est situé près de la ville de Tiaret, ces eaux sont destinées à l'alimentation en eau potable des habitants de la ville Tiaret et de quelques régions limitrophes ainsi qu'à l'irrigation des terres agricoles dans la plaine de la Mina.

Les interventions visant le traitement domestique de l'eau (TDE) peuvent jouer un rôle important en matière de protection de la santé publique lorsque les approvisionnements en eau existants, y compris ceux fournis par un réseau canalisé ou d'autres approvisionnements améliorés, ne sont pas traités, ne sont pas traités correctement, ou sont contaminés pendant la distribution ou le stockage (UNICEF & OMS, 2009)

Dont l'objectif principal de notre travail est d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau brute et traitée de barrage Bekhadda,

L'analyse microbiologique des eaux de barrage Bakhadda marquent la présence dans l'eau Brute tous des germes pathogènes, ainsi pour les germes contaminants d'origine fécale, et pour l'eau Traitée en l'absence de coliforme fécaux et streptocoques fécaux et présentent des germes totaux, des spores et des coliformes totaux. Les paramètres physico-chimiques traduits une évolution nette où l'eau de barrage représente :

-Une température inférieure à 25 °C, et pH ne dépasse pas 8,5 et entre 988 et 995 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité électrique.

-Des éléments minéraux majeurs ; dont les teneurs en cations (Ca^{++} et Mg^{++} , NH_4^+) et des anions (Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{-2} , PO_4^{-2} , HCO_3^-), conforme aux normes d'Organisation Mondiale de la Santé. D'après les résultats des analyses microbiologiques on peut dire l'eau de barrage Bakhadda est polluée.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Bontoux.J ,1993** Introduction à l'étude des eau douces,eau naturelles, eaux usées, eaux de boisson,Ed :Tec & Doc eavoisiesier, paris,169p
- Bebin.J, 1999**, Les pollutions industrielles et urbaines de l'eau in un point sur l'eau Tome 1 Edition INRA.Paris.In Amar Abdelhamid,2009,Etude physico-chimique ebactériologique des eaux foggara dans la commune de foggane wilaya d'Adrar,mémoire d'ing en INTAA, université IBN Khaldoun Tiaret.
- Bouziani. M, 2000**, L'eau et pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun.
- Blifert.C et Perraud.R, 2008**, Chimie de l'environnement,air,eau,sol,déchets. 2émé Edition de Boeck et Larcier S.
- Ben Abdarrezzak. A, 2010**. Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lacs Témacine, Méggarine et Ayata et inventaire des espèces piscicoles de ces lacs. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.
- Benchaiab Abdekader et Amieur Farouk,2016**, Etude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des eaux de 04 sources dans la wilaya de Tiaret , Thèse de Magister en écologie et environnement, Institut des sciences agronomiques , centre universitaire deTiaret .
- Chaussade.Jet Mestrallet.G,2005**,2éme Edition, Dégremont,Mémento technique de l'eau,Tome1,429p.
- Claude Cardot, 1999**,Les traitements des eaux édition marketing.
- Dupont. A 1979** Hydraulique urbaine, Tome 2 Ed : Eyrolles ,paris,127p
- Dupont. A 1981** Hydraulique urbaine, Tome 1, hydrologie captage et traitement des eaux,Ed :Eyrolles, paris, 262p
- Degrement, 1978**, Mémento technique de l'eau, Tome 1, Ed TEC et DOC, 320 p
- Defranceschi M,1996**, Leau dans tous ses états,ellipses édition Marketing, paris,127p
- Desjardins R, 1988**, Les traitement des eaux. 2éme Edition, Editwion polytechnique de Montréal.
- Dahmani. Halima,2006-2007**,Contribution à la caractérisation de la qualité des eaux de Oued Mina (Tiaret).Mémoire de fin d'études.
- Engleman et Leroy in Feder et Lmoigne.G 1994** Une gestion équilibrée des ressources en eau .Fainances et développement-Banque mondiale,24-27p
- Emilian Koller,2004**, Traitement des pollutions industrielles, Edition Dunod, paris.
- Frederic.Petmilleretagnes.Fetvandomeetjohnmcbrewester 2010**, Hydrogeologie édition 5-37p
- Feder et Lemoigne 1994**, Une gestion équilibrée des ressources en eau,Fainances et développement-Banque.
- FAO,1995**,Le lait et les produits laitiers dans nutrition humaine.

- Gaid.A, 1984**,Epuraton des eaux usées urbaines. Tome 1. Edition office de publication universitaire, Alger.
- Gérard.Tet Carole. I et Pierre .C,2013**, La tensiométrie pour piloter les irrigations, Une utilisation raisonnée de la reeource en eau, 2éme Edition,ISSN 1629-7474
- Gérard.C, 1999**, L'eau milieu naturel et maîtrise. Tome 1, Edition INRA.
- Guiraud. J–P,1998**,Microbiologie Alimentaire, Dunod, 651p.
- Gousset.P,1973**, Législation des nuisances,EditionDunod, paris, BRUXELLES, Montréal, 191 p.
- Grosclaud.G, 1999**, L'eau milieu naturel et maitrise, INRA, paris,Vol. 1.
- Kettab.A,1992**,Traitement des eaux, Edition office des publications universitaires. Alger.
- Linige. H et Weinciartner,1998**, Les monagnes et approvisionnement en eau douce, Ed,Agence de coopération au dévveloppement suisse, 15 p
- LeclercH et MosselD.A.A 1989**.Microbiologie de tube digestif l'eau et les aliments, Tome2,Doin éditeurs, paris,529p
- Lemercier. B,2003**, La pollution par les matières Phosphorées en Bretagne, Sources, Transfert et moyennes de lutte, Direction régional de l'environnement Bretagne.85p.
- Mebarki.A, 1984** Ressources en eau et aménagement en Algérie offices des publications universitaires, Alger, 302p
- Mallevalle .J, 1991**, Effet de l'azote sur les goûts et les odeurs édition Lavoisier, p 103.
- Mackenzi.Aetball.A.SetVidee.S.R :2000** L'essentiel en ecologie, Ed :BRTI,paris 368p
- Mireille,1996**, l'eau dans tous ses états. Ed Ellipses, paris, 12 p.
- Ministère de Développement durable, environnement et parcs,2012**, critères de qualité de l'eau de surface. Quebec, Canada 230p.
- MekkakiaM,2001**, Pollution des eaux du sous bassin versant de l'oued Mina, Thèse de Magister en écologie et environnement, Institut des sciences agronomiques, centre universitaire deTiaret.
- OMS, 2000**, Directives de qualité pour l'eau de boisson, 2éme Edition V2.
- OMS, 1984**, Guide pratique pour l'eau potable et l'assainissement rural et urbain.
- Ouali .M.S ,2001**, Traitement des eaux , Edition office de publication universitaire , Alger
- Pesson.P,1976**,La pollution des eaux continentales incidence,sur les biocénoses aquatiques, Ed : Ediscience international, paris, 690p.
- Rodier.J , 1996**, L'analyse de l'eau , Tome 1 , Ed DUNOD, paris, 345p
- Rodier. J, 2009**,L'analyse de l'eau 9 iéme Edition, Ed DUNDOD.
- Romain.J et Crogunne.T et Schuck.P et Brule.G,2006**, Sciences des a Edition lavoisier.

Ramade.F,2000, Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edition science internationale. Paris.

Rabiet M. (2006). «Contamination de la ressource en eau par les eaux uséesdans un bassin versant méditerranéen apport des éléments majeurs, traces et terres rares », Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.

Salghi.R, 2016, Différent filières de traitement des eaux .L'école Nationale des Science appliquées université Ibn Zoher, Agadir, Maroc

SPELLMAN et FRANK R. (2008).The Science of water: concepts and applications. 2nd Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

Valiron.F 1989, Gestion des eaux, Ed : Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, paris, 505p.

Vaillant.J, 1973, Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, Edition Eyrolles, paris.

Zella.L et Smadhi. D,2006, L'eau, la gouvernance et l'éthique, Edition Office des publication universitaires, 131 p

Zerluth.J et Gienger.M,2006, L'eau et ses secrets, Edition : Désiris.

Références Bibliographiques

ANNEXES

ANNEXES



Figure 1 : Barrage Bakhadda.

Résultats d'analyse de l'eau potable



Figure 2 : Coliforme Totaux à 37 °C.

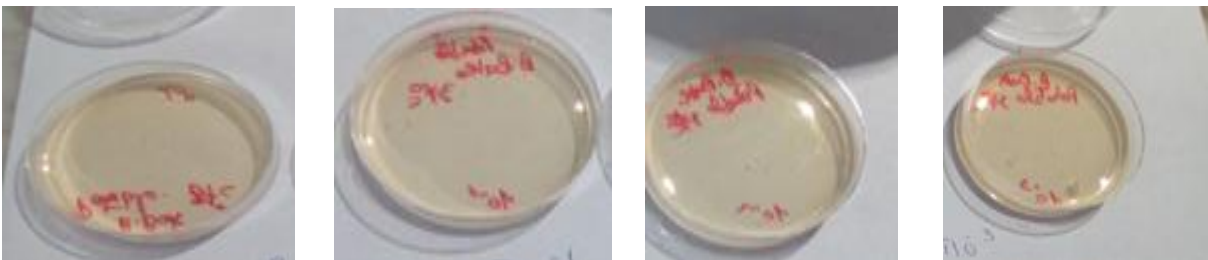


Figure 3 : Germes Totaux à 37 et 22 °C.

ANNEXES



Figure 4 :LesSpores à 37 °C.

Résultats d'analyse de l'eau Brute



Figure 5 :Coliformes Totaux à 37 °C.



Figure 6 :Coliformes Fécaux à 44 °C.

ANNEXES



Figure 7 :Streptocoques à 37 °C.

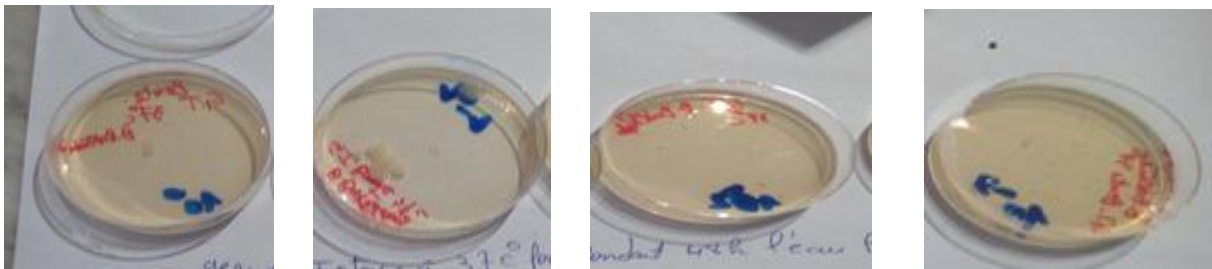


Figure 8 :Germes Totaux à 37 °C.



Figure 9 :Les Spores à 37 °C.

Résumé :

Notre préoccupation est de savoir si l'eau brute du barrage de Bakhadda fournie avec traitement aux populations est d'une bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Pour répondre à cette question nous avons déterminé quelques paramètres physicochimiques et bactériologiques des échantillons d'eau prélevés au niveau du barrage et l'eau distribuée. Les prélèvements sont effectués le début du mois de février. La pollution anthropique associée à l'érosion des formations géologiques modifient la teneur naturelle en certains éléments chimiques dans les eaux brutes. L'analyse chimique et bactériologique des échantillons d'eau a permis de comparer leur teneur en éléments chimiques et bactériologiques aux normes internationales pour l'eau de boisson. Les résultats révèlent une bonne qualité physico-chimique de l'eau distribuée mais la qualité bactériologique ne répond pas aux normes admises.

Mots clés : Eau, barrage, qualité, traitement, pollution, physico-chimie, bactériologie, consommation.

ملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو معرفة إذا كان الماء الخام لسد سيدي بن خدة المخصص للتوزيع بعد المعالجة إلى أهالي مدينة تيارت ذو نوعية فيزيائية - كيميائية و بكتريولوجية جيدة، للإجابة على هذا السؤال قمنا بدراسة بعض المقاييس الفيزيائية-الكيميائية و البكتريولوجية لعينات من الماء أخذت على مستوى السد و المياه الموزعة للاستهلاك. التحاليل الكيميائية و البكتريولوجية للماء سمحت لنا بمقارنة محتوى المياه من العناصر الكيميائية و البكتريولوجية بمقاييس دولية للماء الشروب. النتائج المحصل عليها تبين أن المياه ذات جودة فيزيائية-كيميائية جيدة لكن الجودة البكتريولوجية للمياه الموزعة للاستهلاك ملوثة و لا تخضع للمعايير المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: ماء، سد، نوعية، معالجة، تلوث، فيزيائية-كيميائية، بكتريولوجيا، استهلاك.