

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun –Tiaret-  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Biotechnologie"

Spécialité: " Biotechnologie microbienne "

Thème-

Caractérisations physico chimiques et bactériologiques de l'eau  
traitée du barrage Bakhadda (Tiaret)

Présenté et soutenu publiquement par :

**HAMED Nassira**

**JURY:**

-Président : M . SASSI Mohamed MCA faculté SNV, U Tiaret  
-Promoteur : M . HADJ SAID Aissa MCA faculté SNV , U Tiaret  
-Examineur : M . SASSI Mohamed MCA faculté SNV , U Tiaret

**Année universitaire: 2017–2018**

# Remerciement

Je remercie **Monsieur HADJ SAID Aissa** maître de conférence classe A à l'université Ibn Khaldoun , qui a bien voulu diriger ce travail, pendant toute la durée de l'expérimentation et la mise en forme de ce document

Mes vifs remerciements vont également à **Monsieur SASSI Mohamed** maître de conférence classe A à l'université Ibn Khaldoun , pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant examiner ce travail et pour avoir bien voulu présider ce jury

J'exprime toute ma reconnaissance à **Monsieur le directeur de l'ADE ; unité de Tiaret** qui a facilité la réalisation de ce travail, mes remerciements vont également au **responsable du laboratoire central de l'ADE ; unité Tiaret** et mes vifs remerciements vont également aux laborantines : Souad.B , Khadija.B et Linda.Y..... pour ses aides et conseils au cours de la réalisation de la partie expérimentale.

Enfin je tiens à remercier toute les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail , je cite : Daoud Med rayhane , Kloua Khadidja , Bensalem Kadda et kouadria rédha.

**Nassira hamed**

# Sommaire

Liste des abréviations.....	1
Liste des figures.....	2
Liste de photos.....	3
Liste des tableaux.....	4
Liste des annexes.....	5
Introduction.....	6

## **Première partie : Etude bibliographique.**

### **Chapitre I : Généralités sur les eaux**

1. Définition de l'eau .....	7
2. Importance de l'eau.....	7
3.Cycle de l'eau de consommation .....	7
4. Besoin en eau potable.....	9
5. Source d'approvisionnement en eau potable.....	9
6. la pollution des eaux .....	9
6.1. Les paramètres de la pollution.....	10
6. 2. Stratégie de la lutte contre la pollution des eaux.....	10
7.Traitement des eaux .....	10
7.1.But du traitement .....	11
7.2. Paramètres nécessitant un traitement .....	11

## **Deuxième partie : Etude expérimentale.**

### **Chapitre I : Matériel et méthodes.**

1. Objectif.....	12
2. Zone d'étude : Présentation générale de la station de traitement du barrage Bakhadda .....	12
2.1. Origine de l'eau.....	12
2.2. Débit d'eau à traiter.....	13
2.3. Traitements effectués.....	13

2. 3.1. Prétraitement.....	14
2. 3.1.1.Dégrillage .....	14
2. 3.1.2.Dessablage .....	14
2.3.1.3.Tamissage .....	14
2.3.2. Aération.....	14
2. 3.3. Préchloration.....	14
2. 3.4. Traitement de clarification :Coagulation- floculation – décantation.....	15
2. 3.4.1. Coagulation- floculation – décantation.....	15
2. 3.4.2. floculation .....	15
2. 3.4.3. décantation.....	15
2. 3.5. Filtration.....	16
2. 3.6. Désinfection par chloration.....	17
3. Méthode d'étude .....	19
3.1. Conditions de prélèvements .....	19
3.2. Méthodes d'analyses .....	19
3.3. Protocole expérimental.....	20
4. Analyses physico chimiques.....	21
4.1. Turbidité.....	21
4.2. Mesure du pH et de la température.....	21
4.3. Mesure de la conductivité électrique.....	21
4.4. Matière organique.....	21
5. Analyses concernant les paramètres indésirables et toxiques.....	22
6.1. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	22
6.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	22
6.3. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ).....	23
6.4. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) .....	23
6.5. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). .....	23
6.6. Fer.....	23
5.7. Détermination de $\text{Ca}^{+2}$ et $\text{Mg}^{+2}$ .....	24
5.8. Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ ).....	25
6. Analyses bactériologiques.....	26
6. 1. Recherche des coliformes totaux.....	26
6. 2. Recherche des coliformes fécaux ( <i>Escherichia coli</i> ).....	27
6. 3. Recherche des streptocoques fécaux.....	27
6. 4. Recherche des clostridium sulfito-réducteurs.....	28

## Chapitre II : Résultats et discussion.

Introduction.....	29
1. Normes de potabilité admises par l’OMS.....	29
1.1. Normes des paramètres organoleptiques.....	30
1.2. Normes des paramètres physico-chimiques.....	30
1.3. Normes concernant des substances indésirables et la minéralisation globale..	31
1.4. Normes concernant les éléments toxiques.....	32
1.5. Les normes des paramètres microbiologiques.....	33
2. Résultats et discussion. ....	33
2.1. Les analyses physico chimiques.....	33
2.1. 1.La turbidité.....	33
2.1.2. La température (T).....	34
2.1.3.Le pH.....	35
2.1.4. La conductivité électrique( CE).....	36
2.1.5. La matière organique(MO).....	37
2.2. Les substances indésirables et toxiques.....	38
2.2.1. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	38
2.2.2.. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) .....	39
2.2.3. L’azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ).....	40
2.2.4. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) .....	41
2.2.5. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ). .....	42
2.2.6..Le fer ( $\text{Fe}^{+2}$ ).....	43
2.2.7. Le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) et le Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ).....	44
2.2.8. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ).....	45
2.3. Interprétation des résultats des analyses bactériologiques.....	46
Conclusion. ....	48

## Annexes

Annexe 01 : Tableau des résultats des analyses physico chimiques de l’eau traitée du barrage Bakhadda .....	50
Annexe 02 : Tableau des résultats des analyses concernant les paramètres indésirables et toxiques de l’eau traitée du barrage Bakhadda .....	51

Annexe 03 : Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda .....52

Annexe 04 : Tableau des résultats des analyses physiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement. ....53

Annexe 05 : Tableau des résultats des analyses chimiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement. ....54

Annexe 06 : Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement. ....55

Références bibliographiques.

# Liste des abréviations

<b>ADE</b>	: Algérienne des eaux.
<b>Ca<sup>+2</sup></b>	: Calcium
<b>CE</b>	: Conductivité électrique.
<b>Cl<sup>-</sup></b>	: Chlorures
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	: Fer
<b>Mg<sup>+2</sup></b>	: Magnésium
<b>MO</b>	: Matière organique.
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	: Azote ammoniacal.
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	: Nitrites.
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	: Nitrates.
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé.
<b>pH</b>	: Potentiel hydrogène.
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	: Sulfates.
<b>T</b>	: Température.

## Liste des figures

- Figure 01** : cycle de l'eau de consommation.
- Figure 02** : Localisation de la zone d'étude.
- Figure 03** : Processus du traitement des eaux du barrage Bakhadda.
- Figure 04** : Schéma du protocole expérimental.
- Figure 05** : Variation des valeurs de la turbidité de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 06** : Variation des valeurs de la température de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 07** : Variation des valeurs de PH de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 08** : Variation des valeurs de la conductivité électrique de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 09** : Variation des valeurs de la matière organique de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 10** : Variation des valeurs des nitrites de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 11** : Variation des valeurs des nitrates de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 12** : Variation des valeurs de l'azote ammoniacal de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 13** : Variation des valeurs des phosphates de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 14** : Variation des valeurs des sulfates de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 15** : Variation des valeurs de Fer de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 16** : Variation des valeurs de Calcium de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 17** : Variation des valeurs de Magnésium de l'eau traitée du barrage Bakhadda
- Figure 18** : Variation des valeurs de chlorures de l'eau traitée du barrage Bakhadda



## Liste des photos

**Photo 01** : Barrage Bekhadda.

**Photo 02** : Coagulateur, flocculateur et décanteur.

**Photo 03** : Bassin de filtration.

## Liste des annexes

**Annexe 01 :** Tableau des résultats des analyses physico chimiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

**Annexe 02 :** Tableau des résultats des analyses concernant les paramètres indésirables et toxiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

**Annexe 03 :** Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

**Annexe 04 :** Tableau des résultats des analyses physiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

**Annexe 05 :** Tableau des résultats des analyses chimiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

**Annexe 06 :** Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

## Liste des tableaux

- Tableau 01** : Normes des paramètres organoleptiques.
- Tableau 02** : Normes des paramètres physico-chimiques.
- Tableau 03** : Normes des paramètres indésirables et minéralisation globale.
- Tableau 04** : Normes des éléments toxiques.
- Tableau 05** : Normes des paramètres microbiologiques.
- Tableau 06** : La relation existant entre la minéralisation et la conductivité électrique.
- Tableau 07** : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda

# *Introduction*

L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion, doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé, un droit de l'homme essentiel et une composante clé des politiques efficaces de protection sanitaire.

Un approvisionnement régulier en eau potable est fondamental pour la vie et la santé des hommes. Les besoins en eau potable, sont actuellement les plus importants sur le plans quantitatif et seront encore de plus en plus accrue avec le fort accroissement démographique, l'augmentation du degré d'urbanisation et du niveau de vie.

Pour obtenir une eau potable, l'eau brute subit plusieurs traitements élémentaires dont les bases peuvent être physiques chimiques ou biologiques et dont l'effet est d'éliminer tout d'abord des matières en suspension ; les substances colloïdales et les substances dissoutes (minérales et organiques) et enfin un traitement bactériologique.

L'eau de barrage Bakhadda représente une ressource hydrique importante pour la région de Tiaret . A cet effet, il est important d'effectuer périodiquement des analyses physicochimiques et bactériologiques sur les eaux du barrage avant et après traitement, afin de connaître l'évolution de leurs qualités, s'assurer de l'efficacité du traitement, et de préserver les eaux du barrage d'éventuelles pollutions industrielles, domestiques, et autres...

Notre travail consiste à déterminer les qualités physicochimiques et bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda , et ce durant la période allant du mois de mars au mois d'avril 2018, afin d'apprécier d'une part l'efficacité du traitement (une comparaison entre nos résultats et ceux trouvés en 2006), et d'autre part comparer ses qualités aux normes admises par l'OMS pour une eau potable.

L'évaluation de la qualité chimique de l'eau se fonde sur la comparaison entre les résultats de l'analyse qualitative de l'eau et des valeurs guides de L'OMS.

En ce qui concerne la qualité microbienne de l'eau, la vérification sera vraisemblablement fondée sur une analyse des microorganismes indicateurs de contamination fécale.

Ce travail comporte deux parties : une première partie bibliographique et une deuxième partie expérimentale, et enfin nous avons terminé par une conclusion.

*Première Partie*

*Etude bibliographique*

# Chapitre I

## généralités sur les eaux

**1. Définition de l'eau :**

L'eau en latin aqua est une substance liquide transparente, sans saveur ni odeur, ni couleur. (DEGREMONT, 1978).

Par eau potable, on entend l'eau qui, à l'état naturel ou après traitement, convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation de mets et au nettoyage d'objet entrant en contact avec les dérivées alimentaires. L'eau potable doit être salubre des points de vue microbiologique, chimique et physique (Anonyme, 2002).

**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 bien de disparition. Des civilisations entières 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).

**3. Cycle de l'eau de consommation :**

L'eau brute destinée à la consommation humaine est prélevée dans un cours d'eau naturel (nappes souterraines, rivières) ou artificiel (barrages), et subit un cycle de production de l'eau consommable. Elle est acheminée vers une usine de production d'eau potable où elle subit divers traitements physico-chimiques et biologiques pour éliminer toute sorte de pollution ; ensuite, elle est distribuée aux consommateurs.

Ce cycle subit par l'eau du fait de son usage par les sociétés humaines et se décompose en cinq grandes étapes : le captage, le transport, la production d'eau potable, la distribution, puis la collecte et la dépollution des eaux usées. A chaque étape de ce cycle, la quantité de l'eau est contrôlée pour être conforme aux normes. Après usage, elle est recueillie pour être conduite vers les usines de dépollution des eaux usées avant d'être enfin rendue à la nature ( Anonyme, 2002 b in MOSTFAI , 2005).



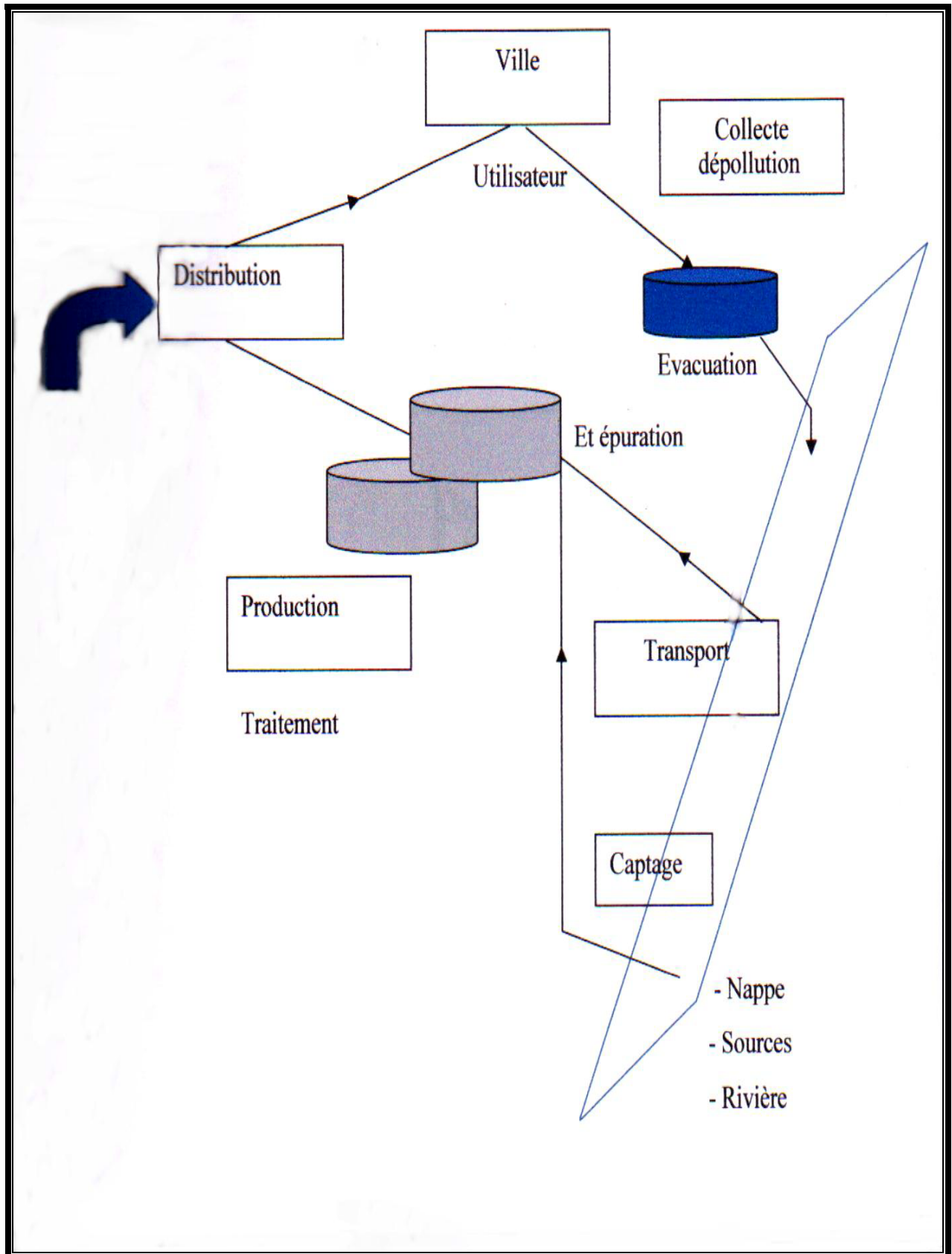


Figure 1 : cycle de l'eau de consommation d'après Anonyme (2002 b) in MOSTFAI (2005).

**4. Besoin en eau potable :**

Selon MEBARKI (1984), les besoins en eau potable, sont actuellement les plus importants sur le plans quantitatif et seront encore de plus en plus accrue 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 litres par jour et par habitant. Dans une agglomération urbaine, ces besoins varient de 150 à 400 l / hab / j.

**5. Source d'approvisionnement en eau potable :**

Selon BRIÈRE (1994), l'ingénieur peut, selon les circonstances, envisager de recourir aux sources d'approvisionnement en eaux de surface, souterraines, de pluie, de mer et/ou saumâtres. Dans la plupart des cas, se sont les eaux de surface et les eaux souterraines, qui sont utilisés ; ce n'est qu'en leur absence qu'on peut penser à exploiter les eaux de pluie ou de mer.

**6. La pollution des eaux :**

Parce que de nombreux produits chimiques y sont dissous, l'eau est connue comme un solvant universel. Cette propriété de l'eau fait que sa contamination est inévitable.

Fondamentalement, la pollution de l'eau peut être définie comme n'importe quelle action humaine qui compromet l'utilisation de l'eau comme ressource (MACKENZI et al, 2000).

L'eau polluée peut tuer. Chaque année, les maladies hydriques causent la mort de 3 millions de personnes, des enfants surtout, et plus de 1 milliard d'indispositions passagères par an. Par ailleurs, les quantités disponibles d'eau de bonne qualité diminuent, contaminée par les rejets domestiques, l'industrie, les produits chimiques utilisés pour l'agriculture et la mauvaise utilisation des terres (FEDER et LE MOIGNE, 1994).

**6.1. Les paramètres de la pollution :**

Il est nécessaire de pouvoir juger quantitativement la pollution d'un rejet.

Dans le cas d'un rejet urbain, le rôle des matières organiques biodégradables et des matières en suspension est prépondérant, il faut connaître :

La teneur en matière oxydable, mesurée le plus souvent par :

La demande biochimique en oxygène D.B.O<sub>5</sub>

La demande chimique en oxygène D.C.O

Le carbone organique total C.O.T

La teneur en matière pondérale est mesurée en général par :

Les matières en suspension M.E.S.

Mais la connaissance d'autres paramètres peut être indispensable (matière inhibitrice, métaux) au cas où les eaux contiennent également les rejets industriels (THOMASEAU, 1981).

**6. 2. Stratégie de la lutte contre la pollution des eaux :**

Selon JEDLITSCHKA in colloque européen (1990), la stratégie de la lutte contre la pollution des eaux se base sur les deux principes suivants :

◆ Le principe de prévoyance : on doit tout faire pour éviter une pollution et son élimination sans dommage.

◆ Le principe de coopération : tous les organismes concernés doivent travailler en commun afin de résoudre les problèmes liés à l'environnement.

**7. Traitement des eaux :**

Selon DUPONT (1981), toute utilisation d'eau nécessite, avant son captage, une étude aussi complète que possible et, cela, aux différentes époques de l'année. La composition de l'eau sera, surtout, examinée du point de vue turbidité, pouvoir colmatant, degré hydrotimétrique, pH, teneur en matières organiques et en *Escherichia coli*. L'étude porte également sur les affluents d'amont qui alimentent la rivière, le barrage ou le lac. Elle est effectuée au minimum sur un cycle climatique complet et, même, sur plusieurs années. Ces observations sont indispensables pour définir correctement le mode de traitement à préconiser. Il faut compléter l'étude par des observations sur les débits, les hauteurs maximales atteintes pendant les crues, la nature des exploitations industrielles d'amont ainsi que les dangers de pollution pouvant provenir du rejet de leurs déchets à la rivière, etc....Les pollutions éventuelles

d'agglomération ou d'industries riveraines sont recherchées jusqu'à 10Km en amont de la prise envisagée.

### **7.1. But de traitement :**

Le traitement à effectuer sur l'eau brute aura pour but de la clarifier et de la rendre bactériologiquement pure et exempte de micropolluants (DUPONT, 1981).

D'après KETTAB (1992), les objectifs exacts du traitement peuvent être répartis en trois groupes :

-La santé publique, qui implique que l'eau distribuée ne doit apporter aux consommateurs ni substances toxiques (organiques ou minérales), ni organismes pathogènes. Elle doit donc répondre aux normes physico-chimiques et bactériologiques.

-L'agrément du consommateur, qui est différent du premier point car une eau peut être agréable à boire tout en étant dangereuse (source polluée...). Il s'agit des qualités organoleptiques, c'est-à-dire ce qui est perçu par les sens olfactifs de l'homme à savoir couleur, odeur, goût.

-La protection du réseau de distribution et aussi des installations des usagers (robinetterie, chauffe-eau....) contre l'entartrage et/ou la corrosion.

### **7.2. Paramètres nécessitant un traitement :**

Selon KETTAB (1992), ces paramètres sont très différents suivant l'origine de l'eau brute. Elle peut être superficielle (rivière, lac, barrage, étang) ou souterraine (source, nappe alluviale, nappe phréatique). Du fait de cette différence, il est évident qu'il découle une diversité dans les chaînes de traitement. Les eaux de surface sont plus chargées avec des matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal.

Les principaux paramètres pour le choix de la filière de traitement sont surtout la couleur, la turbidité, la nature, le poids des MES et le nombre de coliformes totaux de streptocoques fécaux, d'*Escherichia coli* et la présence ou l'absence de *Salmonella*. Il faut ajouter à ces paramètres, les variations saisonnières du phytoplancton (algue), des indices de pollution chimique, la détection et le dosage de micropolluants minéraux (métaux lourds) et organiques (pesticides, phénols, détergents, hydrocarbures...).

*Deuxième Partie*

*Etude expérimentale*

*Chapitre I*

*Matériels*

*et*

*Méthodes*

## 1. Objectif :

Notre travail consiste à déterminer les qualités physico-chimiques et bactériologiques de l'eau traitée du barrage, afin d'apprécier d'une part l'efficacité du traitement, et d'autre part comparer ses qualités aux normes de L'OMS pour une eau potable et aux résultats trouvés en 2006 sur l'eau traitée du même barrage durant la période allant de janvier à juin.

## 2. Zone d'étude : Présentation générale de la station de traitement du barrage Bakhadda :

Le Barrage Bakhadda a été réalisé en 1930 d'une capacité théorique de 45 millions de m<sup>3</sup>. Le barrage de bakhadda est situé à 35 Km au Nord-Ouest de la ville de Tiaret près du village de Tagdempt (commune Machraâ S'fa) , comme l'indique la figure (02)

D'après (MEKKAKIA, 2001 in FATARNA,2006), les eaux du barrage étaient destinées spécialement à l'irrigation de la plaine de Relizane, jusqu'en 1982. Depuis, elles sont devenues la source principale d'alimentation en eau potable et industrielle de la ville de Tiaret et sa région.



**Figure 02 :** Localisation de la zone d'étude (source google maps,2018)

### 2.1. Origine de l'eau :

L'eau à traiter provient des eaux pluviales accumulées au niveau du barrage, ce dernier qui a une capacité de réservoir de quarante-cinq millions de m<sup>3</sup>. (photo 01)

Les eaux du barrage sont prélevées par une station de relevage équipée de quatre pompes qui refoulent l'eau brute vers la station de traitement, dans laquelle ces eaux subissent une chaîne de traitements, comme l'indique la figure 03.



**Photo 01 : Barrage Bekhadda**

## **2.2. Débit d'eau à traiter :**

Le débit de l'eau à traiter est de 1060 m<sup>3</sup>/ h en raison de la demande de plus en plus croissante des consommateurs. La production journalière est de 15000 m<sup>3</sup>. (ADE,2018)

## **2. 3. Traitements effectués :**

Selon DESJARDINS (1988), en recourant au traitement des eaux, en vise la production d'une eau potable à partir d'une eau brute plus au moins polluée, pour se faire, on soumet cette eau brute , a diverses étapes de traitement réalisé dans plusieurs unités de traitement des eaux.(figure 03). Les traitements effectués au niveau du barrage sont :

- ❖ Prétraitement.
- ❖ Aération.
- ❖ Préchloration
- ❖ Coagulation-floculation-décantation.
- ❖ Filtration.
- ❖ Désinfection par chloration.



**2.3.1. Prétraitement :**

La première étape du traitement consiste à débarrasser les effluents de tout élément susceptible de gêner le fonctionnement des ouvrages (MANEM et FAYOUX in GROSCLAUDE, 1999).

Un prétraitement comporte trois phases :

- le dégrillage
- le dessablage
- le tamisage

**2. 3.1. 1. Dégrillage :**

Le dégrillage a pour objet d'éliminer des matières volumineuses des eaux, afin d'éviter les risques de colmatage. Selon l'efficacité désirée, il est possible de distinguer entre le pré dégrillage

( espacement des barreaux 30 à 100 mm), le dégrillage moyen (espacement 10 à 30 mm) et le dégrillage fin (espacement 3 à 10 mm) (THOMAZEAU, 1981).

**2. 3.1. 2. Dessablage :**

L'élimination des sables présents dans l'effluent brut est indispensable si on veut protéger les conduites et pompe contre la corrosion et aussi éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement (GAID, 1984).

**2.3.1. 3. Tamisage :**

Le tamisage constitue un dégrillage fin, puisque les eaux doivent traverser des mailles étroites (de quelques mm à quelques dizaines de microns). Les tamis sont donc utilisés lorsque l'on cherche à retenir les matières en suspension de petite taille, ce qui est le cas pour les eaux usées d'abattoir, ou les eaux de surface riches en plancton (THOMAZEAU, 1981).

**2. 3.2. Aération :**

Elle est réalisée par écoulement de l'eau sur une hauteur d'environ 3m.

**2.3.3. Préchloration :**

Pour une désinfection continue on utilise plutôt le chlore (DESJARDINS ,1988). La préchloration est faite par ajout de chlore (eau de javel) afin d'améliorer les phénomènes de

coagulation et de floculation en terme de turbidité éliminée, de durée de fonctionnement des filtres, d'économie de réactifs.

### **2. 3.4. Traitement de clarification : Coagulation- floculation – décantation**

Consiste à agréger sous forme de floccs les matières en suspension organiques, minérales et les substances décantables . On utilise le sulfate d'alumine comme coagulant et des polymères Asp<sub>6</sub> comme flocculant. La neutralisation est assurée avec la chaux et l'addition du charbon actif en poudre sert à éliminer les odeurs et la couleur. Les coagulateur-flocculateur -décanteurs de la station de traitement sont représentés dans la photo 02.

#### **2.3.4.1. Coagulation :**

La coagulation a pour but principal de déstabiliser les particules en suspension, c'est-à-dire de faciliter leur agglomération. En pratique, ce procédé est caractérisé par l'injection et la dispersion rapide de produits chimiques (DESJARDINS, 1988).

Selon ECKENFELDER (1982), les matières colloïdales, tant organiques que minérales, peuvent être éliminées par coagulation. Cette dernière implique donc d'une part, la réduction des charges électriques superficielles, et d'autre part, la formation d'hydroxydes complexes sous forme de flocons.

D'après DUPONT (1981), on emploie beaucoup le sulfate d'alumine qui fut longtemps et reste encore le coagulant classique ; on utilise également le perchlorure de fer, le sulfate ferrique, le chlorure ferrique.

#### **2. 3.4.2. Floculation :**

La floculation a pour objectif de favoriser à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'agglutinent pour former un flocc qu'on peut facilement éliminer par les procédés de décantation et de filtration (DESJARDINS, 1988).

La floculation s'effectue dans des cuves appelées flocculateurs. Après un mélange rapide du coagulant avec l'eau, l'agitation se poursuit lentement pour arriver à la formation du flocc. Les agitations lente et rapide, s'effectuent dans des compartiments distincts. Les flocculateurs peuvent être séparés ou faire partie des décanteurs. L'arrivée sur les décanteurs s'effectue par de larges canaux pour éviter de briser les flocons (DUPONT, 1981).

#### **2. 3.4.3 Décantation :**

La décantation, procédé qu'on utilise dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, a pour but d'éliminer les particules en suspension dont la densité est supérieure à celle de l'eau (DESJARDINS, 1988).

Les décanteurs sont des appareils dans lesquels l'eau circule d'une manière continue, très lentement, de façon qu'elle puisse abandonner ses matières en suspension et colloïdales rassemblées dans les flocons formés dans le flocculateur . Les boues sont recueillies à la partie inférieure puis évacuées périodiquement par raclage continu si leur volume est important (DUPONT, 1981).



**Photo 02 :** Coagulateur, flocculateur et décanteur.

### **2.3.5. Filtration :**

Selon CARDOT (1999), la filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. En effet, il subsiste de très petites particules présentes à l'origine dans l'eau brute ou issues de la floculation. La rétention de ces particules se déroule à la surface des grains grâce à des forces physiques. L'espace intergranulaire définit la capacité intergranulaire de rétention du filtre. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le filtre se colmate. Il faut alors déclencher le rétro lavage. La filtration permet l'élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité.

Six filtres à sable sont utilisés dans la station. Chaque filtre comporte une couche de gravier d'une épaisseur de 50 cm au-dessus de laquelle une autre couche de sable fin d'une épaisseur de 0,80 à 1m. La filtration sur sable permet une élimination correcte des matières en suspension.

### **2. 3.6. Désinfection par chloration :**

L'adjonction de chlore à l'eau assure une désinfection et empêche la prolifération des microorganismes. La chloration a également l'avantage de permettre par un léger surdosage, le maintien d'un pouvoir de désinfection dans l'eau après traitement.

Les produits chimiques les plus utilisés pour obtenir une désinfection des eaux par le chlore sont : le chlore gazeux  $\text{Cl}_2$ , les monochloramines  $\text{NH}_2\text{Cl}$ , le dioxyde de chlore  $\text{ClO}_2$  et les hypochlorites de sodium. Parmi ces produits, c'est le chlore gazeux au quel on a recourt le plus pour la désinfection des eaux potables. Dans les petites usines de traitement, on utilise souvent des hypochlorites, car ces produits sont faciles à manipuler et font courir moins de danger aux opérateurs (DESJARDINS, 1988).

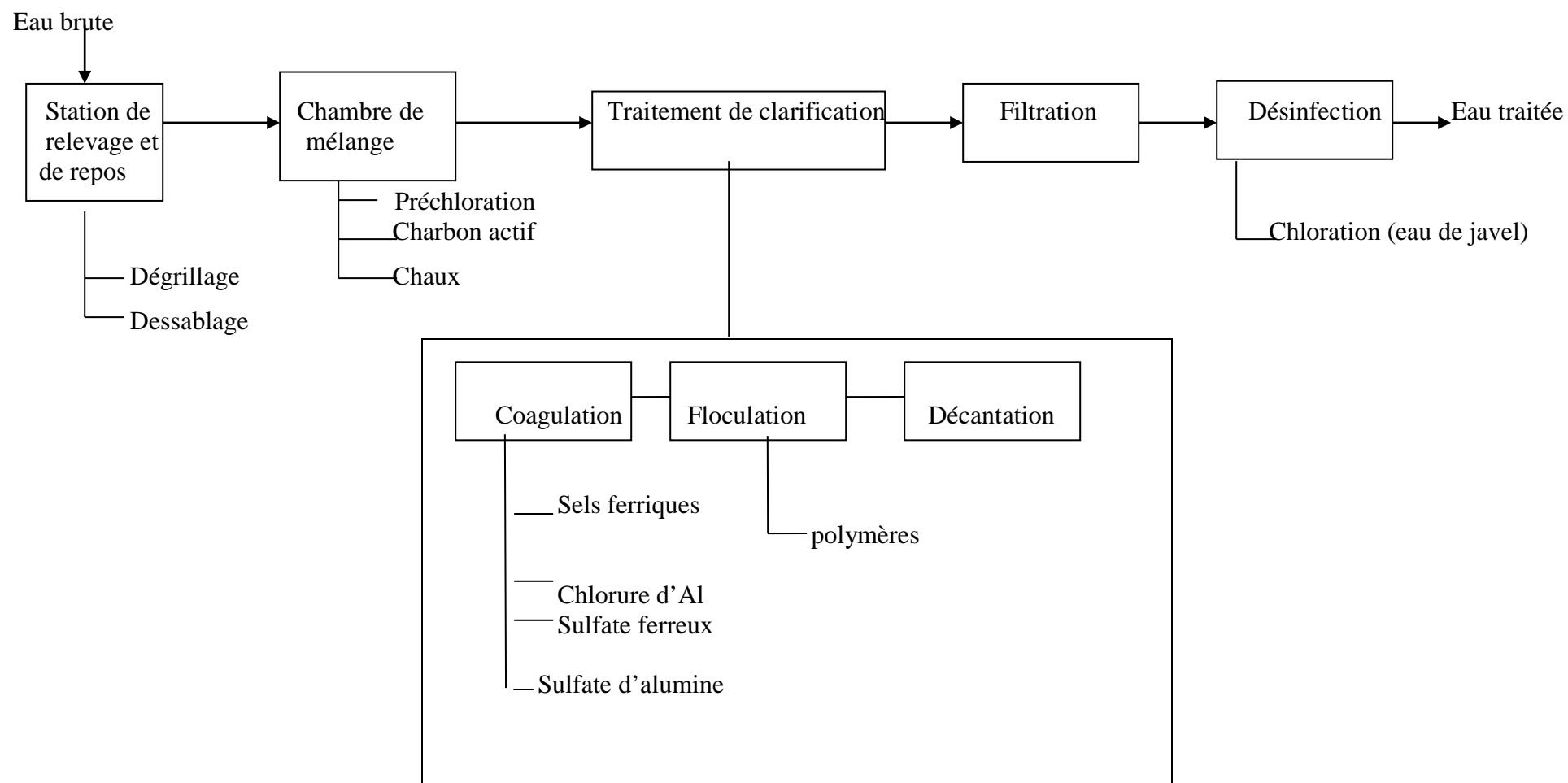


Figure 03 : Processus du traitement des eaux du barrage Bakhadda (Source ADE, 2018).

### **3.Méthode d'étude :**

#### **3.1. Conditions de prélèvements :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à la quelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée l'échantillon doit être homogène et représentatif, et ne pas modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Un prélèvement d'eau ne peut être fait n'importe où et n'importe comment une prise d'échantillons ne peut être définie qu'en fonction de l'objectif pour suivi.

En effet les motifs d'un prélèvement peuvent être divers.

Les inventaires de degrés de pollution des cours d'eau.

La lutte contre la pollution des eaux de surface littorales ou souterraines.

L'hygiène publique.

- ✓ La protection de la flore et faune aquatique.
- ✓ Au moment du prélèvement, les flacons seront de nouveau rincés trois fois avec de l'eau à analyser puis remplies jusqu'au bord, après on garde des échantillons à une température de 4C° pour éviter tout modifications (DEGREMENT, 1989).

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué quatre prélèvements durant les deux mois (mars, avril) :

#### **Le mois de mars :**

**P<sub>1</sub>** effectué le : 12/03/18

**P<sub>2</sub>** effectué le : 19/03/18

#### **Le mois d'avril**

**P<sub>3</sub>** effectué le 04/04/18

**P<sub>4</sub>** effectué le 18/04/18

Tous les flacons d'échantillonnage sont clairement identifiés et accompagnés d'informations suffisantes concernant la nature de l'échantillon et les raisons pour lesquelles l'examen est effectué et transporté dans une glacière avec un délai maximum de 8 heures avant l'analyse.

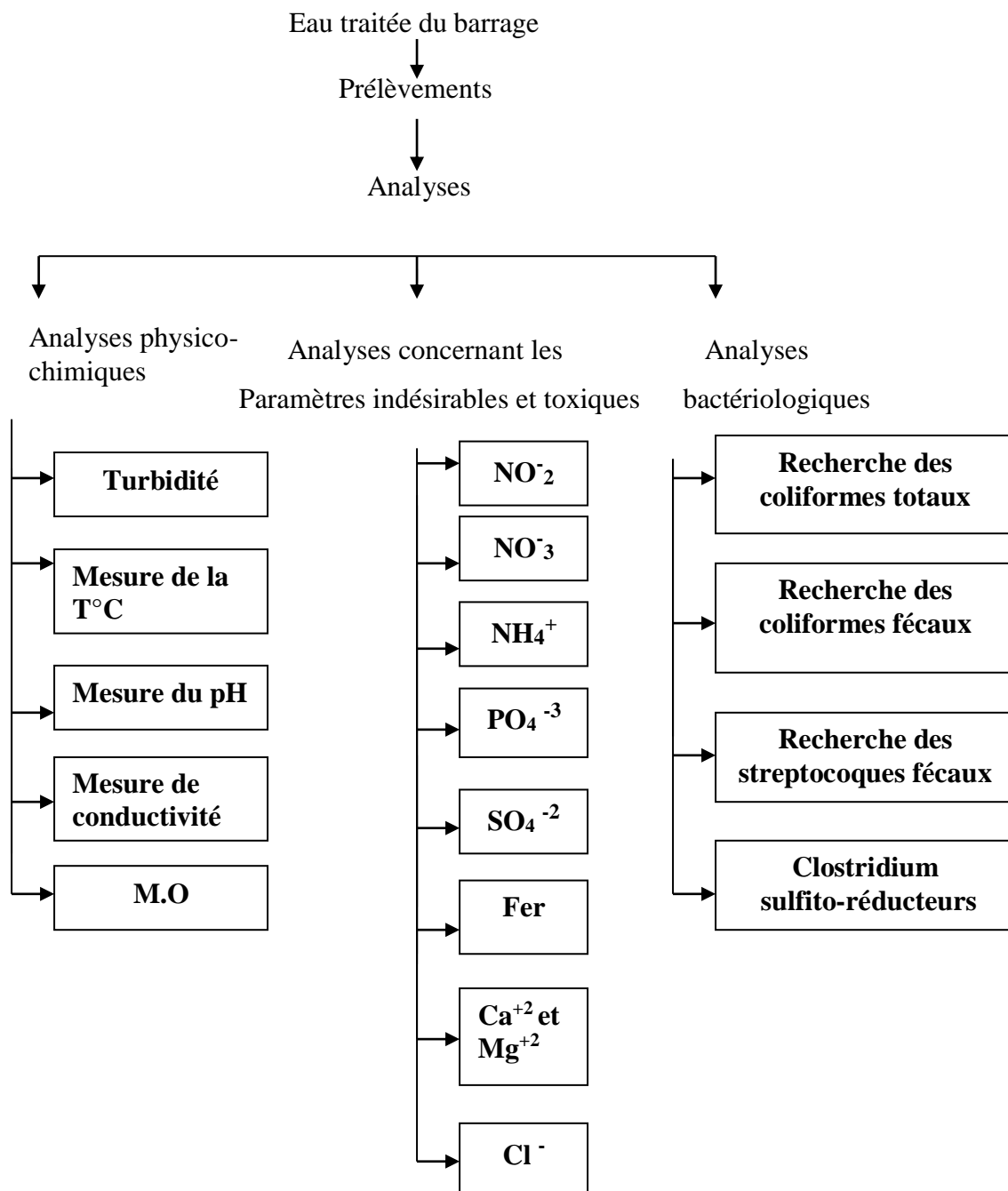
#### **3.2. Méthodes d'analyses :**

Les analyses physiques ont été réalisées dans le laboratoire de la station de traitement du barrage.

Les analyses ont porté sur les paramètres chimiques, les substances indésirables, les éléments toxiques et les analyses bactériologiques ont été effectuées au laboratoire de l'ADE.

### 3.3. Protocole expérimental :

Notre protocole expérimental est représenté dans la figure 04 .



**Figure 04:** Schéma du protocole expérimental.

#### **4. Analyses physico chimiques :**

##### **4.1. Turbidité :**

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes.

##### **❖ Mode opératoire :**

Remplir la cuve du turbidimètre avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et lire rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulles d'air dans la cuve et de s'assurer qu'elle est propre et bien essuyée avant d'effectuer la lecture. La turbidité est exprimée en NTU.

##### **4.2. Mesure du pH et de la température :**

Le pH de l'eau représente son acidité ou son alcalinité, dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydride carbonique liée à la minéralisation totale. (RODIER, 1978)

Prendre environ 100ml d'eau à analyser dans un bécher, tremper l'électrode dans le bécher et laisser stabiliser un moment puis lire directement le pH et la température.

##### **4.3. Mesure de la conductivité électrique :**

Selon RODIER (1978), La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm.

##### **◆ Mode opératoire**

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

Lire directement les valeurs notées sur l'appareil. La conductivité. en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et la salinité en pourcentage.

##### **4.4. Matière organique :**

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



Prendre 100 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer, ajouter 5ml de solution d'acide sulfurique diluée à 2N (un volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d= 1,27) + 3 volumes d'eau distillée) et porter à ébullition pendant 1mn, ajouter 15ml de solution de KMnO<sub>4</sub> (0,01 N) laisser pendant 10mn à ébullition régulière et douce, puis verser 15ml d'acide oxalique (0,01N) (pour faire disparaître la couleur rose) et enfin, titrer à chaud avec la solution de KMnO<sub>4</sub> (0,01 N) jusqu'à coloration rose claire persistante durant 15 à 20 secondes et mesurer le volume V de la solution de KMnO<sub>4</sub> (0,01 N) ajoutée.

Un essai à blanc avec de l'eau distillée est nécessaire.

La quantité de matières organiques (MO) est exprimée en mg/l par la relation :

$$MO = \frac{(V - V_0) \times F \times 0,8}{PE (100)}$$

**V** : Volume de KMnO<sub>4</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon en ml ;

**V<sub>0</sub>** : Volume de KMnO<sub>4</sub> nécessaire pour le dosage du blanc en ml ;

**F** : Facteur de correction du titre de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N.

**0.8** : 1ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01 N correspond à 0.05 d'O<sub>2</sub>/l.

## **5. Analyses concernant les paramètres indésirables et toxiques :**

### **5.1. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Prendre 50 ml d'eau à analyser et ajouter 1 ml de réactif mélangé. L'apparition d'une couleur rose indique la présence des NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Attendre 10 mn et effectuer la lecture à 543 nm sur le spectrophotomètre.

### **5.2. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)**

-Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser ; Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% ;

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ; Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C (ne pas surchauffer ni chauffer très longtemps), laisser refroidir ;

-Reprendre le résidu pour 2 ml, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> repos 10 mn ; Ajouter 15 ml d'eau distillée ;

-Ajouter 15 ml de tartrate double puis passer au Spectro au 415 nm. Le résultat est donné en mg/l.

### **Expression des résultats :**

Le résultat donne la teneur en azote nitrique en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm. Pour obtenir la teneur en nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), multiplier ce résultat par 4,43.

### 5.3. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :

Selon VIGNEAU-HERMELLIN (2000), la dissociation de l'ammonium apporté par les engrais dans l'eau entraîne la formation d'ammoniac gazeux, toxique pour la faune aquatique.

Prendre 40 ml d'eau à analyser et ajouter 4 ml de réactif I puis 4 ml de réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1h. L'apparition d'une coloration verdâtre indique la présence de  $\text{NH}_4^+$ . Faire la lecture sur spectrophotomètre à 655 nm.

### 5.4. Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

Prendre 40 ml de l'échantillon et 1 ml d'acide ascorbique à 10 %, ajouter 2 ml de réactif mixte. Attendre 10 mn pour le développement de la couleur puis procéder à la lecture sur spectrophotomètre à 880 nm.

#### ❖ Expression des résultats :

Le résultat est donné en mg/l de  $\text{PO}_4^{3-}$  Selon Rodier (1996)  $1\text{mg/l PO}_4^{3-} = 0,747\text{ mg/l (PO}_4^{3-})$ .

### 5.5. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) :

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée ; Les mettre dans des béchers de 250 ml ; 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 :

$\text{Mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{Dilution (par rapport à la conductivité)}$  :

700 à 1300  $\mu\text{s/cm}$  → 20 ml /100 ml

1300 à 2000  $\mu\text{s/cm}$  → 10 ml /100 ml

3000 à 4000  $\mu\text{s/cm}$  → 5 ml /100 ml

### 5.6. Le Fer :

Dans un tube essais pyrex prélever 10 ml de l'eau à analyser , ajouter 1 ml de solution d'acide HCL N et porter à ébullition pour assurer la solubilisation du fer refroidir , ajouter à 10 ml avec de l'eau bi distillée bouillie puis ajouter successivement de  $\text{CH}_3\text{COONA}$ .....0.5 ml.

- ✓ Acide ascorbique.....0.3 ml .
- ✓ Orthophénanthroline.....1ml.

Prendre 0.5 ml d'échantillon. Ajouter 15 ml de tampon pH 5 agiter. Ajouter 15 ml de TPTZ. Compléter à 50 ml avec de l'eau distillée, agiter, laisser reposer 5mn .

Faire la lecture à 60.

### 5.7. Détermination de $\text{Ca}^{+2}$ et $\text{Mg}^{+2}$ :

#### Principe :

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à PH comprise entre 12-13, ce dosage se fait en présence de Murexide, l'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions de calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

#### Réactifs :

Solution d'E.D.T.A 0,2 N ( $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_{208}\text{2H}_2\text{O}$ )

E.D.T.A.....3,722 g

$\text{H}_2\text{O}$  .....q.s.p 1000 ml

Solution d'E.D.T.A 0,01 N ;

- 1 volume E.D.T.A à 0,01 N + 2 volumes d'eau distillé ;
- Solution d'hydroxyde d'ammonium 2 N : solution tompon 10,1 ;
  - Chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) → 70 g ;
  - $\text{NH}_3$  → 570 g ;
  - HCl concentré → PH=10 ;
  - $\text{H}_2\text{O}$  → q.s.p 1000 ml.
- Solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) 2N ;
  - NaOH (Pastilles) → 80 g ;
  - $\text{H}_2\text{O}$  → q.s.p 1000 ml.
- Solution mère de  $\text{Ca}^{++}$  à 100 mg/l.

#### Indicateurs :

- Murexide (0,2 g de produit dans 100 g Na Cl) ;
- Noir eriochrome (0,5 g dans 25 ml d'éthanol).

#### Mode opératoire :

- $V_1 \text{Ca}^{++}$ 
  - 50 ml d'eau ;

- 2 ml de NaOH à 2 N ;
  - Ajouter du murexide ;
  - Titrer avec l' E.D.T.A 0,01 N jusqu'au virage violet.
- $V_2 \text{ Mg}^{++}$
- 50 ml d'eau à examiner ;
  - 2 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  ;
  - Ajouter du noir eriochrome ;
  - Titrer avec l'E.D.T.A 0,01 N jusqu'au virage bleu.

**Expressions des résultats :**

$$\text{Mg/l Ca}^{++} = \frac{V_1 \times N_{E.D.T.A} \times F \times M_{Ca^{++}} \times 1000}{P.E}$$

$v_1$  : volume d'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée

C : molarité d'E .D.T.A (0,01 M/l)

$M_{Ca^{++}}$  : Masse molaire du calcium en mg

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

$$\text{Mg/l Ca}^{++} = \frac{V_1 \times 0,01 \times F \times 40 \times 1000}{50}$$

$$\text{Mg/l Ca}^{++} = V_1 \times 8 \times F$$

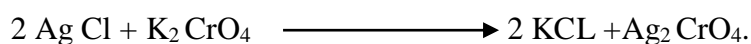
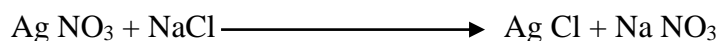
$$\text{Ca}^{2+} (\text{mg/l}) = V_1 \times F \times 8,016$$

$$\text{Mg}^{+2} (\text{mg/l}) = (V_2 - V_1) \times 4,8 \times F$$

**5.8. Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )****Principe**

On fait agir en milieu neutre  $\text{PH} = 6.7$  ou  $7$ , une solution à titrer d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

La réaction se fait en présence de chromate de potassium

**Réactifs**

- ✓ Solution de nitrate d'argent à 0.01N.

- ✓ Solution de chlorure à 71 mg/l indicateur coloré  $K_2CrO_4$  à 10 %.

### 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 brunâtre (ADE, 2000).

### Remarque :

Si le PH de l'échantillon est supérieure 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 4,4  $V_a^2$  mg/l  $CO_3^{-2} = V_a 60$

## 6. Analyses bactériologiques :

Les analyses les plus fréquemment effectuées concernant non pas des microorganismes pathogènes, mais des germes témoins de contamination fécale qui sont le plus souvent des bactéries jouant le rôle d'indicateurs : (BOEGLIN, 2000 in FATARNA,2006)

- ☑ Soit de la pollution ;
- ☑ Soit de l'efficacité de traitement.

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).

### 6. 1. Recherche des coliformes totaux :

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau. Les coliformes sont des bacilles gram (-) , non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs ne possédant pas d'oxydase (-) capable de se multiplier en présence de sels biliaires et capable de fermenter le lactose avec production de gaz en 24 à 48 Heures à une température comprise entre 36°C et 37°C . (RODIER et al,2005 in SUISSI,2012)

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 germes par 100 ml.

### **6.2. Recherche des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) :**

Les coliformes sont très intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. (RODIER, 1996)

D'après RODIER (1978), les coliformes sont très intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales, leur résistance au chlore et ses dérivés est voisine de la résistance des bactéries pathogènes.

Le fait de trouver *E. coli* dans une eau peut faire penser à l'existence d'éventuelle d'autres germes plus dangereux, la présence de bactéries fécales joue le rôle de signal d'alarme.

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 piqûre 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 24h. Ajouter 2 gouttes de Covacs. S'il y a formation d'un anneau rouge, il y a présence de *E.coli*.

### **6.3. Recherche des streptocoques fécaux :**

Les streptocoques fécaux comme leur nom l'indique sont témoins d'une pollution fécale des eaux .Ce sont des cocci gram (-) ,en chaînette,catalase (-).(RODIER et al,2005 in SUISSI ,2012)

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

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.

#### **6. 4. Recherche des clostridium sulfito -réducteurs :**

La recherche des spores Clostridium Sulfito-réducteurs permet de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies caractérisées par la résistance de leurs spores et par équipement enzymatique réduisant les sulfites en sulfures. (RODIER et al,2005 in SUISSI,2012)

La méthode consiste à prendre 20 ml d'eau à analyser divisé dans 4 tubes, on dilue avec l'eau distillée stérilisée, ensuite porter les tubes dans un bain -marie , ajouter la glose V.F (viande de foie+ sulfite de sodium +alun de fer préparé ) immédiatement régénéré et prête à emploi.

Incubation dans l'étuve à 37°C pendant 48 h 72 heures.

#### **Lecture :**

La lecture se fait après 24 heures,48 heures,72 heures, leur présence est mentionnée par un virement de couleur vers le noir c'est une réaction positive + .

# *Chapitre II*

*Résultats  
et*

*discussion*



**Introduction :**

L'interprétation des résultats est basée sur une étude comparative entre :

- a- les résultats des analyses effectuées sur l'eau traitée du barrage Bakhadda et les normes de potabilité admises par l'OMS (2004) .
- b - les résultats des analyses effectuées sur l'eau traitée du barrage Bekhadda et ceux trouvés en 2006 sur l'eau traitée du même barrage durant la période allant de janvier à juin .

D'une manière globale, la qualité d'eau potable se définit en fonction de ses caractéristiques physicochimiques et bactériologiques. Les avancés bactériologiques observent qu'une fraiche limpide eau sans saveur ni odeur n'est plus nécessairement synonyme d'une eau potable , curieusement ce qui définit une eau potable n'est pas tant qu'elle soit bonne à boire mais qu'elle réponde à une norme établie par une réglementation.(MOKILI,2005)

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a établi les normes physico chimiques et bactériologiques convenable à l'eau potable. Chaque pays est appelé à développer ses propres normes et à considérer les normes de l'OMS comme directives ; cependant, beaucoup de pays utilisent les directives de l'OMS comme normes nationales .(MATALA,2012 in AMIDU RADJABU,2013)

**1. Normes de potabilité admises par l'OMS :**

Considérée souvent comme un symbole de pureté, l'eau est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé. A ce titre, elle est soumise aux normes de qualité les plus sévères. L'eau distribuée doit être potable, c'est-à-dire répondre à des normes qui garantissent l'absence de tout élément toxique ou pathogène, et autant que possible, agréable à boire (DEFRANCESCHI, 1996).

L'eau est un élément indispensable à la vie et l'état de santé de la population. Elle est liée à la qualité physicochimique et bactériologique qu'elles consomment. L'élaboration des normes de potabilité est basée sur les études scientifiques montrant les effets nocifs sur la santé, des éléments physico-chimiques à partir d'une certaine concentration maximale à ne pas dépasser. Par sécurité la valeur de la norme sera largement inférieure à cette dose, afin d'éviter le développement de pathologie, malgré le dépassement du seuil. (GUERZOU, 2008)

Les normes admises par l'OMS (2004) sont :

**1.1. Normes des paramètres organoleptiques:**

Ce sont les paramètres concernant la couleur, la saveur, l'odeur et la transparence de l'eau. (CHABOT, 2000 in FATARNA,2006).

Dans le tableau 01 sont regroupées les normes des paramètres organoleptiques relatives à la potabilité de l'eau.

**Tableau 01:** Normes des paramètres organoleptiques.

Paramètres	Expression des résultats	Normes
Couleur	/	Absence
Turbidité	NTU	05
Odeur	/	Absence
Saveur	/	Absence

(Source : OMS, 2004)

**1.2. Normes des paramètres physico-chimiques :**

Dans le tableau 02 sont reportées les normes de quelques paramètres physico-chimiques relatives à la potabilité de l'eau

**Tableau 02:** Normes de quelques paramètres physico chimiques.

Paramètres	Expression des résultats	Normes
Température	°C	25
pH	/	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9,5$
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2000
Oxygène dissous	/	Pas de valeur guide
Saveur et odeur	/	acceptables
Résidus secs	mg/l	1500
MES	mg/l	0.1
MO	mg/l	5

(Source : OMS, 2004).

### 1.3. Normes concernant les substances indésirables et la minéralisation globale :

Les substances indésirables sont des substances dont la présence est tolérée tant qu'elle est inférieure à un certain seuil (fluor, nitrate...).

On distingue parmi elles aussi bien des substances dont l'effet se limite à un désagrément pour l'usage que d'autres, qui peuvent avoir un indice sur la santé (teneur excessive en fluor ou nitrates) (CHABOT, 2000 in FATARNA,2006).

L'OMS (2004) précise qu'une eau d'alimentation ne doit pas présenter de concentrations en substances toxiques, minéralisation globale et indésirables supérieures à celles indiquées dans le tableau 03 et 04

**Tableau 03:** Normes des paramètres indésirables et minéralisation globale :

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Eléments indésirables	Aluminium(Al)	mg/l	0,2
	Cuivre (Cu <sup>2+</sup> )	mg/l	2
	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	0.5
	Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50 et 3 (exposition à court terme)
	Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,2 (exposition à long terme)
	Phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> )	mg/l	5
	Argent		Pas de valeur guide
	Fluorures	mg/l	1,5
	Zinc(Zn)	mg/l	3
	Bore (B)	mg/l	0.5
Minéralisation globale	CalciumCa <sup>2+</sup>	mg/l	100
	Chlorures(Cl)	mg/l	250
	Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	50
	Dureté mg/l CaCO <sub>3</sub>	ppm	200
	Sodium (Na)	mg/l	20
	Potassium ( K <sup>+</sup> )	mg/l	12
	Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/l	500

(Source: OMS, 2004).

**1.4. Normes concernant des éléments toxiques :**

Selon VIGNEAU-HERMELLIN (2000), à l'état de traces, certains métaux comme le fer, le chrome ou le cobalt sont essentiels à la vie des organismes, mais ils deviennent toxiques en grande quantité.

**Tableau 04:** Normes des éléments toxiques :

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Eléments toxiques	Arsenic (As)	mg/l	0.01
	Cadmium(Cd)	mg/l	0,003
	Chrome Cr <sup>+3</sup> , Cr <sup>+6</sup>	mg/l	chrome total : 0,05
	Cyanure (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,07
	Mercure (Hg)	mg/l	inorganique : 0,006
	Sélénium(Se)	mg/l	0,01
	Plomb(Pb)	mg/l	0,01
	Antimoine(Sb)	mg/l	0.02
	Fer(Fe)		Pas de valeur guide
	Manganèse(Mn)	mg/l	0 ,4

(Source: OMS, 2004).

### 1.5. Normes des paramètres microbiologiques :

Les normes des paramètres microbiologiques relatives à la potabilité de l'eau sont représentées dans le tableau 05.

**Tableau 05:** Normes des paramètres microbiologiques

Paramètres	Expression des résultats	Normes
<b>Coliformes totaux</b>	Nombre/100ml	0
<b>Coliformes fécaux</b>	Nombre/100ml	0
<b>Streptocoques fécaux</b>	Nombre/100ml	0
<b>clostridium sulfito-réductrices</b>	Nombre/100ml	0
<b>Salmonelles</b>	Nombre/5 l	0
<b>Staphylocoques pathogènes</b>	Nombre/100 ml	0
<b>Spoires de bactéries</b>	Nombre/20 ml	0
<b>Bactériophages fécaux</b>	Nombre/50 ml	0
<b>Vibrions cholériques</b>	Nombre/10 ml	Absence

(Source : OMS, 2004).

## 2. Résultats et discussion :

### 2.1. Les analyses physico chimiques :

#### 2.1.1. La turbidité :

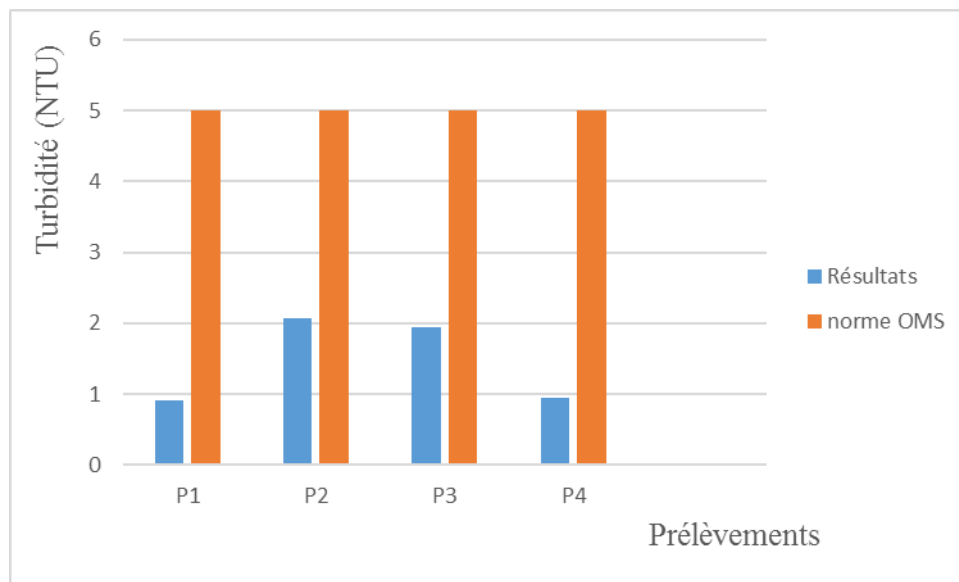
Selon RODIER (1978), la turbidité de l'eau est l'inverse de sa transparence. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées telles que les argiles, grains de silice, matières organiques ....etc. La turbidité est d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace.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

L'augmentation de la turbidité qui en découle limite la pénétration de la lumière. Par apport de matières organiques, la couche de vase augmente et on observe une activité bactérienne de plus en plus intense avec appauvrissement en oxygène dans les eaux profondes (GROSCLAUDE ,1999).

Les résultats trouvés varient entre 0,91 et 2,07 NTU. Ces valeurs sont conformes à la norme de potabilité admise par l'OMS (5 NTU) .

En 2006 la turbidité varie entre 1,95 et 3,46 NTU ceci montre la diminution du taux de turbidité donc l'amélioration de l'efficacité du traitement.



**Figure n°05 :** Variation des valeurs de la turbidité de l'eau traitée du barrage Bakhadda

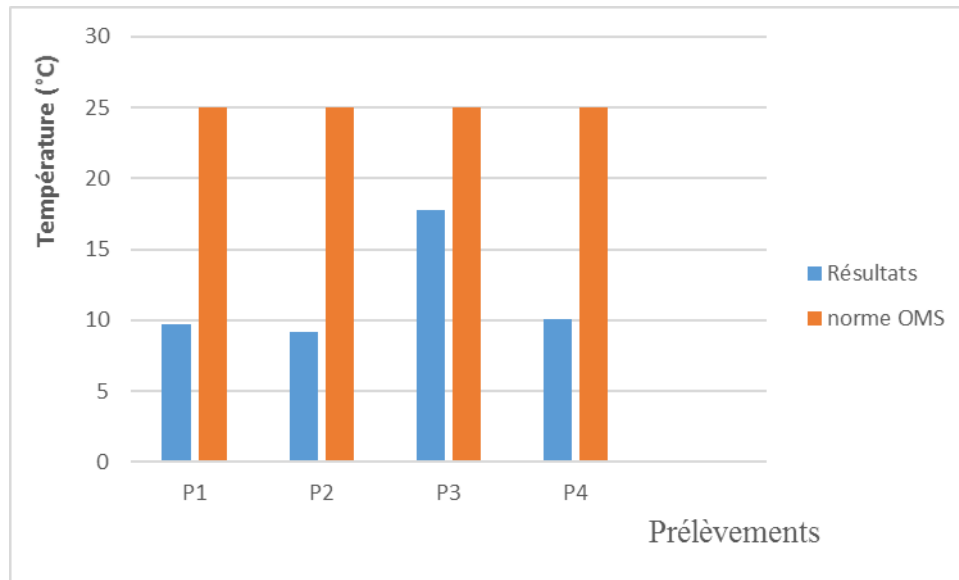
### 2.1.2. La température (T) :

D'après RODIER (1984), la température d'une eau potable doit être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air. Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit se situer en 8 et 15°C ; entre 20 et 25°C elle désaltère mal.

L'OMS (1984), indique que la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant une température supérieure à 15°C favorise le développement des microorganismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs.

Les valeurs de températures sont comprises entre 9,7 et 17,8 °C et restent inférieures à 25°C, température maximale de l'eau admise par la norme OMS.

En 2006 ces valeurs varient entre 9,2 à 18,7 elles sont proches parce que les deux études ont été effectuées durant la même période



**Figure n°06 :** Variation des valeurs de la température de l'eau traitée du barrage Bakhadda

### 2.1.3. Le pH :

D'après DUPONT (1981), il a été convenu d'appeler pH l'exposant changé de signe de la puissance de 10 qui représente la concentration en ions  $H^+$ . Autrement dit, le pH est le cologarithme de la concentration en ions  $H^+$  de la solution. Si le pH est supérieur à 7, l'eau est alcaline et si le pH est inférieur à 7, l'eau est acide.

L'OMS (1984), précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion et un pH élevé entraîner des problèmes de goût et de consommation accrue de savon.

Dans le cas de la région d'étude, les valeurs du pH enregistrées ne montrent pas de variations notables, avec un minimum de 6,98, un maximum de 7,74. On observe que tous les échantillons respectent les normes de l'OMS, soit [6,5 – 9,5] .elles sont du même ordre de celles trouvées en 2006 (la valeur de PH varie entre 6,98 et 7,24).

Alors selon les résultats de ce paramètre, la qualité de l'eau au niveau de la région d'étude est excellente.

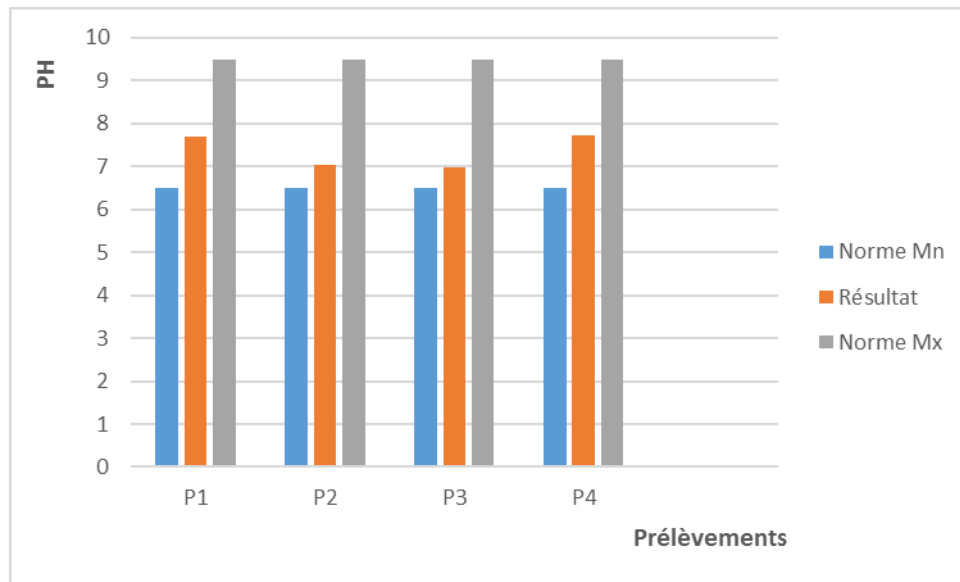


Figure n°07 : Variation des valeurs de PH de l'eau traitée du barrage Bakhadda

2.1.4. La conductivité électrique(CE) :

Selon RODIER (1996), la conductivité d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. Le tableau 06 donne quelques indications sur la relation existant entre la minéralisation et la conductivité électrique.

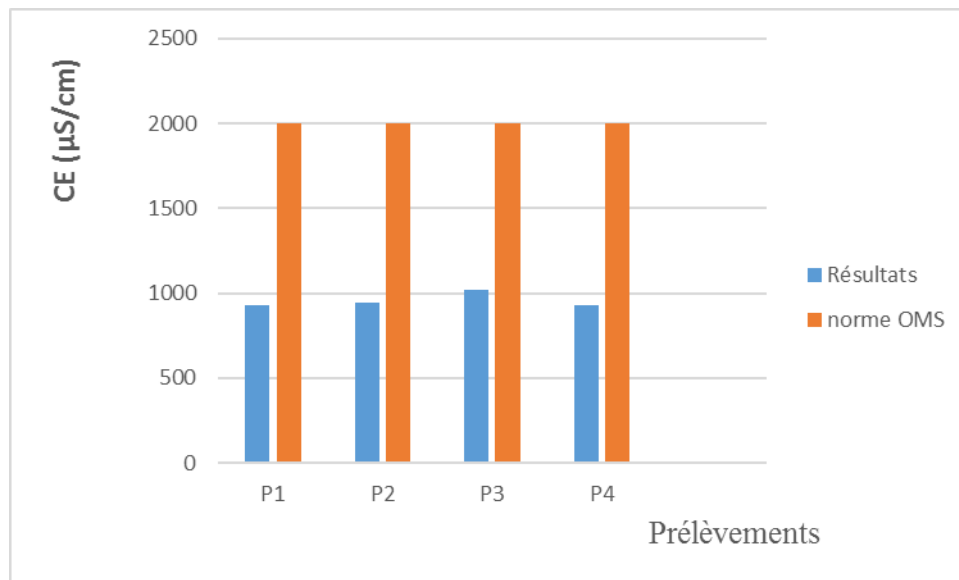
Tableau 06 : La relation existant entre la minéralisation et la conductivité électrique.

Conductivité	Minéralisation
CE < 100µS/cm	Minéralisation très faible
100µS/cm < CE < 200µS/cm	Minéralisation faible
200µS/cm < CE < 333µS/cm	Minéralisation moyenne
333µS/cm < CE < 666µS/cm	Minéralisation moyenne accentuée.
666µS/cm < CE < 1000µS/cm	Minéralisation importante
CE > 1000µS/cm	Minéralisation élevée

D'après RODIER (1996).



Les valeurs trouvées pour la conductivité, vont de 927 à 1021  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La comparaison avec la norme OMS, montre que durant la période d'étude, tous nos échantillons ont une valeur de la conductivité électrique inférieure à la norme de l'OMS (2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et que ses valeurs ont diminué par rapport à celles trouvées en 2006 (la valeur de CE varie entre 941 et 1087  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).



**Figure n°08 :** Variation des valeurs de la conductivité électrique de l'eau traitée du barrage Bakhadda

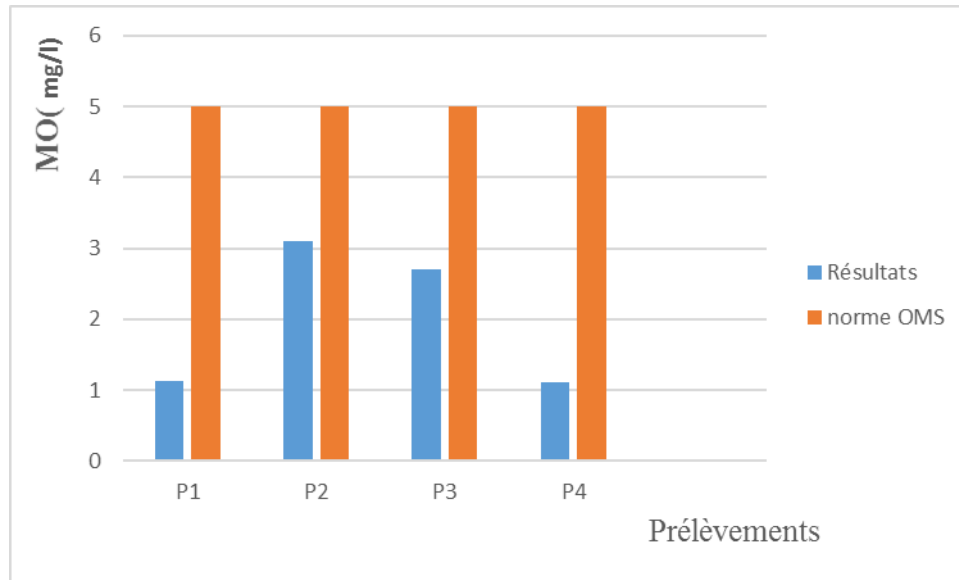
### 2.1.5. La matière organique(MO) :

D'après DEGREMONT (1978), les matières organiques sont à l'origine de la couleur, du mauvais goût et du développement d'organismes tels que les algues, les champignons et les bactéries.

Durant la période d'étude, la quantité de matière organique dans l'eau traitée est comprise entre 1,1 à 3,1 mg/l, elle reste inférieure à la valeur maximale admise dans une eau potable par l'OMS, soit 5 mg/l. En 2006 la valeur de la matière organique varie entre 1,95 et 4,09 mg/l la diminution de ses valeurs est due à l'amélioration de l'efficacité du traitement.

Selon RODIER (1996), La présence de matières organiques dans une eau, peut être à l'origine de goûts et odeurs désagréables, les traitements par coagulation- floculation - décantation avec adjonction de charbon actif permettent une élimination de 40 à 70%, le reliquat pouvant être éliminé par filtration sur charbon actif.

D'après DUPONT (1981), une bonne eau d'alimentation doit être pauvre en matières organiques.



**Figure n°09 :** Variation des valeurs de la matière organique de l'eau traitée du barrage Bakhadda

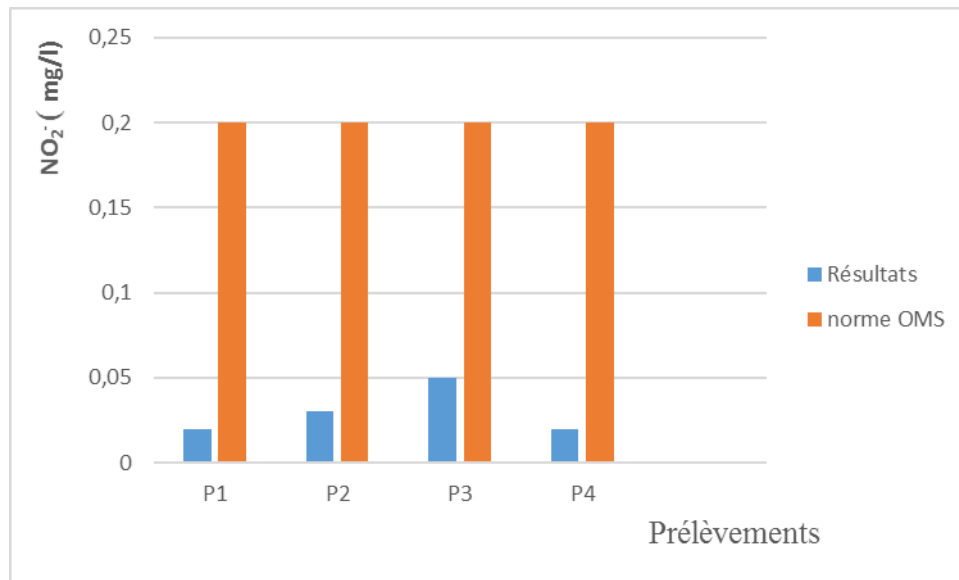
## 2.2 . Les substances indésirables et toxiques :

### 2.2.1. Les nitrites $\text{NO}_2^-$ :

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

Selon RODIER (1996), en l'absence de pollution, il n'y a pas ou très peu de nitrites dans les eaux et dans les eaux où l'auto épuration est active, les teneurs se maintiennent à des niveaux très faibles. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates. La présence des nitrites a été signalée dans les eaux de pluie et dans les eaux provenant de la fonte des neiges du fait de la pollution atmosphérique par les oxydes d'azote.

Les valeurs de la teneur en nitrites dans l'eau traitée, durant la période d'étude varient entre 0,02 à 0,05 mg/l, ces valeurs restent faibles par rapport à celle admise par l'OMS (0,2 mg/l) ses valeurs sont proches et presque identiques à celles trouvées en 2006.



**Figure n°10 :** Variation des valeurs des nitrites de l'eau traitée du barrage Bakhadda

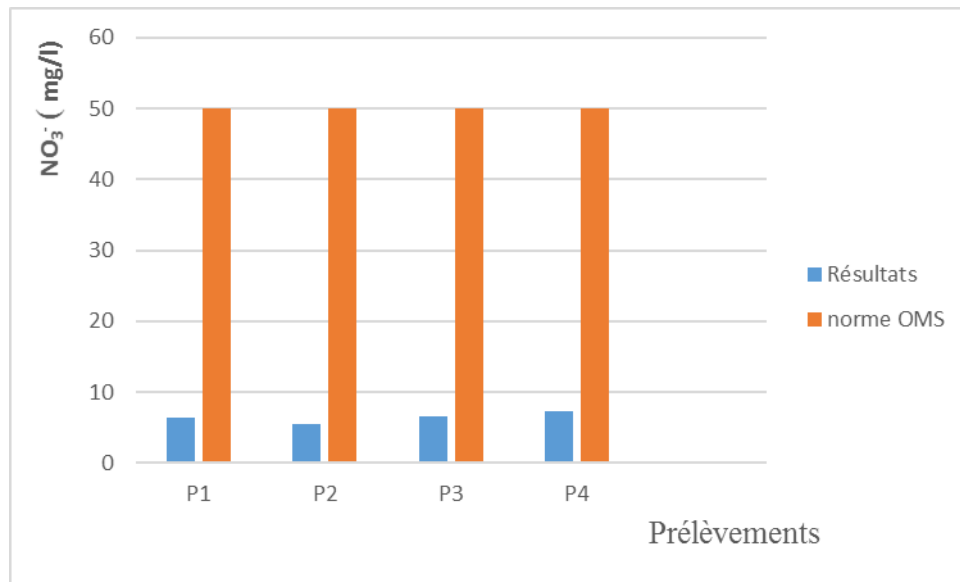
### 2.2.2. Les nitrates $\text{NO}_3^-$ :

D'après JEDLITSCHKA in colloque européen (1990), l'activité agricole d'une part y compris l'emploi croissant de l'engrais, le cheptel élevé avec les grands effluents d'élevage (fumiers, lisiers) et d'autre part l'utilisation montante des pesticides sont les sources d'une charge considérable des eaux en nitrates et pesticides.

Selon DEBROISE (2000), quand ils ne sont pas assimilés par les plantes, les nitrates, très solubles dans l'eau, sont entraînés par la pluie. Ils se retrouvent alors dans une rivière ou une nappe d'eau souterraine.

Selon les normes OMS relatives à la potabilité des eaux, la concentration maximale recommandée est de 50 mg/l pour les nitrates

Les valeurs de la teneur en nitrates dans l'eau traitée du barrage bakhadda varient entre 5,5 et 7,21 mg/l, elles sont conformes à la valeur maximale admise par l'OMS.



**Figure n°11 :** Variation des valeurs des nitrates de l'eau traitée du barrage Bakhadda

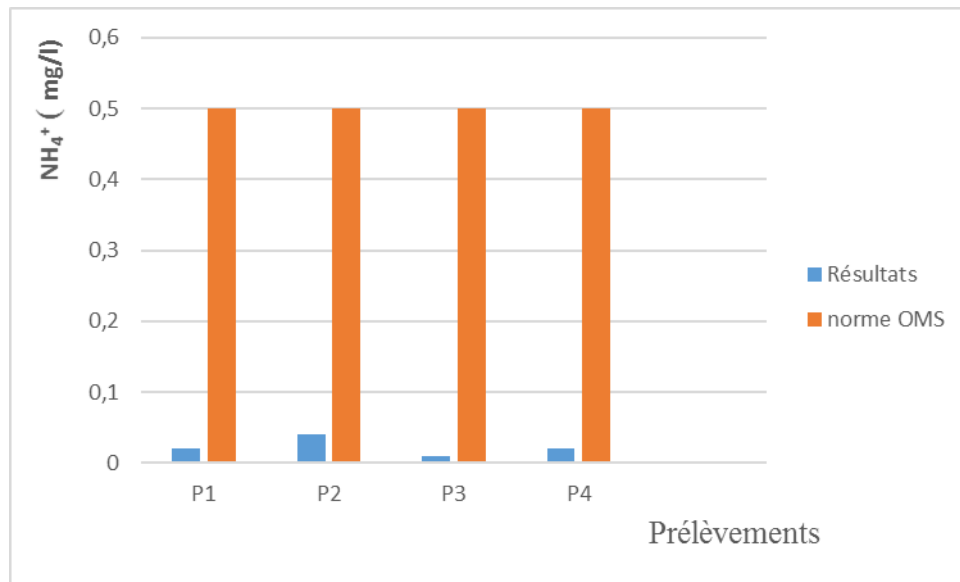
### 2.2.3. L'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) :

L'azote se trouve dans l'eau sous forme organique et sous forme minérale (nitrique, nitreuse, ammoniacale). Ses sources d'enrichissement naturel sont l'atmosphère par les précipitations, il est également fixé par certaines bactéries et certaines algues bleues (LEYNAUD in PESSON ,1976).

Selon l'OMS (2017) l'ammoniac présent dans l'eau de boisson n'a pas un impact direct sur le plan sanitaire. L'ammoniac peut compromettre l'efficacité de la désinfection, entraîner la formation de nitrites dans les réseaux de distribution provoquer la défaillance des filtres pour l'élimination du manganèse et induire des problèmes de goût et d'odeur.

Les valeurs de la teneur en azote ammoniacal dans l'eau traitée du barrage bakhadda varient entre 0,01 et 0, 04 , ces valeurs sont très faibles par rapport à la norme admise par l'OMS, soit 0,5 mg/l ,et elles sont proches et presque identiques à celles trouvées en 2006.

D'après CARDOT (1999) : La filtration peut efficacement réduire le taux d'ammonium de l'eau par la nitrification.



**Figure n°12 :** Variation des valeurs de l'azote ammoniacal de l'eau traitée du barrage Bakhadda

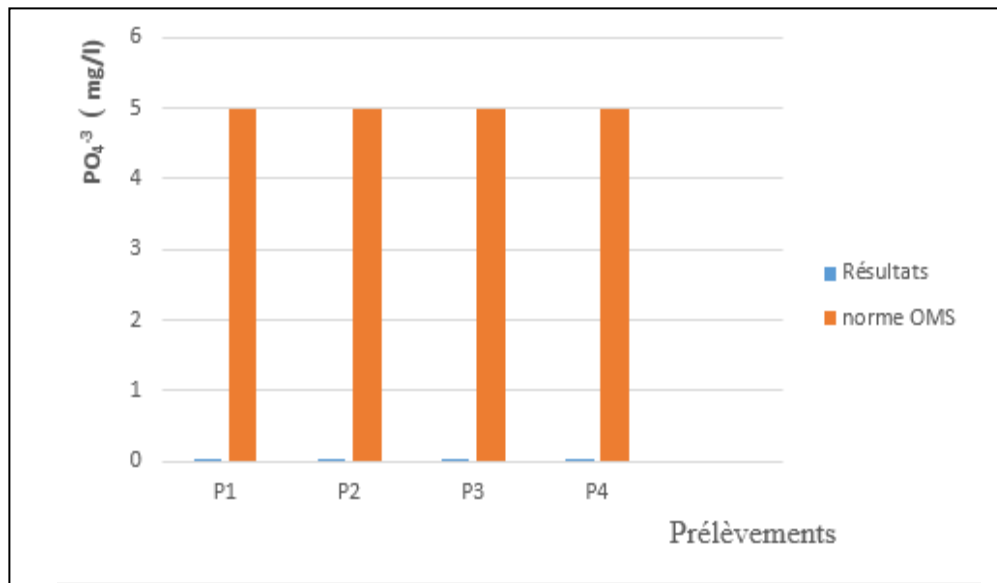
#### 2.2.4. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

Selon RODIER (1996) indique que la présence des phosphates dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique.

L'excès de phosphates provient des rejets domestiques, mais aussi des rejets industriels, de l'élevage, et des eaux et boues résiduares des stations d'épurations (VIGNEAU- HERMELLIN, 2000).

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

Les teneurs en phosphates dans l'eau traitée, montrent que leur présence est négligeable par rapport aux normes admises (5 mg/l) durant la période de cette étude ,et elles sont du même ordre à celles trouvées en 2006,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 phosphores.



**Figure n°13 :** Variation des valeurs des phosphates de l'eau traitée du barrage Bakhadda

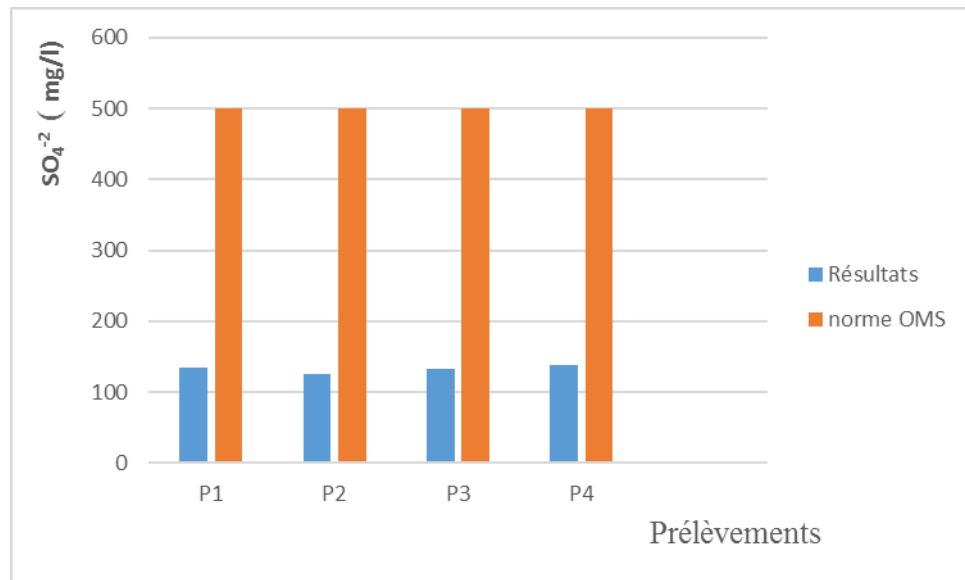
### 2.2.5. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) :

La présence de sulfates dans l'eau de boisson peut lui conférer un goût perceptible, et, à des niveaux très élevés, les sulfates peuvent avoir un effet laxatif chez des consommateurs non habitués. On considère généralement que l'altération du goût est minimale à des concentrations inférieures à 250 mg/l. (OMS, 2017)

On peut évoquer certaines hypothèses pouvant expliquer la variation des sulfates qui proviennent fondamentalement de, la dissolution des sels (gypse, anhydrite, etc.), l'origine marine du terrain (calcaires et dolomies marins), l'oxydation des sulfures des roches ignées, métamorphiques ou sédimentaires et les activités agricoles (BEN ABBOU et al., 2014)

Selon les normes OMS-2004, relatives à la potabilité des eaux, la teneur en sulfates des eaux potables ne doit pas dépasser la concentration de 500 mg/L.

D'après les résultats obtenus, les teneurs en sulfates varient de 125 mg/l à 137,2 mg/l. Selon cette étude, les eaux du barrage Bekhadda se conforment aux normes OMS.



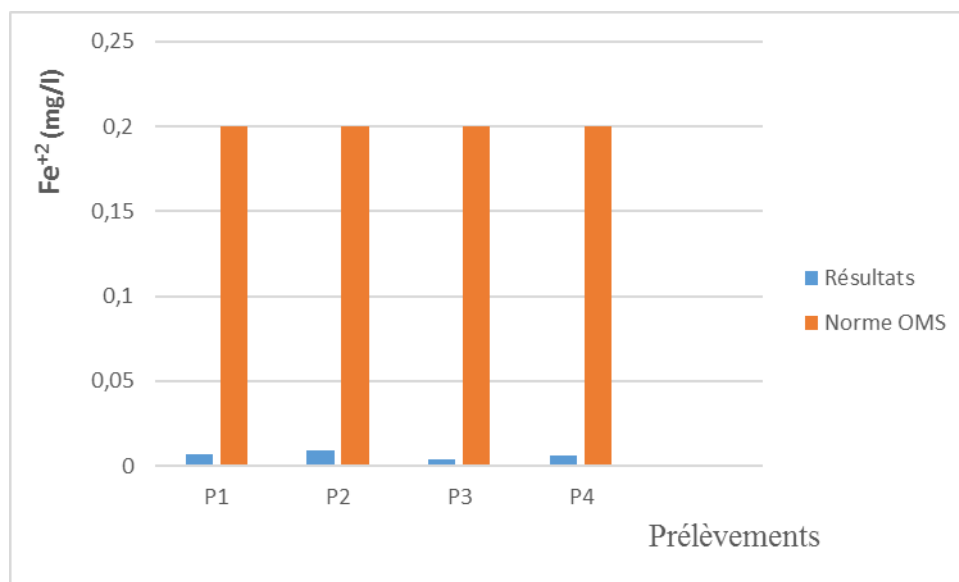
**Figure n°14 :** Variation des valeurs des sulfates de l'eau traitée du barrage Bakhadda

### 2.2.6. Le fer ( $\text{Fe}^{+2}$ ):

Selon VIGNEAU-HERMELLIN (2000), à l'état de traces, certains métaux comme le fer, le chrome ou le cobalt sont essentiels à la vie des organismes, mais ils deviennent toxiques en grande quantité.

Selon (L'OMS,2017) quand le fer ferreux est exposé à l'air, il s'oxyde en fer ferrique conférant alors une coloration rouge-brun indésirable à l'eau. Un goût de fer n'est habituellement pas perceptible à des concentrations inférieures à 0,3 mg/l, bien qu'il puisse y avoir un développement de la turbidité et de la coloration.

Les analyses de l'eau ont montré que tous les échantillons présentent des teneurs négligeables en fer par rapport à la norme de l'OMS (2000) soit 0,2 mg/l.



**Figure n°15 :** Variation des valeurs du Fer de l'eau traitée du barrage Bakhadda

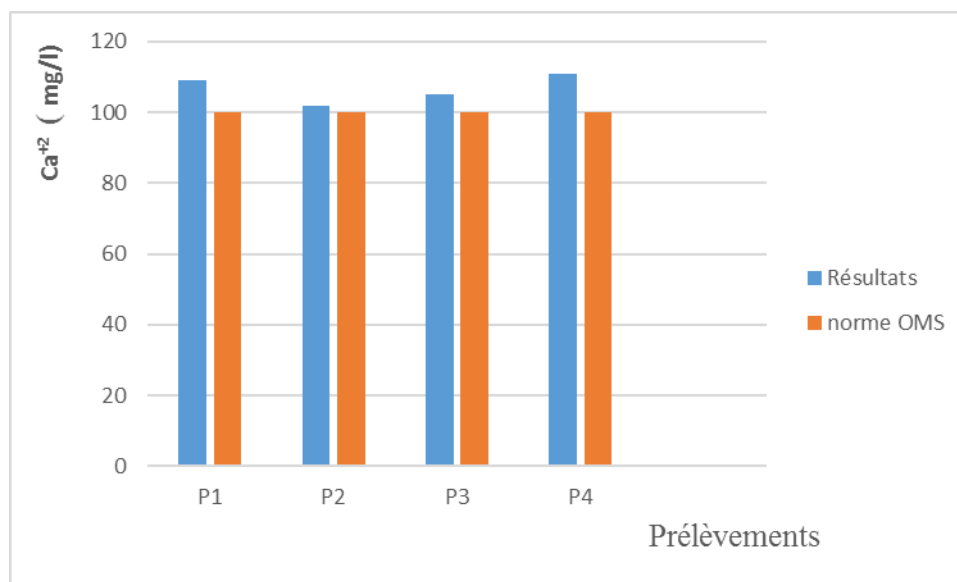
### 2.2.7. Le magnésium ( $Mg^{+2}$ ) et le Calcium ( $Ca^{+2}$ ):

Selon les normes OMS relatives à la potabilité des eaux, la concentration maximale recommandée est de 50 mg/l pour le magnésium et de 100 mg/l pour le calcium.

Les résultats obtenus montrent que les concentrations en magnésium ( $Mg^{+2}$ ) et le Calcium ( $Ca^{+2}$ ) sont légèrement plus élevées que les normes OMS

Le calcium et le magnésium sont les principaux cations responsables de la dureté de l'eau. L'eau dure a besoin d'une quantité considérable de savon pour produire de la mousse ; par ailleurs, elle provoque également l'entartage des canalisations d'eau chaude, des chaudières et des appareils ménagers. (OMS, 2017)

Les variations des concentrations des eaux en calcium et en magnésium résulteraient du fait que le calcium provient essentiellement de la dissolution des dolomies par les eaux météoriques, la concentration en calcium peut subir à l'inverse de celle du magnésium, dérivant en plus de l'érosion des sols et des altérités et demeurant en solution dans l'eau (BEN ABOU et al., 2014)



**Figure n°16 :** Variation des valeurs du calcium de l'eau traitée du barrage Bakhadda



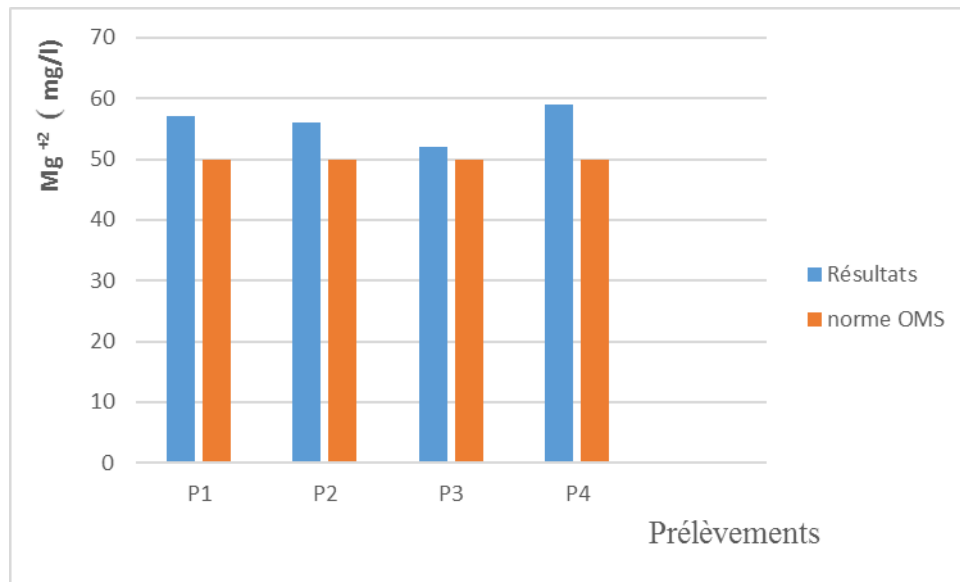


Figure n°17 : Variation des valeurs du magnésium de l’eau traitée du barrage Bakhadda

2.2.8. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>) :

Des concentrations élevées de chlorures confèrent à l’eau et aux boissons un goût salé. Les concentrations supérieures à 250 mg/l seront détectées par le goût par un nombre croissant de consommateurs mais certains d’entre eux peuvent s’habituer au goût conféré par de faibles concentrations de chlorure.(OMS,2017).

La concentration maximale recommandée par l’OMS pour les chlorures dans l’eau potable est de 250 mg/l. Selon cette étude on observe que nos résultats se conforment à la directive de l’OMS. Les chlorures peuvent avoir une origine selon la nature du terrain traversé, l’inconvénient des chlorures et la saveur désagréable.

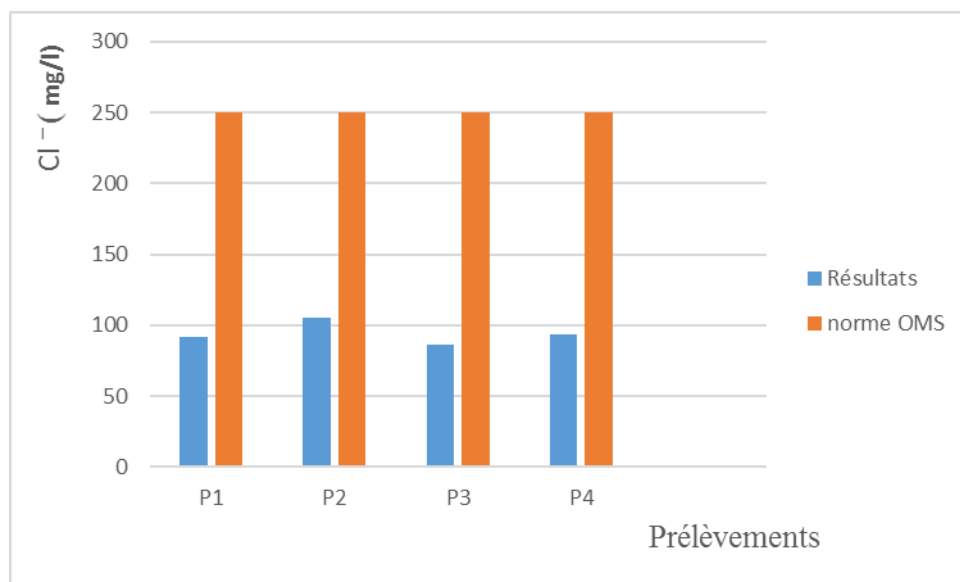


Figure n°18 : Variation des valeurs des chlorures de l’eau traitée du barrage Bakhadda

### 2.3. Paramètres bactériologiques :

Le test bactériologique consiste à rechercher si l'eau est contaminée par les germes indicateurs de pollution.

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 biologiques tellement différentes conditionnent leur évolution dans le milieu. ( LECLERC et MOSSEL, 1989).

L'analyse bactériologique de l'eau traitée du barrage Bakhadda permet d'apprécier le risque du à des microorganismes pathogènes, elle met en évidence la pollution fécale de l'eau.

D'après RODIER (1978), La présence des *Escherichia coli* et des streptocoques fécaux dans une eau apporte l'indication fondamentale ; la certitude d'une contamination fécale. La résistance d'*E. coli* est du même ordre que celle des salmonelles, celles des coliformes étant supérieure et celle des streptocoques fécaux considérablement plus élevée. La présence constante dans une eau d'*E. coli* et de streptocoques fécaux, témoignent de la permanence de la contamination et du risque pathogène. L'apparition d'*E. coli* et de streptocoques fécaux dans une eau de qualité bactériologique habituelle, signifie une pollution accidentelle dont le risque est variable. L'apparition nouvelle d'*E. coli* ou même de coliformes correspond vraisemblablement à une nouvelle contamination fécale.

Les analyses effectuées sur l'eau traitée ont confirmé l'absence de coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux. Les spores *Clostridium sulfito-réducteurs* sont aussi absents dans les prélèvements.

Nos échantillons répondent aux normes bactériologiques relatives à la potabilité admise par l'OMS qui tolèrent un nombre de 0 colonies/100ml.

Les analyses effectuées en 2006 montrent aussi l'absence de ces bactéries dans l'eau traitée.

Selon DEGREMONT (1989), l'eau destinée à la boisson doit satisfaire aux conditions microbiologiques suivantes :

- ◆ Ne pas contenir d'organismes parasites ou pathogènes.
- ◆ Ne pas contenir d'*Escherichia coli* ni de streptocoques fécaux ni de *Clostridium sulfito-réducteurs*.

**Tableau 07** : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda

	<b>Coliformes totaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Coliformes fécaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Streptocoques fécaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Clostridium sulfito- réducteurs</b>
<b>12/03/18</b>	0	0	0	0
<b>19/03/18</b>	0	0	0	0
<b>04/04/18</b>	0	0	0	0
<b>18/04/18</b>	0	0	0	0
<b>Norme</b>	0	0	0	0

*Conclusion*

L'eau a une valeur sociale, économique et écologique, elle n'est pas donc un produit comme les autres ni une simple marchandise. Actuellement, l'eau disponible à l'état naturel ne répond pas toujours aux conditions de potabilité à cause des phénomènes de pollution. Son traitement est une étape nécessaire avant sa mise à la disposition du consommateur.

D'une part, le déficit en eau dans la région de Tiaret, qui est considérée comme une zone semi aride , donc avec une pluviométrie insuffisante, et d'autre part la croissance démographique, rendent indispensable le contrôle régulier des ressources en eau, notamment ceux du barrage Bakhadda, qui permettent d'alimenter toute le ville de Tiaret et ses environs en eau potable.

En effet, des analyses périodiques et régulières des ressources en eau, sont nécessaires pour connaître l'évolution de leur qualité, et ce afin de les préserver des éventuelles pollutions industrielles, domestiques et autres....

Les résultats obtenus ont montré que les concentrations en calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et en magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) sont légèrement élevées par rapport aux normes de l'OMS. Le calcium et le magnésium sont les principaux cations responsables de la dureté de l'eau. L'eau dure a besoin d'une quantité considérable de savon pour produire de la mousse ; par ailleurs, elle provoque également l'entartage des canalisations d'eau chaude, des chaudières et des appareils ménagers. (OMS,2017).

Selon FORTAS (2005) , 85% des sols du bassin versant de mina sont des sols à croûte calcaire, contenant assez de carbonate de calcium souvent associé à des carbonates de magnésium .on les trouve presque dans tous le bassin versant et surtout vers l'amont.

On recommande donc d'adoucir l'eau par l'addition de chaux et de bicarbonate de soude .

Les résultats des autres paramètres analysés se conforment à la directive d'OMS. Les analyses effectuées sur l'eau traitée ont confirmé l'absence de coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux. Les spores clostridium sulfito-réducteurs sont aussi absents dans les prélèvements.

En comparant les résultats obtenus avec celles trouvés en 2006 nous avons remarqué une légère diminution pour certains paramètres alors que pour d'autres paramètres les valeurs

sont proches et presque identiques ce qu'il confirme l'amélioration de l'efficacité du traitement .

Cette étude nous a permis de s'assurer du bon fonctionnement de la station du traitement du barrage Bakhadda . Néanmoins, il faut compléter les analyses effectuées par d'autres pour déterminer la contamination de cette eau par éventuels éléments indésirables tels que les métaux lourds et toxiques...

# *Annexes*

**Annexe 01** : Tableau des résultats des analyses physico chimiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

		Prélèvements				Norme OMS (2004)
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	/
Date		12/03/18	19/03/2018	04/04/2018	18/04/2018	2004
Les paramètres physiques	Turbidité (NTU)	0,91	2,07	1,95	0,94	5
	Température (°C)	9,7	9,2	17,8	10,1	25
	PH	7,69	7,04	6,98	7,74	6.5 < pH < 9,5
	CE (µS/cm)	927	941	1021	931	2000
Les paramètres chimiques	MO ( mg/l)	1,12	3,1	2,7	1,1	5



**Annexe 02 :** Tableau des résultats des analyses concernant les paramètres indésirables et toxiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

		Prélèvements				Norme OMS (2004)
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	/
	Date	12/03/18	19/03/2018	04/04/2018	18/04/2018	/
Les substances indésirables	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ( mg/l)</b>	0,02	0,03	0,05	0,02	0,2
	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ( mg/l)</b>	6,39	5,5	6,5	7,21	50
	<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ( mg/l)</b>	0,02	0,04	0,01	0,02	0,5
	<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> ( mg/l)</b>	0,009	0,005	0,007	0,01	5
	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ( mg/l)</b>	133,7	125	132,1	137,1	500
	<b>Ca<sup>+2</sup> ( mg/l)</b>	109	102	105	111	100
	<b>Mg<sup>+2</sup> ( mg/l)</b>	57	56	52	59	50
	<b>Cl<sup>-</sup> ( mg/l)</b>	92	105	86	93	250
Les éléments toxiques	<b>Fe<sup>+2</sup> (mg/l)</b>	0,007	0,009	0,004	0,006	0,2 (Norme OMS 2000)

**Annexe 03** : Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda (2018)

	<b>Coliformes totaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Coliformes fécaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Streptocoques fécaux (nombre de colonie par 100ml)</b>	<b>Clostridium sulfito- réducteurs</b>
<b>12/03/18</b>	0	0	0	0
<b>19/03/18</b>	0	0	0	0
<b>04/04/18</b>	0	0	0	0
<b>18/04/18</b>	0	0	0	0
<b>Norme</b>	0	0	0	0

**Annexe 04** : Tableau des résultats des analyses physiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

	Paramètres											
	Turbidité (NTU)		Température (°C)		pH		CE. (µS/cm) à 20 °C		Salinité (%)		O <sub>2</sub> dissous (%)	
Date	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
29/01/06	24,5	3,46	10,6	9,2	7,21	7,08	852	1025	0,5	0,5	74,2	99,5
08/02/06	23,5	3,15	9,3	9,80	7,47	7,00	820	982	0,4	0,5	85,5	105,98
19/02/06	28,7	2,87	11,2	9,70	7,66	7,04	976	941	0,4	0,5	87,5	111,7
09/05/06	38,5	1,95	17,2	17,80	7,29	6,98	1020	1052	0,5	0,5	50,9	98,6
21/05/06	17,0	2,41	14,1	19	7,45	7,24	1090	1051	0,5	0,5	14,3	93,1
06/06/06	32,4	2,36	19,5	18,7	7,40	6,98	1019	1087	0,5	0,5	/	/
Norme	25	5	25	<25	6,5-9,2	6,5-8,5	1000	400	/	/	/	/

(HAMED,2006)

**Annexes 05** :Tableau des résultats des analyses chimiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

Paramètres								
	MO (mg/l)		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	
Date	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
29/01/06	4,70	4,09	/	/	/	/	/	/
08/02/06	5,09	2,49	/	/	/	/	/	/
19/02/06	5,4	3,1	/	/	/	/	/	/
09/05/06	4,5	2,7	0,31	0,02	0,69	0,02	0,007	0,007
21/05/06	4,19	/	0,19	0,02	1,31	0,01	0,007	0,007
06/06/06	4,29	1,95	0,038	0,02	1,27	0,02	/	/
Norme	10	5	3	0,1	4	0,5	50	5,0

(HAMED,2006)

**Annexe 06** :Tableau des résultats des analyses bactériologiques de l'eau du barrage Bakhadda avant et après traitement.(2006)

Date	Bactéries					
	Coliformes totaux (nombre de colonie par 100ml)		Coliformes fécaux (nombre de colonie par 100ml)		Streptocoques fécaux (nombre de colonie par 100ml)	
	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
29/01/06	>300	0	Présence	0	06	0
08/02/06	200	0	Présence	0	/	0
19/02/06	>300	0	Présence	0	12	0
09/05/06	18	0	présence	0	40	0
21/05/06	10	0	Présence	0	0	0
06/06/06	0	0	absence	0	0	0
<b>Norme</b>	20000	0	2000	0	1000	0

(HAMED,2006)

*Références*

*Bibliographiques*

## Références bibliographiques

**ADE, 2003** : Manuel d'analyses physicochimiques et bactériologiques.

Agence régionale d'Alger, département de contrôle de la qualité de l'eau, laboratoire central, 44p.

**AMIDU RADJABU.E,2013** :Contribution à l'étude de la qualité hygiénique de l'eau de boisson vendue en sachet dans les lieux publics cas de la commune de Kabondo,37 p.

**Anonyme, 2002** : Assurance qualité et autocontrôle dans les installations d'alimentation en eau potable. Laboratoire cantonal, Berne, 12p.

**BEN ABOU.M , FADIL.F, EL HAJI.M , ZEMZAMI.M:** "impact anthropique sur la qualitedes eaux souterraines du bassin versant del'oued taza(maroc)," european scientific journal february 2014 édition vol.10, n°.5 ISSN: 1857 – 7881 (PRINT) e - ISSN 1857- 7431, 2014.

**BRIERE.F.G, 1994** : Distribution et collecte des eaux.  
édition de l'école polytechnique de Montréal, 365p.

**BONTOUX.J, 1993** : Introduction à l'étude des eaux douces, eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson .Ed : Tec& DOC Lavoisier, Paris, 169p.

**CARDOT. C, 1999** : Les traitement de l'eau. Procédés physico-chimiques cours et problèmes résolus. Ed: Ellipses, édition Marketing S.A, Paris, 247p.

**Colloque Européen, 1990** : La gestion de l'eau. Tome II.  
Ed : Presses de l'école nationale des ponts, et chaussées, Paris ,743p.

**DEBROISE.A, 2000** : Pollution agricole une gestion impossible.  
Lyonnaise des eaux, Paris, pp 60-68.

**DEFRANCESCHI.M, 1996** : L'eau dans tous ses états.  
ellipses édition Marketing, Paris, 127p.

**DEGREMONT, 1978** : Mémento technique de l'eau.

Ed : LAVOISIER- Technique et documentation, Paris.

**DEGREMONT ,1989** : Mémento technique de l'eau. Tome II.

Ed : LAVOISIER- Technique et documentation, Paris, 1459p.

**DESJARDINS.R, 1988** : Le traitement des eaux.

Ed : L'école polytechnique de Montréal, 304p.

**DUPONT.A, 1979**: Hydraulique urbaine, Tome II.

Ed: EYROLLES, Paris, 262p.

**DUPONT.A, 1981**: Hydraulique urbaine, Tome I.

Hydrologie -captage et traitement des eaux. Ed: EYROLLES, Paris, 262p.

**ECKENFELDER.W.W ,1982**: Gestion des eaux usées urbaines et industrielles.

Ed : TEC et DOC - Lavoisier, Paris, 503p.

**FATARNA.K, 2006**: Qualité de l'eau brute du barrage Bakhadda.

Thèse d'ingénieur d'Etat en écologie végétale et environnement.

Faculté des sciences Agrovétérinaires, université de Tiaret, 55p

**FEDER.G et LEMOIGNE.G, 1994** : Une gestion équilibrée des ressources en eau.

Finances et développement- Banque mondiale, pp24-27.

**FORTAS.F,2005** : Etude hydrodynamique du sous bassin versant de oued Mina.

Thèse d'ingénieur d'Etat en écologie végétale et environnement.

Faculté des sciences Agronomie, université de Tiaret, 83p.

**GAID.A, 1984** : Epuration biologique des eaux usées urbaines, Tome I.

Office des publications universitaires, Alger, 260p.

**GOUSSET.P, 1973** : Législation des nuisances.

Ed : DUNOD, Paris, BRUXELLES. Montréal, 191p.



**GROSCLAUDE.G, 1999** : L'eau usages et polluants, Tome II.

Ed : INRA, paris, 210p.

**GUERZOU, F.2008** : Etude de la potabilité des eaux souterraines de la région de Djelfa (Aspect physico-chimique). Mémoire de Fin d'Etude en Vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie. P56.

**HAMED.N, 2006**: Qualité physicochimiques et bactériologiques de l'eau traitée du barrage Bakhadda. Thèse d'ingénieur d'Etat en écologie végétale et environnement. Faculté des sciences Agrovétérinaires, université de Tiaret, 44p

**KETTAB.A, 1992** : Traitement des eaux potables.

Office des publications universitaires, Ben Aknoun. Alger, 151p.

**LECLERC.H et MOSSEL.D.A.A, 1989** : Microbiologie de tube digestif l'eau et les aliments, Tome II. Doin éditeurs, Paris, 529p.

**LINIGER.H et WEINGARTNER.R, 1998** : Les montagnes et approvisionnement en eau douce. Ed : Agence de coopération au développement Suisse, 15p.

**MACKENZIA/BALL.A.S/VIRDEE.S.R ,2000**:L'essentiel en écologie

Ed : BERTI, Paris, 368p

**MEBARKI.A, 1984** : Ressources en eau et aménagement en Algérie.

Office des publications universitaires Alger, 302p.

**MOKILI,M,2005** : effet de la conservation de l'eau de boisson sur les bactéries indicatrices des pollution les coliformes et streptocoques fécaux(cas de récipient ouvert)2005,TFC inédit, FS/UNIKIS,12 p

**MOSTFAI.K, 2005** : Le rendement de la station de traitement de barrage Benkhadda.

Thèse d'ingénieur d'Etat en écologie végétale et environnement.

Faculté des sciences Agrovétérinaires, université de Tiaret, 97p.

**OMS, 2000** : Directive de qualité pour l'eau de boisson. Volume II.

2<sup>ème</sup> Edition. Edition OMS Genève, 1050p.

**OMS, 2004** : Directive de qualité pour l'eau de boisson  
3<sup>ème</sup> Edition Volume I. Edition OMS Genève, 542 p.

**OMS, 2017** : Directive de qualité pour l'eau de boisson. Volume II.  
4<sup>ème</sup> Edition integrant le premier additif (guidlines for drinking –water quality 4<sup>TH</sup> éd  
.incorporating first addendum) Edition OMS Genève, 539 p.

**PESSON.P, 1976** : La pollution des eaux continentales incidence sur les biocénoses  
aquatiques. Ed : Gauthier- Villars, Paris, 285p.

**RODIER.J, 1978** : L'analyse de l'eau. eaux naturelles eaux résiduaires eau de mer.  
Ed : DUNOD, Paris, 1135 p.

**RODIER.J, 1984** : L'analyse de l'eau.  
eaux naturelles eaux résiduaires eau de mer  
Ed: DUNOD, Paris, 1362 p.

**RODIER.J, 1996** : L'analyse de l'eau eaux naturelles eaux résiduaires eau de mer.  
Tome I. Ed : DUNOD, Paris, 655p.

**SUISSI.M , 2012** : Analyse physicochimiques et bactériologiques de l'eau de  
consommation dans la ville de Tiaret. Thèse ingénieur en nutrition et technologie agro-  
alimentaire. Faculté des sciences de la nature et de la vie s, université de Tiaret, 58 p.

**THOMAZEAU.R, 1981** : Station d'épuration des eaux potables – eau usées.  
Ed : ISBN – TEC et DOC, Paris, 435p.

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

**VIGNEAU-HERMELLIN.M, 2000** : Fleuves et rivières : l'état des lieux.  
Lyonnaise des eaux, Paris, pp 32-46.

## **Résumé :**

L'eau du barrage Bakhadda représente une ressource hydrique importante pour la région de Tiaret.

Notre travail consiste à déterminer les qualités physico-chimiques et bactériologiques de l'eau traitée du barrage, afin d'apprécier d'une part l'efficacité du traitement, et d'autre part comparer ses qualités aux normes de L'OMS pour une eau potable et aux résultats trouvés en (2006) sur l'eau traitée du même barrage durant la période allant du janvier à juin .

Les résultats obtenus, montrent l'efficacité du traitement envisagé et les analyses effectuées ont donné des valeurs qui sont conformes aux normes de l'OMS, sauf les concentrations en calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et en magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) sont légèrement élevées par rapport aux normes de l'OMS.

En comparant les résultats obtenus avec celles trouvés en 2006 nous avons remarqué une légère diminution pour certains paramètres alors que pour d'autres paramètres les valeurs sont proches et presque identiques ce qu'il confirme l'amélioration de l'efficacité du traitement.

## **Mots clés :**

**Eau traitée –Traitement - barrage Bakhadda – caractérisations physico-chimiques et bactériologiques - substances indésirables- normes OMS de potabilité.**

## **Abstract :**

The water of the Bakhadda dam represents an important water resource for the region of Tiaret Our work consists in determining the physicochemical and bacteriological qualities of the treated water of the dam, in order to appreciate on the one hand the effectiveness of the treatment, and on the other hand to compare its qualities with the norms of WHO for a drinking water and to the results found in (2006) on treated water from the same dam from January to June.

The results obtained, show the effectiveness of the treatment envisaged and the analyzes carried out gave values which are in conformity with the norms of WHO, except the concentrations of calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) and magnesium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) are slightly elevated compared to WHO standards.

Comparing the results obtained with those found in 2006 we noticed a slight decrease for some parameters while for other parameters the values are close and almost identical which confirms the improvement of the effectiveness of the treatment.

## **Keywords :**

**Treated water - Treatment - Bakhadda dam - physicochemical and bacteriological characterizations - unwanted substances-WHO standards of potability.**