

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 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 du Barrage Koudiet-Rosfa –
Wilaya de Tissemsilt.**

Membres du jury:

- Président : Mme .BOUCHNAFA Nadia
- Promoteur: Mr. BENAHMED Mohamed
- Examinatrice : Mr. OUADAH Sahraoui

Présenté par:

- BOUGHARI Naima
- KHALI Sara
- BOUCHOUKA Sarra

Année universitaire : 2018 -2019

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à:

*Mes très chers Parents sans leurs amours, leurs sacrifices et leurs
Encouragements je ne serais jamais arrivée à réussir dans mes études. Je
sais bien
quelque soit les remerciements que je leurs adresse c'est peu, que Dieu les
protège*

Et leur donne la santé et une longue vie.

*Mes très chères sœurs : **djamila- sabah-aicha-khouloud-hanane-ouraida***

*Mes très chers frères : **said-abdelkader-moussa***

*Mais amies : **sarra et sarah***

*A tous mes collègues de la promotion **master II science du sol** qui j'ai
passé mes meilleurs moments qui resteront un bon souvenir pour toujours.*

Naima

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

S'est réalisé ce travail.

Nous dédions ce travail à :

*Nos trop chers parents qui nous ont toujours apportés l'amour et
l'affection*

*Toute la famille **Bouchouka***

*A mes sœurs : **Nacira, Iness & Zoulikha***

*Mon frère **Youcef***

*Mon cher ami **Amine***

*Mes amies **Aicha, Hdjer & Touta***

*Je remercie mes amies et mes trinômes **Naima & Sarah***

*A tous mes collègues de la promotion **master II sciences du sol** qui j'ai
passé mes meilleurs moments qui resteront un bon souvenir pour toujours.*

Sarra

Dédicaces

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

S'est réalisé ce travail.

Nous dédions ce travail à :

*Nos trop chers parents qui nous ont toujours apportés l'amour et
l'affection*

*Toute la famille **Khiali***

*Mes sœurs **Amina, Chrifa, Howaria & Khaldia***

*Mon cher ami **Bouteldja B***

*Mes nièces **Marwa, Rania, Khawla** et surtout **Mimi***

*Mes neveux **Mohamed, Mohamed & Ishak***

*Mes trinômes **Naima & Sarra***

*A tous mes collègues de la promotion master II science du sol qui j'ai
passé mes meilleurs moments qui resteront un bon souvenir pour toujours.*

Khiali Sarah

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier Mr. BENAHMED Mohamed d'avoir accepté de nous encadrer sur ce thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail et pour ses conseils judicieux.

Nous tenons également à remercier Madame. BOUCHNAFA Nadia d'avoir accepté de présider le jury. Nous remercions Mr. OUADAH Sahraoui qui nous a honoré pour examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à :

L'ensemble du personnel de laboratoire de l'ADE Tissemsilt qui nous a facilité l'avancement de la partie analyse, Monsieur le directeur de l'ADE, Tissemsilt qui a autorisé notre accès.

Monsieur le chef de station Koudiete Rosfa et tout le personnel de station de traitement.

Notre gratitude s'adresse également au chef de département et à tous nos professeurs pour leur aide logistique et technique.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

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

Première Partie : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Qualité des eaux de consommation

I.1. Généralités sur l'eau.....	02
I.1.1. Définition de l'eau.....	02
I.1.2. Différents types d'eau.....	02
I.1.2.1. Eaux de pluie.....	02
I.1.2.2. Eaux de surface.....	03
I.1.2.3. Eaux de rivière (partie amont).....	03
I.1.2.4. Eaux de rivière (partie aval).....	03
I.1.2.5. Eau de lac.....	03
I.1.2.6. Eaux souterraines.....	04
I.1.2.7. Eaux de mer.....	04
I.1.3. Le cycle hydrologique.....	04
I.1.4. Les trois états physiques de l'eau.....	05
I.1.4.1. L'état gazeux (vapeur).....	05
I.1.4.2. L'état solide (glace).....	05
I.1.4.3. L'état liquide.....	06
I.1.5. Répartition de l'eau sur la terre.....	06
I.1.6. Adéquation entre ressources et besoins en eau.....	07
I.1.7. Eau en Algérie.....	08
I.1.8. Importance de l'eau.....	08
I.2. Eaux potables.....	09
I.2.1. Caractéristiques physiques.....	09
I.2.1.1. Conductivité électrique.....	09
I.2.1.2. Potentiel hydrogène (pH).....	10
I.2.1.3. Température.....	10
I.2.2. Caractéristique chimiques.....	10
I.2.2.1. Alcalinité.....	10
I.2.2.2. Dureté.....	11
I.2.3. Caractéristique organoleptique.....	11
I.2.3.1. Saveur et odeur.....	11
I.2.3.2. Couleur.....	12
I.2.4. Normes de la qualité des eaux de consommations.....	12

Chapitre II : Processus de production de l'eau potable

II.1. Chaîne élémentaire de production d'eau potable.....	14
II.1.1. Prétraitement.....	15
II.1.2. La préoxydation.....	15
II.1.3. Clarification.....	16
II.1.4. Oxydation-Désinfection.....	17
II.1.5. Affinage.....	18
II.2. Coagulation et floculation.....	18
II.2. 1. Les particules mises en jeu.....	19
II.2.2. Les types de colloïdes.....	19
II.2.3. Structure des colloïdes.....	20
II.2.4. La floculation.....	22
II.2.5. Décantation flottation.....	24
II.3. Filtration.....	24
II.4. Désinfection.....	25
II.4.1. Désinfection par le chlore.....	26
II.4.1.1. Généralités.....	26
II.4.1.2. Mise en œuvre.....	27
II.4.2. Désinfection par le bioxyde de chlore.....	28
II.4.3. L'zone.....	29
II.4.3.1. Généralités.....	29
II.4.3.2. Mise en œuvre.....	29
II.4.4. Le rayonnement UV.....	30

Deuxième Partie : Matériel & Méthodes

I. Objectifs du travail.....	31
II. Présentation de la zone d'étude.....	31
II.1. Situation géographique.....	31
II.1.1. Limites administratives.....	31
II.1.2. Ressource en eau.....	32
II.1.3. Sol.....	33
II.1.4. Etude climatique.....	34
II.2. Présentation du barrage.....	35
II.3. Méthodologie de travail.....	35
II.3.1. Prélèvement.....	35
II.3.2. Analyses physico-chimique.....	36
II.3.2.1. Mesure de la température.....	36
II.3.2.2. Mesure du pH.....	37

II.3.2.3. Conductivité électrique.....	37
II.3.2.4. Mesure de la turbidité.....	37
II.3.2.5. Détermination de taux de sels dissous (TDS).....	37
II.3.2.6. Détermination de l'azote ammoniacal (NH_4^+).....	38
II.3.2.7. Dosage des nitrites (NO_2^-).....	39
II.3.2.8. Dosage des nitrates (NO_3^-).....	39
II.3.2.9. Détermination des phosphates (PO_4^{3-}).....	40
II.3.2.10. Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}).....	40
II.3.2.11. Détermination des chlorures (Cl^-).....	41
II.3.2.12. Détermination de l'alcalinité (HCO_3^-).....	41
II.3.2.11. Détermination de la matière orhanique.....	42
II.3.2.12. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme.....	42
II.3.2.13. Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline.....	43
II.3.3. Les analyses microbiologiques.....	44
II.3.3.1. Recherche des Streptocoques fécaux.....	44
II.3.3.2. Recherche des Coliformes totaux.....	44
II.3.3.3. Recherche des Coliformes fécaux.....	45
II.3.3.4. Recherche des spores de clostridium sulfito-réductrices.....	45
II.3.3.5. Numération des germes totaux.....	46

Troisième Partie : Résultats & Discussion

I. Analyses physico-chimiques.....	48
I.1. Température.....	48
I.2. Le pH.....	48
I.3. La conductivité électrique.....	49
I.4. Taux des sels dissous.....	50
I.5. Turbidité.....	50
I.6. Calcium (Ca^{+2}) et magnésium (Mg^{+2}).....	51
I.6.1. Le calcium (Ca^{+2}).....	51
I.6.2. Le magnésium (Mg^{+2}).....	52
I.7. Les chlorures (Cl^-).....	53
I.8. Matière organique.....	53
I.9. Les bicarbonates (HCO_3^-).....	54
I.10. Le sodium (Na^+).....	55
I.11. Potassium (K^+).....	55
I.12. Le fer (Fe^+).....	56
I.13. Composés azotés.....	57
I.13.1. Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+).....	57
I.13.2. Les nitrites (NO_2^-).....	58
I.13.3. Dosage des nitrates (NO_3^-).....	58

I.14. Détermination des phosphates (PO_4^{3-}).....	59
II. Analyses microbiologiques.....	60
II.1. Recherche de germes totaux.....	60
II.2. Recherche de coliformes totaux.....	60
II.3. Test confirmation des coliformes fécaux (<i>Escherichia coli</i>).....	61
II.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	62
II.5. Germes anaérobies (<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>).....	62
Conclusion générale.....	64
Références bibliographiques.....	65
Annexes.....	67
Résumé	

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : La molécule d'eau.....	02
Figure 02 : Cycle hydrologique dans l'environnement.....	05
Figure 03 : Structure de l'eau à l'état gazeux.....	05
Figure 04 : Structure tétraédrique de l'eau à l'état solide ou liquide.....	06
Figure 05 : Distribution des stocks d'eau sur la planète.....	07
Figure 06 : Schéma des étapes de potabilisation de l'eau.....	14
Figure 07 : Schéma de la Coagulation-Floculation.....	19
Figure 08 : Représentation du colloïde hydrophile.....	20
Figure 09 : Distribution ionique autour d'un colloïde.....	21
Figure 10 : Une courbe de celle.....	26
Figure 11 : Des pompes doseuses asservit au débit.....	28
Figure 12 : Plan de situation des bassins versants des barrages de Fodda et de Koudiat Rosfa.....	31
Figure 13 : Barrage Koudiet Rosfa (wilaya de Tissemsile).....	32
Figure 14 : Schéma du protocole expérimental.....	36
Figure 15 : Température de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	48
Figure 16 : pH de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	49
Figure 17 : La CE de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	49
Figure 18 : TDS de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	50
Figure 19 : Turbidité de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	51
Figure 20 : Teneur en calcium dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	52
Figure 21 : Teneur en magnésium dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	52
Figure 22 : Teneur en chlorures dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	53
Figure 23 : Teneur en MO dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	54
Figure 24 : Teneur en (HCO ₃ ⁻) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	54
Figure 25 : Teneur en sodium (Na ⁺) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	55
Figure 26 : Teneur en potassium (K ⁺) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	56
Figure 27 : Teneur en fer (Fe ⁺²) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	56

Figure 28 : Transformation de l'azote organique par oxydation en nitrites et nitrates.....	57
Figure 29 : Teneur en azote ammoniacal (NH_4^+) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	57
Figure 30 : Teneur en nitrites (NH_2^-) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	58
Figure 31 : Teneur en nitrates (NO_3^-) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	59
Figure 32: Teneur en phosphates (PO_4^{3-}) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	59
Figure 33 : Les germes totaux dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.	60
Figure 34 : Dénombrements des coliformes totaux dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	61
Figure 35 : Dénombrement des coliformes fécaux (<i>Escherichia coli</i>) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	61
Figure 36 : Dénombrements des streptocoques fécaux dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	62
Figure 37 : Germes anaérobies (Clostridium sulfito-réducteurs) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.....	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Qualité de l'eau selon la conductivité.....	09
Tableau 02 : Qualité physico-chimique de l'eau de boisson.....	12
Tableau 0 3 : Qualité bactériologique de l'eau de boisson.....	13
Tableau 04 : Stations pluviométriques disponibles.....	34

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : Degrés Celsius

°F : Degré français

ADE : Algérienne des eaux.

C : Carbone

CE : Conductivité électrique

dS/m : Décisiemens par mètre

EDTA : Ethylène diamine tétracétique

hm³ : Hectomètre cube par seconde

Km : Kilomètre

m : Mètre

m/s : Mètre par seconde

m³/s : mètre cube par seconde

méq/l : Milliéquivalent par litre

mg/l : Milligramme par litre

mm : Millimètre

MO : Matière organique

mol : Mole

mS/cm : Millisiemens par centimètre

N : normalité

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique.

O.M.S : Organisation mondial de la santé

P : Précipitation

pH : Potentiel d'hydrogène

V : Volume

µm : Micromètre

J.O.R.A : journal officiel de la république algérien

DCO : demande chimique en O₂

Introduction Générale

Introduction Générale

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer (Hubert P et Marin M, 2001).

L'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (Luna B et Kenneth S, 1972).

L'Algérie pays dispose de ressources en eau très limitées tout au moins au nord où vivent les trois quarts de la population. En plus de cette rareté d'eau et la grande disparité entre le nord qui est arrosé et le sud qui est aride, s'ajoute le problème de la dureté des eaux. En effet, les eaux du sud algérien sont fortement chargées en sels, ce qui conduit à une dureté très élevée (Teghidet H, 2004).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la santé des individus. Par conséquent, et en fonction des caractéristiques de l'eau brute destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique (John P et Donald A, 2010).

La station de traitement de l'eau brute destinée à la potabilisation est sous une pression croissante pour produire une eau potable de bonne qualité et à plus faible coût. Ceci représente une économie en termes de coût mais aussi en termes de respect de l'environnement (Gerard G, 1999).

Pour cette raison, nous avons essayé de contribuer de notre côté, dans ce modeste travail, à étudier l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux brutes et distribuées du Barrage Koudiet-Rosfa dans la région de Tissemsilt.

Ce mémoire est divisé en trois parties, dont la première partie nous présentons une étude bibliographique sur la qualité des eaux de consommation. Dans la deuxième partie nous présentons la zone d'étude et les méthodes d'analyses. La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus suivi d'une discussion. Enfin, cette étude se terminera par une conclusion générale.

Première Partie
Synthèse Bibliographique

Chapitre I

**Qualité des eaux de consommation
qualité de l'eau potable**

Chapitre I : Qualité des eaux potable

I.1. Généralités sur l'eau

I.1.1. Définition de l'eau

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes Vivants, connus. L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C (212°F) et solide en dessous de 0 °C (32°F). Sa formule chimique est H₂O, c'est à dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome D'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. C'est notamment un solvant efficace pour la Plupart des corps solides trouvé sur terre, l'eau est quelque fois désigné sous le nom de «solvant universel». L'eau, élément indispensable à la vie, est une part essentielle du patrimoine mondial, mais Aussi essentielle aux activités humaines (Agricultures, industrielles, domestiques...). Une eau est Dite potable ou eau de consommation quand elle satisfait un certain nombre de Caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. (Chelli L et Djouhri N, 2013).

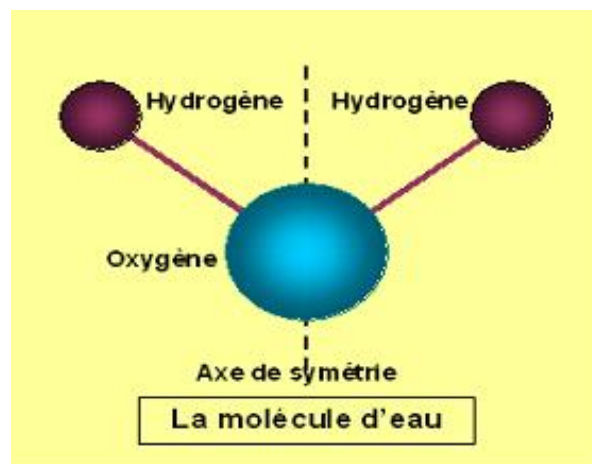


Figure 01 : La molécule d'eau. (Chelli L et Djouhri N, 2013).

I.1.2. Différents types d'eau

I.1.2.1. Eaux de pluie

Les eaux des pluies sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous. Comme les sels de magnésium et de calcium; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités

utilisent cette source d'eau (Gibraltar constitue, à cet égard un cas isolé) (Raymond D, 1997).

I.1.2.2. Eaux de surface

On peut répartir les eaux de surface en trois catégories: eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval), et eaux de lac. La dureté de toutes les eaux de surface est modérée. (Raymond D, 1997).

I.1.2.3. Eaux de rivière (partie amont)

L'amont d'une rivière est en générale situé dans une région montagneuse. Où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- Turbidité élevée.
- Contaminations bactérienne faible.
- Température froide.
- Indice de couleur faible (Raymond D, 1997).

I.1.2.4. Eaux de rivière (partie aval)

L'aval d'une rivière est en générale situé dans une région où la population est dense, l'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficile à traiter qu'en amont. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous.

- Contaminations bactérienne élevée.
- Contaminations organique et inorganique élevée.
- Indice de couleur pouvant être élevée (Raymond D, 1997).

I.1.2.5. Eau de lac

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours d l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. Durant ces périodes, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes peut provoquer un renversement des eaux lac et en augmenter ainsi brusquement la turbidité. (Raymond D, 1997).

I.1.2.6. Eaux souterraines

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol. Sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute. Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ci-dessous.

- Turbidité faible.
- Contaminations bactérienne faible.
- Température constante.
- Indice de couleur faible.
- Débit constante.
- Dureté souvent élevée.
- Concentration élevée de fer et de manganèse (Raymond D, 1997).

I.1.2.7. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous; c'est ce qu'on leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33 000 à 37 000 mg /L. (Raymond D, 1999).

I.1.3. Le cycle hydrologique

La notion de cycle hydrologique englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur la terre. Cette définition implique que les mécanismes régissant le cycle hydrologique surviennent conjointement. Leur moteur c'est le rayonnement solaire. Le cycle hydrologique la figure 02 n'a donc ni commencement, ni fin, elle passe par des principaux processus qui sont :

- L'évapotranspiration où l'eau évaporée dans l'atmosphère ;
- Précipitation sous forme de gouttelettes de pluie après la formation des nuages ;
- Ruissellement c'est l'écoulement d'une partie de l'eau sur la surface ;
- Infiltration c'est une partie qui s'infiltré dans le sol ;
- Percolation c'est l'écoulement souterrain (SI Youcef S, 2016).

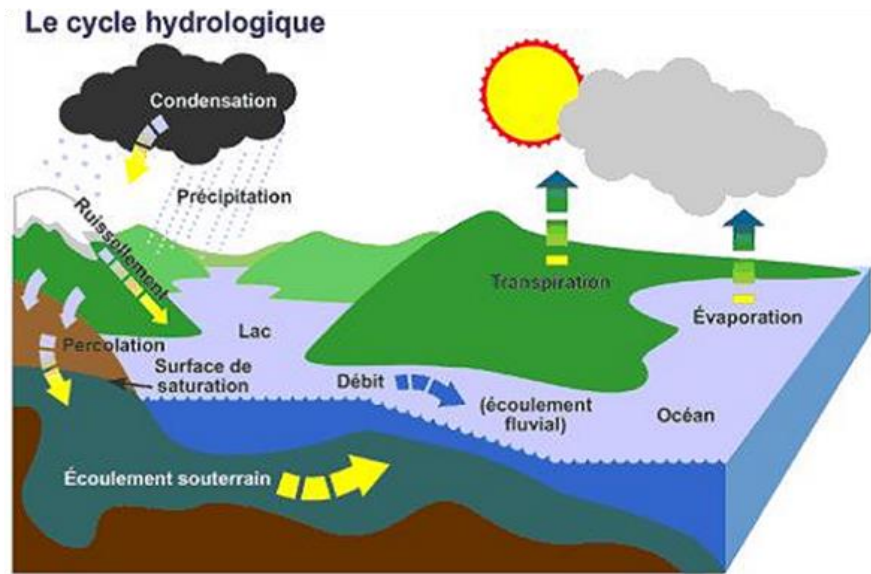


Figure 02 : Cycle hydrologique dans l’environnement (Si Youcef S, 2016).

I.1.4. Les trois états physiques de l'eau

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

I.1.4.1. L’état gazeux (vapeur)

L’état gazeux correspond exactement à la formule H_2O et en particulier au modèle angulaire. (Degrement, 1978).

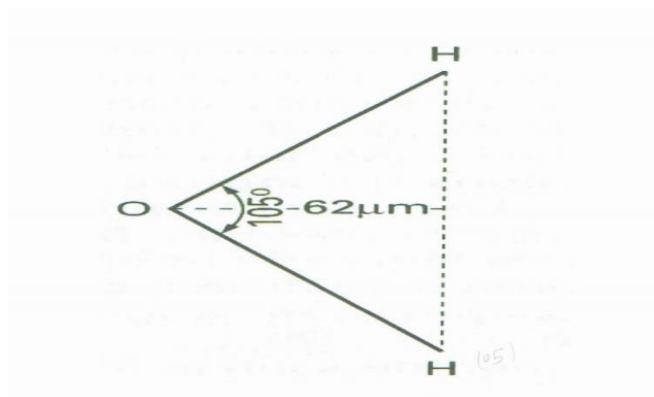


Figure 03 : Structure de l’eau à l’état gazeux (Degrement, 1978).

I.1.4.2. L’état solide (glace)

L’arrangement élémentaire consiste en une molécule d’eau centrale et de quatre périphériques, l’ensemble affectant la forme d’un tétraèdre (Figure 04). (Degrement, 1978).

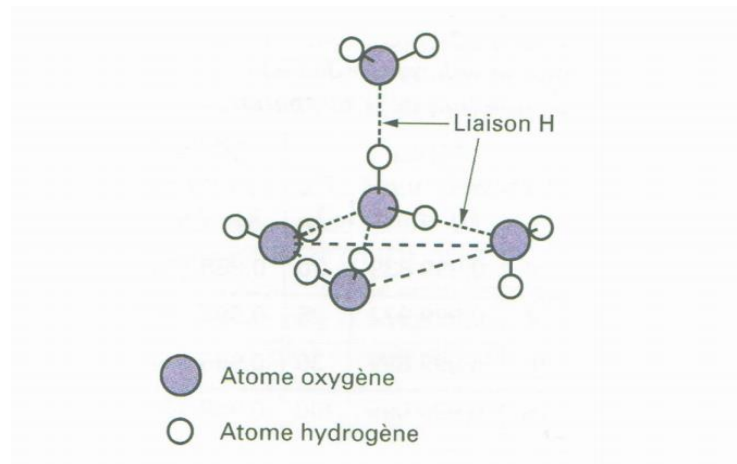


Figure 04 : Structure tétraédrique de l'eau à l'état solide ou liquide (Degrement, 1978).

I.1.4.3. L'état liquide

Le passage à l'état liquide à partir de la constitution caverneuse de la glace: à mesure que la température augmente, les creux se remplissent jusqu'à effondrement complet de la structure cristalline après fusion, Dans l'eau liquide le modèle structure de la base tétraédrique est encore analogue à celui de la glace ; mais les petite agrégats de molécules liées sont mélangés avec des molécules libre, qui les remplacent progressivement au fur et à mesure que la température croit, jusqu'au point d'ébullition ou toutes les molécules d'eau deviennent libres en phase vapeur comme évoqué plus haut (Degrement, 1978).

I.1.5. Répartition de l'eau sur la terre

L'eau est très présente sur notre planète. Ainsi, vue de l'espace, la Terre apparaît bleue, les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70%). La disponibilité de l'eau dans le monde est inégale. La plus grande partie est sous forme d'océans (97,5 %) et seulement une petite fraction (2,5 %) forme l'eau douce. Cette partie est présentée par l'eau souterraine. (Si Youcef S, 2015).

Cette répartition Figure 05 est le résultat de plusieurs facteurs :

- Climatiques, largement incontrôlables ;
- Hydrologiques: les précipitations l'évapotranspiration, l'alimentation des nappes.
- Les indicateurs économiques et démographiques : l'accroissement démographique, le taux d'urbanisation, le niveau de vie par habitant.
- Les indicateurs liés aux technologies et au management comprenant : l'efficacité de la gestion des bassins versants, des réservoirs de stockage et de l'évolution du cheptel.

➤ Les indicateurs politiques incluant : la politique des prix, des taxations et des allocations sectorielles d'eaux prioritaires.

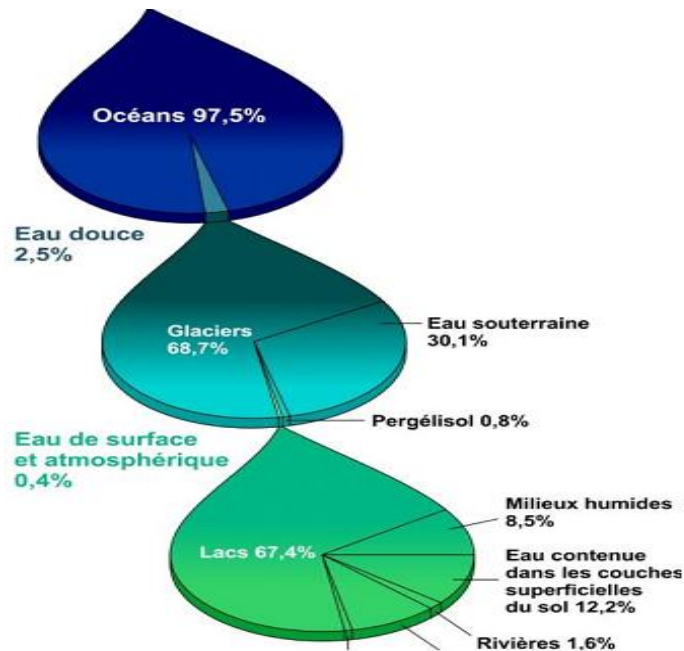


Figure 05 : Distribution des stocks d'eau sur la planète (Si Youcef S, 2015).

I.1.6. Adéquation entre ressources et besoins en eau

Les ressources en eau renouvelables offertes par la nature peuvent être estimées à partir des flux du cycle de l'eau et plus particulièrement des flux de circulation des eaux continentales aux environs de 40 000 km³/an. Compte tenu de la population actuelle de la planète qui est d'environ 6 milliards d'habitants, la quantité moyenne d'eau renouvelable disponible est de l'ordre de 7000m³/an/habitant soit 20m³/jour/habitant, ce qui est très largement supérieur aux besoins. En fait, les problèmes actuels et futurs sont multiples :

➤ La population de la planète ne cesse d'augmenter alors que la ressource reste constante. Dans certains cas mêmes, cette ressource diminue par suite des problèmes de pollution.

➤ Les ressources en eau sont très inégalement réparties sur la planète. Il y a les déserts et les zones subarides (30% des terres émergées) qui n'ont que peu ou pas d'eau. Il y a aussi certaines zones équatoriales ou tropicales sur lesquelles tombent chaque année plusieurs mètres de pluie.

Ainsi, neuf pays se partagent 60% des ressources en eau (40 000 km³/an) : Brésil, Russie, Chine, Canada, Indonésie, États-Unis, Inde, Colombie, Zaïre. Très souvent, des

inégalités peuvent exister au niveau d'un pays. En Algérie, par exemple, 75% des ressources renouvelables sont concentrées sur 6% du territoire.

Les besoins en eau sont très variables suivants les pays. Il y a les pays en voie de développement peu industrialisés ou la consommation par tête n'excède guère une quarantaine de litres par jour, tous usages compris. Mais, il y a des Etats industrialisés ou la consommation journalière atteint plusieurs milliers de litres par personne si on additionne les besoins domestiques, agricoles et industriels. Ici, les populations – femmes et enfants surtout – sont astreintes à porter sur des kilomètres les quelques litres d'eau indispensables à la boisson et aux usages domestiques. Ailleurs, des installations gaspillent des milliers de tonnes d'eau qu'il existe des procédés permettant des économies énormes. (Zouag B et Belhadj Y, 2017).

I.1.7. Eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi-aride et aride, dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement irrégulières et localisées :

Dans le Sahara, les lits d'oueds recèlent quelques nappes phréatiques souvent saumâtres: Ghir, M'Zab, Saoura, etc. sinon, ce sont des nappes profondes, semi-fossiles ou fossiles, et qui sont très peu utilisées.

Dans le nord d'Algérie l'apport principale vient du ruissellement, après précipitation. Le régime d'un oued est caractérisé par le fait que durant des mois, voire des années, le lit mal délimité est parcouru par un filet d'eau trompeur et que, tout-à-coup, et pendant un temps bref, il roule jusqu'à 5000 m³/second provoquant une crue dévastatrice. En effet, elles sont croissantes d'Ouest en Est et affectent successivement les Monts de Tlemcen, le versant nord de l'Ouarsenis, le massif de la Kabylie, le nord Constantinois et enfin le massif des Aurès. (Zouag B et Belhadj Y, 2017).

I.1.8. Importance de l'eau

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes. L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration). L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en

mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation (Zouag B et Belhadj Y, 2017).

I.2. Eaux potables

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur. Il existe ainsi près de 63 critères pour une eau propre à la consommation : ces critères, décidés selon le principe de précaution maximale qui permet de protéger les personnes dont la santé est la plus fragile, portent sur plusieurs paramètres fixés avec l'aide de l'OMS. (Badjadj N, 2017).

I.2.1. Caractéristiques physiques

Correspondent aux caractéristiques de l'eau telles que le pH, la température et la conductivité. Ils concernent donc tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau.

I.2.1.1. Conductivité électrique

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique qui conduit peu. Cette méthode sert à déterminer la conductivité et la salinité dans les eaux et les solides (l'OMS., 1984 in Québec, 2015) les eaux sont classées selon leur conductivité électrique dans le tableau 01.

Tableau 01 : Qualité de l'eau selon la conductivité (OMS, 1984).

Qualité de l'eau	La conductivité
excellente	50 à 400 μ S/cm
bonne	400 à 750 μ S/cm
moyenne	750 à 1500 μ S/cm
minéralisation élevée	>1500 μ S/cm

I.2.1.2. Potentiel hydrogène (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).

I.2.1.3. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et du mélange éventuel, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques et du point de vue industriel pour les calculs d'échanges thermiques. D'une façon générale, la température des eaux superficielle thermiques. Est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde. (Rodier J, 2005).

I.2.2. Caractéristique chimiques

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux.

I.2.2.1. Alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonate et hydroxydes. Indépendamment des difficultés qu'il peut y avoir pour l'opérateur à apprécier le virage de l'indicateur, l'emploi de la méthode titrimétrique doit être évité en présence de substances telles que les acides humiques, les phosphates, les citrates, les tartrates, etc. qui, tamponnant les ions hydrogène dans les zones de pH 4,5 et 8,3 retardent le virage. La méthode potentiométrique est recommandée dans le cas d'eaux troubles et colorées, et en présence de matières en suspension. (Rodier J, 2005).

I.2.2.2. Dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO_3 . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (voir plus loin la définition). Dans l'eau sont déterminés :

➤ la dureté totale ou titre hydrotimétrique TH qui est la somme des concentrations calcique et magnésienne ;

➤ la dureté calcique qui correspond à la teneur globale en sels de calcium ;

➤ la dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium.

(Rodier J, 2005).

I.2.3. Caractéristique organoleptique

Sont liés à la couleur, à la saveur et à l'odeur de l'eau. En résumé, afin d'obtenir une qualité organoleptique, l'eau doit être agréable à boire, claire, fraîche et sans odeur. C'est d'ailleurs principalement pour ces aspects que le consommateur apprécie la qualité d'une eau. Néanmoins, il faut tout de même noter que ce sont des paramètres de confort. En effet, ces critères n'ont pas de valeur sanitaire directe. Une eau peut être trouble, colorée ou avoir une odeur spécifique et néanmoins être consommable.

I.2.3.1. Saveur et odeur

➤ Saveur

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. La saveur peut être définie comme : L'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances soluble des bourgeons gustatifs, La qualité de cette sensation particulière provoquée par ces substances le « seuil d'apparition de goût » correspond, pour un dégustateur donné, à la limite de perception de ce goût, la dilution précédente (plus diluée) n'ayant pas de goût particulier. Si ce seuil est atteint pour V_1 ml d'eau testée + V_2 ml d'eau de référence, le seuil d'apparition de goût est par convention : $S = V_1 + V_2 / V_1$ (Rodier J, 2005).

➤ Odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de Pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en Général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyses ordinaires (Rodier J, 2005).

I.2.3.2. Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier, J 2005).

I.2.4. Normes de la qualité des eaux de consommations

Une eau de consommation ne doit pas contenir de germes des maladies à transport hydrique, de substances toxiques ni de quantité excessive de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs, être limpide, incolore et ne posséder aucun goût ou odeur désagréable.

Tableau 02 : Qualité physico-chimique de l'eau de boisson (Directive de l'OMS, 2002).

Eléments	Valeurs indicatives en mg/l
Cuivre.....	1 mg/l
Cyanure.....	0,07 mg/l
Fluorures.....	1,5 mg/l
Manganèse.....	0,1 mg/l
Mercure.....	0,001 mg/l
Nitrate	50 mg/l
Nitrites	3 mg/l
Ammoniac.....	15 mg/l
Plomb.....	0,01 mg/l
Chlore.....	5 mg/l
Couleur.....	15 UCV (unité de couleur vraie)
Turbidité.....	5 UTN (unité de turbidité néphélogéométrie)
Aluminium.....	0,2 mg/l
Chlorure.....	250 mg/l
Dureté.....	-
Fer.....	0,3 mg/l
pH.....	6,5 – 8,5
Sodium.....	200 mg/l
Sulfate.....	250 mg/l
Solides totaux en solution.....	1000 mg/l
Zinc.....	3mg/l

En outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice

d'une contamination ainsi que toute substance toxique. Nous référons aux normes de l'OMS dans le tableau 03 qui suit (Kassim Coulibaly, 2005).

Tableau 0 3 : Qualité bactériologique de l'eau de boisson (Directive de l'OMS, 2002).

Organismes	Les valeurs indicatives	Remarque
A-/ Toutes les eaux destinées à la consommation : E. Coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes	0 0	Non détectables dans un échantillon de 100 ml
B-/ Eaux traitées à l'entrée du réseau de distribution : E. Coli ou bactéries coliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml
C-/ Eaux traitées dans le réseau de distribution : E. Coli ou bactériescoliformes Thermotolérantes Coliformes totaux	0 0 10	Non détectables dans un échantillon de 100 ml Non détectables dans un échantillon de 100 ml Dans les installations importantes lorsqu'un nombre suffisant d'échantillons sont examinés, on ne doit pas trouver de coliformes dans 95 % des échantillons prélevés sur une période de 12 mois trouver de coliformes dans 95 % des échantillons prélevés sur une période de 12 mois

Chapitre II

Processus de traitement des eaux brutes

Chapitre II : Processus de production de l'eau potable

II.1. Chaîne élémentaire de production d'eau potable

C'est l'ensemble des ouvrages qui permettent de traiter (rendre potable) une eau naturelle qui vient d'être captée. Le traitement peut être très simple, par exemple pour le cas d'une eau de profondeur; ou éventuellement complexe, et c'est le cas d'une eau de surface (cours de traitement des eaux potables).

Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être régulièrement analysée car il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa composition et, si nécessaire, de le moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants.

Dans cette section, nous parlerons plus spécialement de traitement des eaux de surface, mais il est certain que certaines eaux souterraines doivent également être traitées. Suivant les circonstances, ces deux types de traitement sont semblables ou différents, mais de toute façon ils présentent des points communs.

Le principal objectif d'une station de production d'eau potable est de fournir un produit qui satisfait à un ensemble de normes de qualité à un prix raisonnable pour le consommateur.

Le traitement classique et complet d'une eau brute à rendre potable s'effectue en plusieurs étapes (Figure 6) (Badjadj N, 2017).

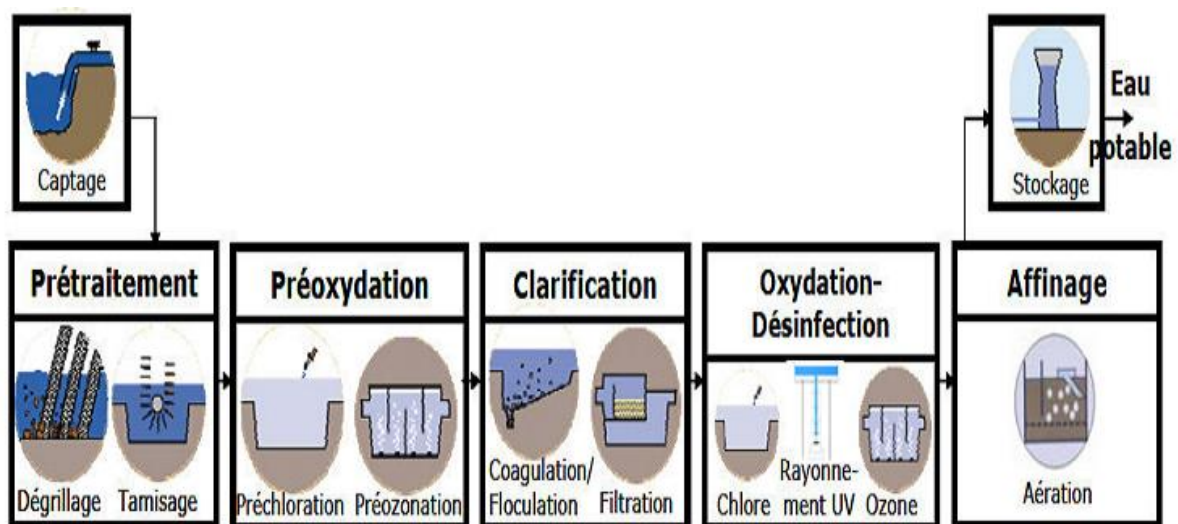


Figure 06 : Schéma des étapes de potabilisation de l'eau (Badjadj N, 2017).

II.1.1. Prétraitement

Une eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, on effectue des prétraitements de l'eau de surface. Dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement de deux types :

➤ Le dégrillage : premier poste de traitement, permet de protéger les ouvrages avals de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement. Ceci permet également de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou en compliquer l'exécution. Le dégrillage est avant tout destiné à l'élimination de gros objets : morceaux de bois, ...etc. (Badjadj N, 2017).

➤ Le tamisage : quant à lui, permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage. Il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique par exemple (Badjadj N, 2017).

II.1.2. La préoxydation

Est un procédé chimique qui utilise le chlore (ou l'hypochlorite de sodium), l'ozone, le dioxyde de chlore ou le permanganate de potassium. Cette étape va s'insérer dans une filière, en la plaçant en aval des prétraitements physiques et en amont des traitements classiques. (Badjadj N, 2017).

L'intérêt de la préoxydation est de permettre une meilleure élimination de certaines substances lors des étapes qui la suivent. Particulièrement :

- Augmentation de l'efficacité de la coagulation/floculation ;
- Réduction des matières organiques et de l'azote ammoniacal ;
- Oxydation de certains métaux (précipitation améliorée) ;
- Amélioration du traitement de certains composés (pesticides, solvants chlorés) ;
- éviter le foisonnement des algues ;
- Réduction des goûts et des odeurs ;
- Ré-oxygénation de l'eau (Badjadj N, 2017).

II.1.3. Clarification

La clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension MES (minérales et organiques) d'une eau brute ainsi que des matières organiques dissoutes. La clarification comprend les opérations suivantes :

- Coagulation et Flocculation
- Décantation et Flottation (Badjadj N, 2017).

+ Filtration

La coagulation et la flocculation sont l'une des étapes les plus importantes dans le traitement des eaux de surface. C'est les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre. La flocculation rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et/ou filtration.

+ La décantation et la flottation

Sont des procédés physiques intervenant après la coagulation-flocculation. L'eau coagulée et flocculée entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences. Les flocs se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée en surface. A l'inverse, la flottation consiste à favoriser la clarification par entraînement des particules en surface, grâce à la génération de bulles d'air, qui s'accrochent aux matières en suspension et aux flocs. Les flottants sont récupérés en surface par bras racleur (Badjadj N, 2017).

+ La filtration

Est un procédé physique disposé généralement après la décantation ou la flottation (notamment dans le cas des eaux de surface). Ce procédé peut être toutefois situé directement après une coagulation (cas des eaux souterraines karstiques) ou après une pré-oxydation (cas des eaux souterraines contenant du fer, du manganèse ou de l'arsenic). Il permet de retenir les matières en suspension qui n'ont pas été piégées lors des étapes précédentes ou qui ont été formées lors de la pré-oxydation. Elle est réalisée sur matériaux classiques (sable) ou sur membranes (cas des eaux souterraines karstiques). La plus répandue est la filtration sur lit de sable (lit filtrant). La difficulté principale est de déterminer la quantité optimale de réactif à injecter en fonction des caractéristiques de l'eau brute. Un mauvais contrôle de ce procédé peut entraîner une augmentation importante des coûts de fonctionnement et le non-respect des objectifs de qualité en sortie (Badjadj N, 2017).

II.1.4. Oxydation-Désinfection

+ L'oxydation

Est une opération essentielle à tout traitement des eaux. Elle est toujours incluse en fin de filière au niveau de la désinfection. A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension. Celles-ci n'ont en elles-mêmes rien de dangereux. Il nous arrive souvent de consommer de l'eau en contenant : le thé, le café, le vin ou le lait qui sont chargés en matières organiques, mais qui s'oxydent spontanément en présence d'air. On va les détruire dans la mesure du possible par une oxydation (Badjadj N, 2017).

+ La désinfection

Est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau. Il peut cependant subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation. Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée. Les quatre principaux désinfectants utilisés en production d'eau potable sont les suivants :

- ❖ Le chlore ;
- ❖ Le dioxyde de chlore ;
- ❖ L'ozone ;
- ❖ Le rayonnement UV.

La concentration en oxydant est pratiquement le seul paramètre sur lequel l'opérateur peut intervenir. Il faut retenir que l'efficacité de la désinfection dépend, en partie, du suivi de la concentration en oxydant. L'évolution de la concentration en oxydant est liée à la demande en oxydant de l'eau. Cette demande dépend de la qualité de l'eau, du pH, des températures (différentes entre été et hiver), des matières organiques, et de la concentration en ammoniacale. Ce type de traitement est principalement appliqué aux eaux de surface. Dans le cadre d'eau souterraine et d'une distribution en milieu rural isolé, le traitement est moins complexe ; celui-ci correspond en général en une étape de neutralisation (filtration sur un produit alcalino-terreux) suivi d'une désinfection au chlore. Cependant, d'autres processus de traitement existent plus spécifiques de certains paramètres : Fer (Déferrisation/Filtration sur sables/Désinfection), Nitrates (Résine/Désinfection), Dureté (Résine/Désinfection), Arsenic (Résine/Désinfection) (Badjadj N, 2017).

II.1.5. Affinage

Les traitements d'affinage de l'eau font intervenir des procédés d'ozonation, de filtration sur charbon actif ou de filtration sur membranes (ultrafiltration). L'affinage a pour effet l'oxydation et la biodégradation des matières organiques et l'élimination ou l'absorption de certains micropolluants. En outre, il améliore les qualités organoleptiques de l'eau (saveur, odeur, limpidité). Outre son grand pouvoir désinfectant (élimination des virus et des spores bactériennes), permet l'oxydation de certains micropolluants organiques (pesticides, composés aromatiques ...) et transforme les matières organiques naturelles (qui sont ensuite éliminées par le charbon actif biologique) en augmentant leur biodégradabilité (Badjadj N, 2017).

❖ Le charbon actif

Est un matériau poreux qui possède une très grande surface spécifique qui permet l'adsorption et la dégradation par voie microbiologique des matières organiques naturelles et des micropolluants organiques (notamment pesticides). L'utilisation de membranes présentant un seuil de coupure très faible (ultrafiltration) commence à être pratiquée en traitement d'affinage. Elles permettent de retenir des molécules de taille importante (ultrafiltration) à petite (ultrafiltration couplée à une injection de charbon actif en poudre), comme les pesticides (Badjadj N, 2017).

II.2. Coagulation et floculation

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence de particules de très faible diamètre : les colloïdes. Leur élimination ne peut se baser sur la simple décantation. En effet, leur vitesse de sédimentation est extrêmement faible. Le temps nécessaire pour parcourir 1 m en chute libre peut être de plusieurs années. La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatique de répulsion pour permettre leur rencontre. La floculation rend compte de leur agglomération en agrégats éliminés par décantation et/ou filtration (Cardot C, 1999).

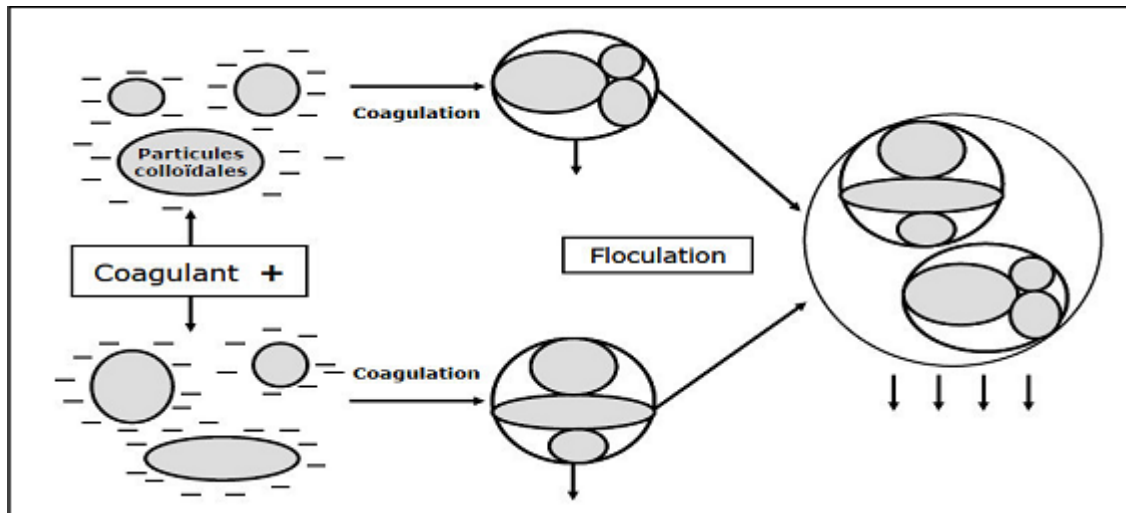


Figure 07 : Schéma de la Coagulation-Floculation (Badjadj N, 2017).

II.2.1. Les particules mises en jeu

❖ **Les colloïdes** : Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois états suivants :

- état de suspension qui regroupe les plus grosses particules.
- état colloïdal.
- état dissous des sels minéraux et des molécules organiques.

Cette classification résulte de la taille des particules. Les colloïdes présentent un diamètre compris entre $1\mu\text{m}$ et 1nm . Ils possèdent deux autres caractéristiques très importantes. Leur rapport surface/volume leur confère des propriétés d'adsorption des ions présents dans l'eau. ces charges, ce phénomène explique en partie l'existence de charges électriques à leur surface. Ces charges, souvent négatives, engendrent des forces de répulsion inter colloïdales. Celles-ci permettent d'expliquer la grande stabilité de ces particules mises en solution. Leur densité, qui peut atteindre 2,5 ne modifie pas la valeur de leur vitesse de décantation.

L'origine des colloïdes est très diverse. On peut citer l'érosion des sols, la dissolution des substances minérales, la décomposition des matières organiques, le déversement des eaux résiduaires urbaines est industrielles ainsi que les déchets agricoles (Cardot C, 1999).

II.2.2. Les types de colloïdes

Les macromolécules organiques (protéines, sucres) constituent les particules hydrophiles. Elles présentent des groupements électronégatifs de type R-NH_2 , R-OH ,

R-OH, R-COOH ces radicaux créent des liaisons hydrogènes avec les molécules d'eau. Ces liaisons sont essentiellement de nature électrostatique entre les atomes d'hydrogène de charge positive partielle des molécules d'eau et les éléments électronégatifs (N, O) portant une charge négative due au doublet d'électrons libres. L'énergie unitaire mise en jeu est de l'ordre de quelques Kcal.moles⁻¹, soit 10 fois l'énergie des forces d'attraction de VAN DER WAALS.

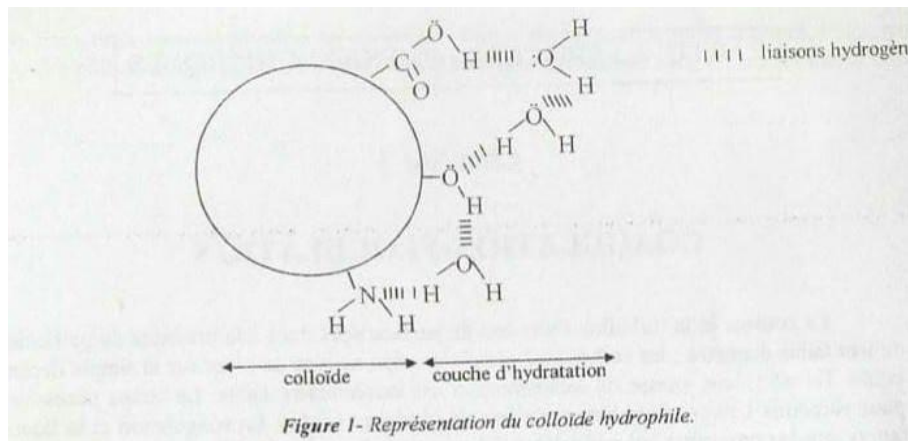


Figure 08 : Représentation du colloïde hydrophile (Cardot C, 1999).

Cette couche d'hydratation s'oppose au rapprochement des particules colloïdales et constitue un facteur de stabilisation. Il est à noter que les colloïdes de nature hydrophile sont responsables de la coloration des eaux. Les colloïdes hydrophobes sont en général de nature minérale. Ils n'ont aucune affinité pour les molécules d'eau. La formation d'une couche d'hydratation est impossible. Leur surface présente des charges négatives qui engendrent une répulsion mutuelle empêchant toute agglomération. Ce type de particules est en partie responsable de la turbidité. Peu de colloïdes sont exclusivement hydrophiles ou hydrophobes. Il s'agit en fait d'un degré d'hydratation plus ou moins important autorisé par la présence de groupements fonctionnels de type hydrophile (Cardot C, 1999).

II.2.3. Structure des colloïdes

Dans une eau de surface, les colloïdes portent des charges électriques négatives situées à leur surface. L'ensemble constitue la charge primaire de la particule qui a pour origine l'ionisation de groupements chimiques tels que OH, COOH et NH₂ et l'adsorption d'anions présents dans l'eau. Ces charges négatives attirent les ions positifs en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés au colloïde et forment la couche liée ou de STERN.

Cette couronne accompagne la particule lors de ces déplacements dans l'élément liquide. La couche de STERN attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité

de cation. Cette nouvelle formation comporte une alternance d'anions et de cations. C'est la couche diffuse ou couche de GOUY. Il y a donc formation d'une double couche ionique, présente au niveau de tout colloïde.

Il se crée entre ces deux couche un potentiel électrostatique ou de NERNST qui est fonction de la température. Ce potentiel s'exprime en fonction de la quantité de charges positives et négatives présentes au niveau de la double couche. La figure 9 donne l'allure de la variation de ce potentiel à partir de la surface vers la périphérie (Cardot C, 1999).

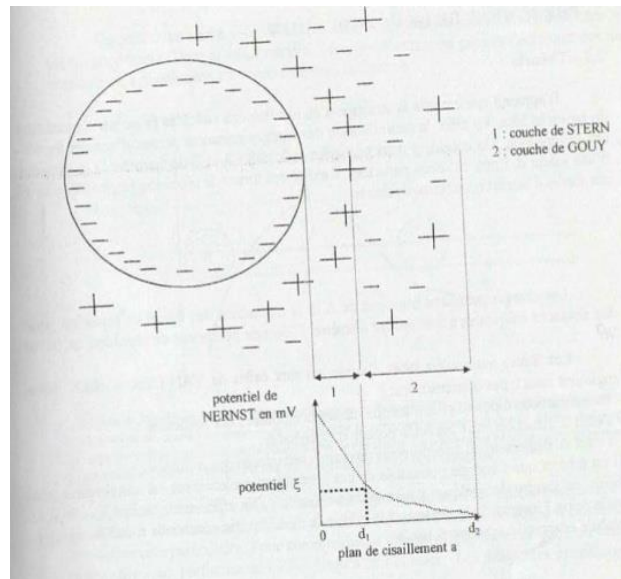


Figure 09 : Distribution ionique autour d'un colloïde. (Cardot C, 1999).

La couche liée est définie entre la surface de la particule et la distance d_1 . Le potentiel électrostatique décroît linéairement, car les cations constitutifs sont empilés uniformément. La couche diffuse s'inscrit entre les points d_1 et d_2 . Sa répartition ionique n'étant pas figée car issue d'un mélange aléatoire de cations et d'anions, le potentiel électrostatique décroît d'une manière non linéaire.

La limite entre la couche de STERN et celle de GOUY, définit le plan d_z cisaillement a , localisé à la distance d_1 de la surface du colloïde. Il caractérise le plan entre la partie de la solution solidaire de colloïde (couche liée) et celle se déplaçant indépendamment ou avec un certain retard. La valeur du potentiel électrostatique au niveau de a , est le potentiel zêta noté ξ .

Il caractérise le signe de la charge primaire. Les colloïdes étant chargés négativement, ce potentiel est négatif. Les particules de potentiel zêta négatif se repoussent très fortement inhibant toute agglomération. Elles peuvent rester très longtemps en suspension quelque soit leur densité la valeur ξ est de -30 à -35 mV dans les eaux naturelles (Cardot C, 1999).

II.2.4. La floculation

❖ Théorie

Après avoir été déstabilisées par le coagulant, les particules colloïdales s'agglomèrent lorsqu'elles entrent en contact. C'est la floculation le floc ainsi formé, peut décanter, flotter ou filtrer (coagulation sur filtre), suivant le procédé de rétention le plus adapté choisi.

L'expression de SMOLUCHWSKI permet de comprendre ce phénomène. La formulation est la suivant : $LN = N/NO = -4/\pi \cdot \alpha \cdot \Omega Gt$

- ✚ N et NO sont les nombres de particules colloïdales libres à l'instant t et t0.
- ✚ α représente le facteur de fréquence de collision efficace.
- ✚ Ω est le volume de particules par volume de suspension.
- ✚ G est le gradient de vitesse.
- ✚ t est le temps de contact.

Si le paramètre α égal 1, un choc inter particulaire donne une agglomération donc une floculation. L'élément Ω est constant, sauf intervention extérieure, car il n'y a ni création ni disparition de matière. Le gradient de vitesse G n'est qu'une valeur moyenne des vitesses spécifiques des particules dans la solution. La floculation de qualité si le rapport

$Ln.N/NO$ est petit. Dans ce cas, N est inférieur à N0. Il y a moins de particules libres au temps t qu'au temps t0. Toute augmentation de paramétré énoncés entraine une diminution ce rapport.

La stratégie pour une bonne floculation se résume en une augmentation des facteurs temps de contact t, du volume des particules Ω et du gradient de vitesse G. l'importance relative de chacun de ces paramètres est, en première attention, la même. On comprend alors l'importance de l'agitation qui augmente le facteur G lors de la floculation. Toute injection de particules supplémentaire de type micro sable ou toute traversée de lit de boue par les colloïdes déstabilisée, augmente considérablement Ω . Le rapport $Ln.N/NO$ diminue en raison du signe moins. Le nombre de particules libres N à l'instant est donc inférieur à N0. La floculation est alors de qualité.

Toutes les techniques de floculation appliquent l'un et/ou l'autre de ces principes. On distingue la floculation péri cinétique due à l'agitation désordonné des particules et la floculation ortho cinétique provoquée par les mouvements de l'eau. Cette floculation est grande partie du phénomène de floculation (Cardot C, 1999).

❖ Nature des flocculants

Les flocculants sont des composés agissant pontage. Il s'agit de polymères à haut poids moléculaire présentant des groupes réactionnels de charge inverse de celle de la suspension à traiter. On distingue des flocculants naturels et synthétiques.

Les polymères synthétiques se répertorient en poly anions, non ioniques et amphotères de type polyacrylamide ou polyacrylate. Toutes ces molécules se définissent par leur poids moléculaire (PM). Un PM élevé est caractéristique de polymère à longue chaîne. Les polymères chargés, ou poly électrolytes, se définissent également par leur densité de charge (DC). De nombreuses charges électriques neutralisantes procurent une forte DC.

On distingue comme flocculants naturels, ceux de nature organique comme l'alginate ou aqualgine extraits des algues la plus utilisée pour la production d'alginate.

Les flocculants synthétiques sont très nombreux. On peut obtenir des fabricants la formule que l'on désire. Il se regroupement en trois grandes catégories.

Leur poids moléculaire est compris entre 10^5 à $20 \cdot 10^6$ daltons. Leurs chaînes polymérisées de longueur maximale 40 μm , peuvent être linéaires, spiralées en zigzag ou un branchées. Ces polymères peuvent être préparés sur mesure : toutes les valeurs de PM et de DC sont possibles. Les produits agréés pour l'utilisation en eau potable doivent contenir moins de 500 ppm d'acrylamide libre (Cardot C, 1999).

❖ processus de la floculation

Les poly anioniques agissent par pontage en association avec les cations bivalents du milieu tels que les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . Dans ce cas, le titre hydrotimétrique de l'eau essentielle. On ne l'ajoute enfin qu'en fin de floculation lorsque les micros floccs sont formés.

Les poly cationiques agissent directement par leurs charges positives. Elles neutralisent les charges primaires des colloïdes qui ont échappé au coagulant. Il faut les ajouter juste après la phase d'agitation rapide (coagulation).

On considère que l'adsorption de la chaîne de polymère sur la surface du colloïde est solide quand au moins 50% de cette surface est occupée par 70% de la longueur des molécules de flocculant. Les 30% restants forment des boucles et des queues qui réalisent le pontage inter colloïdes. Pour respecter cette condition, la chaîne de polymère doit présenter un PM élevé et une DCO faible. Dans le cas contraire, les molécules de flocculants sont trop

courtes et trop riches en charges. En conséquence, 100% du polymère s'adsorbe à plat sans boucles ni queues. Le pontage inter colloïdes est impossible.

L'action des alginates a été particulièrement étudiée. Ils établissent des ponts avec les colloïdes déstabilisés grâce à leurs acides α -L-guluroniques et β -D-mannuroniques. L'effet de pontage est renforcé par les ions Ca^{2+} qui permettent la formation d'un réseau maillé.

On appelle traitement primaire physico-chimique la mise en œuvre de coagulant dans le traitement des eaux usées. La demande chimique en oxygène (DCO) d'une eau résiduaire se répartit dans les proportions de 1/3 de MES décantables, de 1/3 de colloïdes et 1/3 de composés solubles. L'addition d'un coagulant provoque un transfert de la population granulométrique. Les colloïdes de taille comprise entre 1nm et 1 μm flocculent pour donner des particules dont le diamètre entre dans la fourchette 1 μm -1mm. leur vitesse limite de sédimentation frôle alors 30 m.h^{-1} . leur décantation ne pose plus de problèmes.

L'évolution de la répartition relative l'efficacité du traitement. L'eau brute présente une valeur en DCO de 350 g.m^{-3} avec la répartition précédente. Une décantation primaire élimine une grande partie de MES. Les composés solubles et colloïdaux voient leur proportion augmenter. Seul un traitement physico-chimique alliant coagulation-décantation, élimine la fraction colloïdale. La DCO de l'eau décantée est réduite de 70% pour atteindre 100 g.m^{-3} (Cardot C, 1999).

II.2.5. Décantation flottation

Ces procédés sont des méthodes de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc, après l'étape de coagulation floculation. Si la densité de ces floccs est supérieure à celle de l'eau, il y a décantation. L'eau clarifiée située près de la surface est dirigée vers les filtres à sable. Dans le cas de particules de densité inférieure à celle de l'eau, le procédé de flottation est à appliquer (Cardot C, 1999).

II.3. Filtration

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 usées de la floculation. La rétention de ces particules se déroule à surface des grains grâce à des forces physiques. La plus ou moins grande facilité de fixation dépend étroitement des conditions d'exploitation du filtre et du type de matériau utilisé. L'espace inter granulaire définit la capacité de rétention du filtre. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le

filtre se colmate. Les pertes de charge augmentent fortement. Il faut alors déclencher le rétro lavage. Une biomasse se développe sur le matériau filtrant. Elle peut efficacement réduire le taux d'ammonium de l'eau brute par nitrification. La filtration permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur et de la turbidité (Cardot C, 1999).

II.4. Désinfection

Il est souvent nécessaire d'obtenir des eaux sinon stériles du moins non dangereuses quant à leur composition biologique. En effet, des germes pathogènes peuvent être véhiculés par l'eau (virus, bactérie, ...) et transmettre ainsi de dangereuses maladies (choléra, typhoïdes).

Ces germes pathogènes sont difficiles à rechercher. Outre cette difficulté, la révélation de leur présence n'a qu'un intérêt secondaire puisque le renseignement arrive trop tardivement.

Heureusement, il existe des germes banals, peu ou pas pathogènes, rejetés en grand nombre dans les excréments. Leur présence dans une eau présuppose donc une contamination fécale de celle-ci et, par conséquent, la rend suspecte ou "non potable".

Ces germes sont appelés germes-tests : leur recherche en routine permet de "tester" une eau. Il s'agit d'*Echerischia Coli*, des *streptocoques fécaux*, des clostridium sulfito-réducteurs, etc.

Lorsque ces germes-tests sont absents, l'eau n'a pas été souillée par l'homme et il n'y a aucun risque bactériologique.

Une telle conclusion n'est pas admise quand ils sont présents, et le doute est permis ; seule exception : ils ne devront pas être décelés après une désinfection car ils traduisent alors le plus ou moins bon fonctionnement des appareils employés.

Ceux-ci utilisent généralement des oxydants (chlore-bioxyde de chlore-eau de javel-ozone) mais la capacité des infectants ne semble pas liée à capacité oxydante.

L'efficacité de la désinfection en effet dépendante de nombreux paramètres : nature et concentration du désinfectants, caractéristique de l'eau à traiter, nature des germes éliminer, les plus résistants semblent être les germes sporulés ou englués dans un mucilage.

D'après Collins et Selleck (réf.19), la loi de décroissance du nombre de germes N serait de la forme :

$$N(t)/N(0) = (b/Rt)^n$$

B est alors représentatif de la résistance du germe, t du temps de contact eau-réactif, n de la nature de désinfection et R du chlore résiduel total.

La loi de Chick un peu différente :

$$-dN/dt = Kn; N = N(0) \exp(-k t)$$

En fait, peu importe le modèle car de telles indications ne doivent pas faire oublier la variabilité potentielle des réactions où des êtres vivants sont en cause (Thomazeau R, 1981).

II.4.1. Désinfection par le chlore

II.4.1.1. Généralités

Le chlore peut être obtenu sous diverses formes (chlore gazeux, hypochlorite de sodium (eau de javel)).

La concentration en chlore résiduel, fonction de la dose introduite, décrit donc une courbe du type de celle de la figure 10.

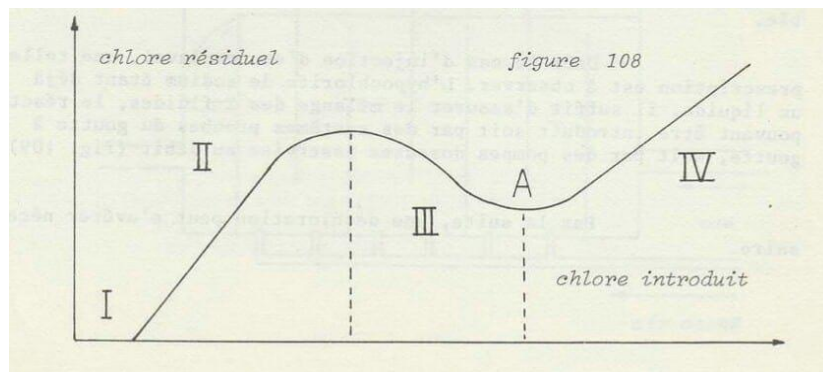
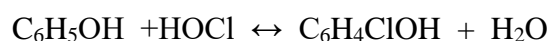


Figure 10 : Une courbe de celle (Thomazeau R, 1981).

Sur le graphe, la zone I correspond à la destruction du chlore par les composés réducteur de l'eau, la zone II, à la formation des chloramines, la zone III à la production de chlore libre. Ce chlore libre représente les formes HClO, ClO⁻ et Cl₂ (Thomazeau R, 1981).

Le point A est appelé "break-point" et joue un rôle important lors de réglage des installations. Quelques réactions secondaires ayant trait aux phénols sont également à prendre en compte car elles conduisent à la formation de chlorophénol dont le goût est très préjudiciable :



II.4.1.2. Mise en œuvre

Le chlore peut être obtenu à partir de chlore gazeux, d'hypochlorite de sodium ou d'hypochlorite de calcium.

Le chlore gazeux sec est non corrosif, mais il le devient en présence d'eau. Par ailleurs, il est plus lourd que l'air et est très dangereux : de nombreuses consignes de sécurité sont à respecter. En particulier, les locaux de stockage des bouteilles ou des réservoirs de chlore doivent être aérés, et des systèmes d'alarme sont à prévoir.

Deux types d'appareils existent :

➤ Des appareils sous pression, qui comprennent un détendeur, un dessiccateur, et une colonne de mélange eau chlore ;

➤ Des appareils en dépression, qui profitent d'une baisse de pression provoquée, par exemple, par un venturi, pour introduire le gaz.

Ces derniers sont, bien évidemment, plus sûrs puisque en marche normale, une fuite provoque non le départ du chlore mais l'arrivée de l'air (figure 11). Un temps de contact eau-chlore suffisant doit être maintenu : une valeur proche la demi-heure est souhaitable.

Dans le cas d'injection d'eau de javel, une telle prescription est à observer. L'hypochlorite de sodium étant déjà un liquide, il suffit d'assurer le mélange des 2 fluides, le réactif pouvant être introduit soit par des systèmes proches du goutte à goutte, soit par des pompes doseuses asservies au débit (figure 11) (Thomazeau R, 1981).

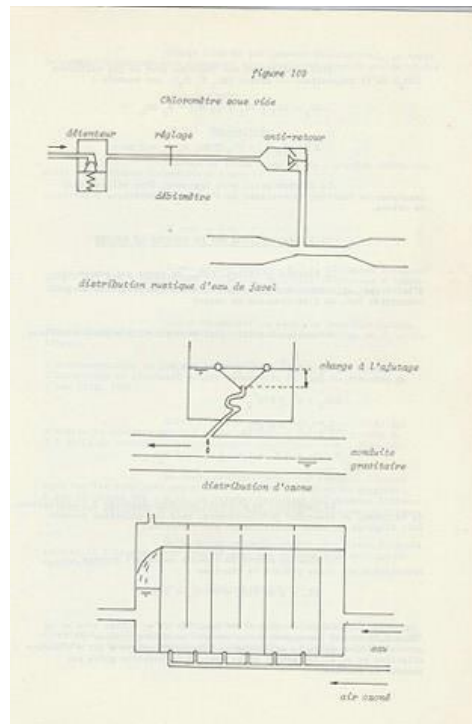
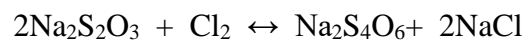
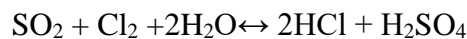


Figure 11 : Des pompes doseuses asservit au débit (Thomazeau, 1981).

Elle consiste en une réaction avec le gaz sulfureux (SO_2) ou le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), par exemple :



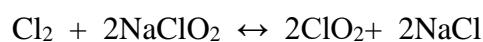
Le charbon actif peut également être utilisé pour catalyser la réaction fournissant de l'acide chlorhydrique à partir du chlore (Thomazeau R, 1981).

II.4.2. Désinfection par le bioxyde de chlore

Le bioxyde de chlore, ClO_2 , ne forme que peu ou pas d'haloforme et, détruisent les phénols, évite les problèmes de gout rencontrés lors de l'utilisation du chlore.

La formation de chlorite est donc associée à l'utilisation de ce corps, au stade des prétraitements, mais ces chlorites peuvent être éliminés au moins partiellement par ozonation.

La mise en œuvre du bioxyde de chlore suppose sa fabrication sur place grâce à la réaction :



Cette réaction n'est complète qu'en milieu très acide ($\text{pH} \leq 3,5$) ce qui correspond à des teneurs en chlore proches de la saturation (5-6 g/l). La stabilité du bioxyde de chlore n'est

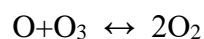
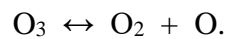
d'ailleurs effective qu'en milieu acide, et ce composé ne supporte guère par exemple la lumière.

Compte tenu de son pouvoir désinfectant, les temps de contact à assurer sont cependant plus courts que dans le cas du chlore (Thomazeau R, 1981).

II.4.3. L'zone

II.4.3.1. Généralités

L'ozone se forme à partir de l'oxygène selon une suite de réaction élémentaire type :



C'est un gaz toxique, qui se décompose lentement dans l'air sec à température ordinaire, mais très rapidement à température élevée, ou en présence d'eau, de matière organique, etc. Cette décomposition peut, en première analyse, être assimilée à une exponentielle liant la concentration en O_3 et le temps :

L'autodestruction du gaz est très forte au début, ce qui conduit à l'introduire en plusieurs points successifs le long du parcours de l'eau.

Outre l'action bactéricide et virulicide qui s'exerce en quelques minutes si le résiduel d'ozone est proche de 0,4 mg/l, de nombreux autres aspects bénéfiques sont à signaler.

Au stade prés traitement, par exemple, l'ozone agit sur les complexes organiques contenant du fer ou du manganèse, à des pH usuels ($\text{pH} \geq 6,7$). Il attaque également les doubles liaisons, et abaisse les poids moléculaire de beaucoup de molécules organiques.

Gout, odeur micropolluants sont ainsi éliminés, surtout si l'appareil est combiné avec une colonne d'adsorption au charbon actif (Thomazeau R, 1981).

II.4.3.2. Mise en œuvre

La fabrication d'ozone se fait par décharge électrique : de l'air, circulant entre les armatures de condensateurs s'ionise et devient conducteur au-dessus d'une tension seuil.

Des charges lumineuses se produisent alors à des fréquences doubles de celle du courant d'alimentation (fréquence 500-750 Hz). Ces phénomènes produisent l'ozone et de la chaleur : il faut refroidir puisque le gaz crée n'est pas stable à haute température. L'aire doit aussi être parfaitement desséchée l'ensemble conduit donc à une installation sophistiquée produisant 20-25g O_3 , l'optimum du rendement étant obtenu pour des valeurs proches de 15-17g O_3/m^3 .

Ensuite, l'zone est introduit dans l'eau, et sa solubilité est alors fonction d'une loi de Henry qu'il est usuel de représenter en introduisant un coefficient de partage, rapport de la concentration dans l'eau à la concentration dans l'air (Thomazeau R, 1981).

II.4.4. Le rayonnement UV

La désinfection de l'eau par rayonnement UV est un procédé photochimique. Les atomes et les molécules subissent des modifications photochimiques seulement lorsque les photons sont absorbés par les atomes ou molécules. En d'autre mots, si le rayonnement n'pas absorbé, il est inefficace. De plus, l'énergie des photons doit être suffisamment élevée pour produire un changement de niveau d'énergie dans les atomes des molécules absorbant. Les bactéries font montre d'une absorption maximale pour un rayonnement de 260 à 265 nm. Le nématode, les larves et les virus de la mosaïque du tabac sont plus sensibles au rayonnement de 220 nm. Finalement, quelle que soit leur origine (émission directe, réfléchie, diffuse, etc.), tous les photons absorbés sont potentiellement actifs pour la désinfection. Si plus d'un composant se trouve dans la solution pour absorber le quantum actif, l'effet peut en être amoindri par absorption compétitive (Masschelein W.J, 1992).

Deuxième Partie

Matériel & Méthodes

I. Objectifs du travail

L'objectif de notre travail consiste à évaluer la qualité des eaux brutes et distribuées du barrage Koudiat Rosfa dans wilaya de Tissemsilet par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

II. Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique

II.1.1. Limites administratives

Le barrage de Koudiat Rosfa est situé dans la wilaya de Tissemsilt, sur l'Oued Fodda environ 18km à vol d'oiseau a l'amont du barrage existant du même nom. Il est distant d'environ 250 km d'Alger dans la direction du Sud-ouest, par Khemis Meliana et Theniet-El-had.

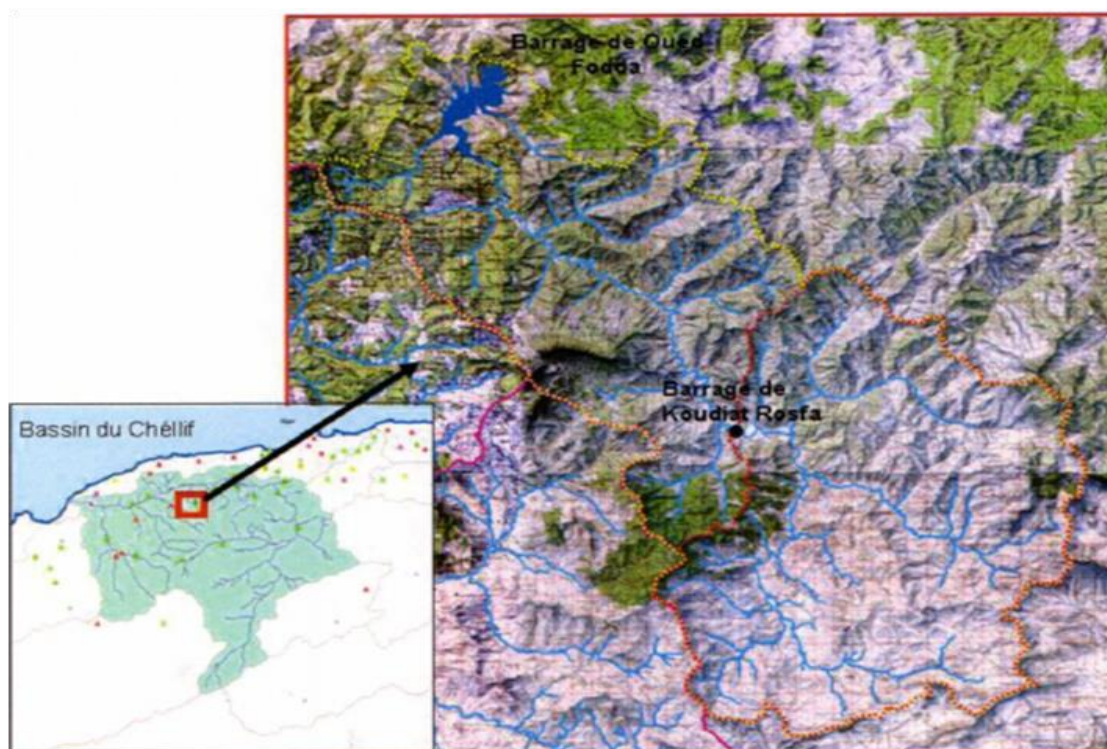


Figure 12 : Plan de situation des bassins versants des barrages de Fodda et de Koudiat Rosfa (Monographie de l'Aménagement., Mai 2005).

Le site du barrage est localise sur la carte topographique au 1150.000e d'El-Meddad aux coordonnées Lambert suivantes :

✚ X = 414,48

✚ Y = 283,05

Les coordonnées UTM sont :

✚ E = 387 350

✚ N = 3 966 900

Le barrage a pour buts :

- ✚ la récupération du volume envase du barrage Oued Fodda
- ✚ l'alimentation en eau potable de la ville de Tissemsilit (15 mm³/an),
- ✚ l'irrigation via le barrage Oued Fodda des périmètres en aval (6 mm³/an)



Figure 13 : Barrage Koudiet Rosfa (wilaya de Tissemsile) (Monographie de l'Aménagement., Mai 2005.).

II.1.2. Ressource en eau

L'Oued Fodda est un affluent de rive gauche de l'Oued Cheliff. Il coule du Nord vers le Sud et est intercepté en aval du site du barrage de Koudiet Rosfa par la cuvette du barrage Fodda. Le bassin versant à l'amont du barrage Fodda dépasse 800 km² tandis que le bassin versant relatif au barrage de Koudiet Rosfa est de 440 km².

L'altitude moyenne du bassin de Koudiet Rosfa est de 904 m, avec des extrêmes variant de 600m à 1786m. La longueur du thalweg le plus long est de 31 km et sa pente moyenne est de 25,9 %. La pente moyenne du bassin est de 11,2 %.

Les paramètres géomorphologiques du bassin sont les suivants :

- La densité de drainage est de 6,53 km/km².
- Le périmètre du bassin est de 88 km
- Le coefficient d'allongement est de 2,18.

- L'indice de compacité est de 1,17.
- La largeur moyenne est de 14,19 km.

II.1.3. Sol

Le bassin versant du barrage Oued Fodda est situé dans la région sud-ouest de l'Algérie. La structure géologique de cette région est plus ou moins complexe et comprend les formations géologiques suivantes, (classées par ordre d'âge croissant) :

- **Quaternaire**

Elles comprennent des couches argilo limoneuses brunâtres, et des galets arrondis dans une matrice sablo-limoneuse.

- **Miocène**

- **Miocène Inferieur I**

Cette série est essentiellement marneuse avec des propriétés similaires a ceux de

- ✚ Oligocène et du Crétacé.
- ✚ Oligocène
- ✚ Facies Bokhari

Cette série est épaisse, marneuse avec intercalations gréseuses et sporadiquement Calcaires, rarement détritiques de développement variable.

- **Facies Numidien**

Cette série est épaisse, argileuse a la base et gréseuse au sommet.

- **Eocène**

- **Eocène Moyen et Supérieur**

Cette série est essentiellement marneuse sillonnée par des lits de calcite fibreuses a des facies et épaisseurs variables.

- **Eocène Inferieur**

Cette série est marno-calcaire à des facies variables, dont on peut trouver du silex noir en lames minces localisées à la base des calcaires.

- **Crétacé**
- **Jurassique**

Cette formation est caractérisée par des falaises calcaires épaisses, souvent massives ; la série jurassique de l'Ouarsenis est subhorizontale et dans un état complètement renverse.

➤ Trias

Il est constitué gypse, sel, dolomies, cargneules, argiles bariolées, grès rouges... mais la stratigraphie détaillée des dépôts triasiques reste pratiquement inconnue ou du moins tirés difficile à établir.

II.1.4. Etude climatique

Base sur des données de la station climatologique Miliana de l'Office National de la météorologie (ONM, Algérie) couvrant la période entre 1975 et 1984, la température moyenne mensuelle est d'environ 15,8 °C. Les températures moyennes mensuelles varient entre 5 et 10 °C en janvier et 20 et 32,5 °C en juillet.

Base sur la même référence, l'humidité relative varie saisonnièrement de 70 à 83% dans la période de novembre à mars et de 40 à 63% d'avril à octobre. Les vents dominants varient suivant presque la même variation de l'humidité relative et soufflent dans la direction 0-NO dans la période allant du mois d'octobre au mois de mai et E-SE de juin à septembre. La vitesse maximale de vent a atteint 36 m/s enregistrée en novembre et décembre.

L'évaporation annuelle moyenne est de 1241 mm avec un minimum de 1005,5 mm et un maximum de 1454,5 mm. La répartition mensuelle d'évaporation montre un maximum de 208 mm et un minimum de 150 mm,

❖ Pluviométrie

D'après les données pluviométriques disponibles pour les stations voisinant la zone d'étude (voir tableau 4), on a considérés les années communes a toutes les stations (1969-1991).

Tableau 04 : Stations pluviométriques disponibles (Monographie de l'Aménagement., Mai 2005.).

Station	Nom	X	Y	Z	Années
012108	Fodda barrage	400.95	305.90	500	1942-1998
012306	Bordj Bou Naama	402.60	284.10	1050	1924-1991
011605	Theniet El Had	438.95	286.45	1160	1901-1998
011007	Layoune	436.50	266.80	900	1967-1998
012304	Souk El Had	395.85	272.70	550	1959-1998
011006	Tissemsilt	420.40	257.00	858	1916-1998
011903	Toutia El Hassania	430.00	294.20	220	1969-1998

II.2. Présentation du barrage

L'étude de faisabilité du barrage Koudiet Rosfa a été établie en 1989 par Hydro Projet Centre. En 1994-1995, une étude d'Avant-projet Maine a été établie par l'Entreprise Nationale des Etudes Hydrauliques (ENHYD). Dans le cadre de cette étude, deux variantes de base ont été considérées :

- ❖ La surélévation du barrage Oued Fodda,
- ❖ La réalisation en site propre du barrage Koudiet Rosfa,
- ❖ Cette série est marneuse et marno-calcaire, a environ mille mètres de puissance. Les marno-calcaires se présentent sous forme de petits banes ou d'intercalations dans la marne.

A l'issue de cette étude, la deuxième variante a été retenue et l'ANBT a décidé la construction du barrage Koudiet Rosfa dont les travaux ont été entamés en 1998 et achevés en 2004. La construction du barrage a été confiée à l'Entreprise CETIC (Chine) et les équipements hydro et électromécaniques ont été fournis par l'Entreprise INGRA (Croatie-Slovénie). Les études d'exécution et de surveillance des travaux ainsi que l'assistance technique ont été assurées par le bureau d'études Dar-AI-Handasah.

II.3. Méthodologie de travail

II.3.1. Prélèvement

Selon Rodier, (2005) le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.

Les échantillons sont pris dans des flacons en verre de 250 ml stérilisés, s'ils font objet d'une analyse bactériologique et pour l'analyse physico-chimique on utilise des flacons de 1 litre bien nettoyés. La date, l'heure de prélèvement, la température de l'eau, le pH et la conductivité sont relevés sur site.

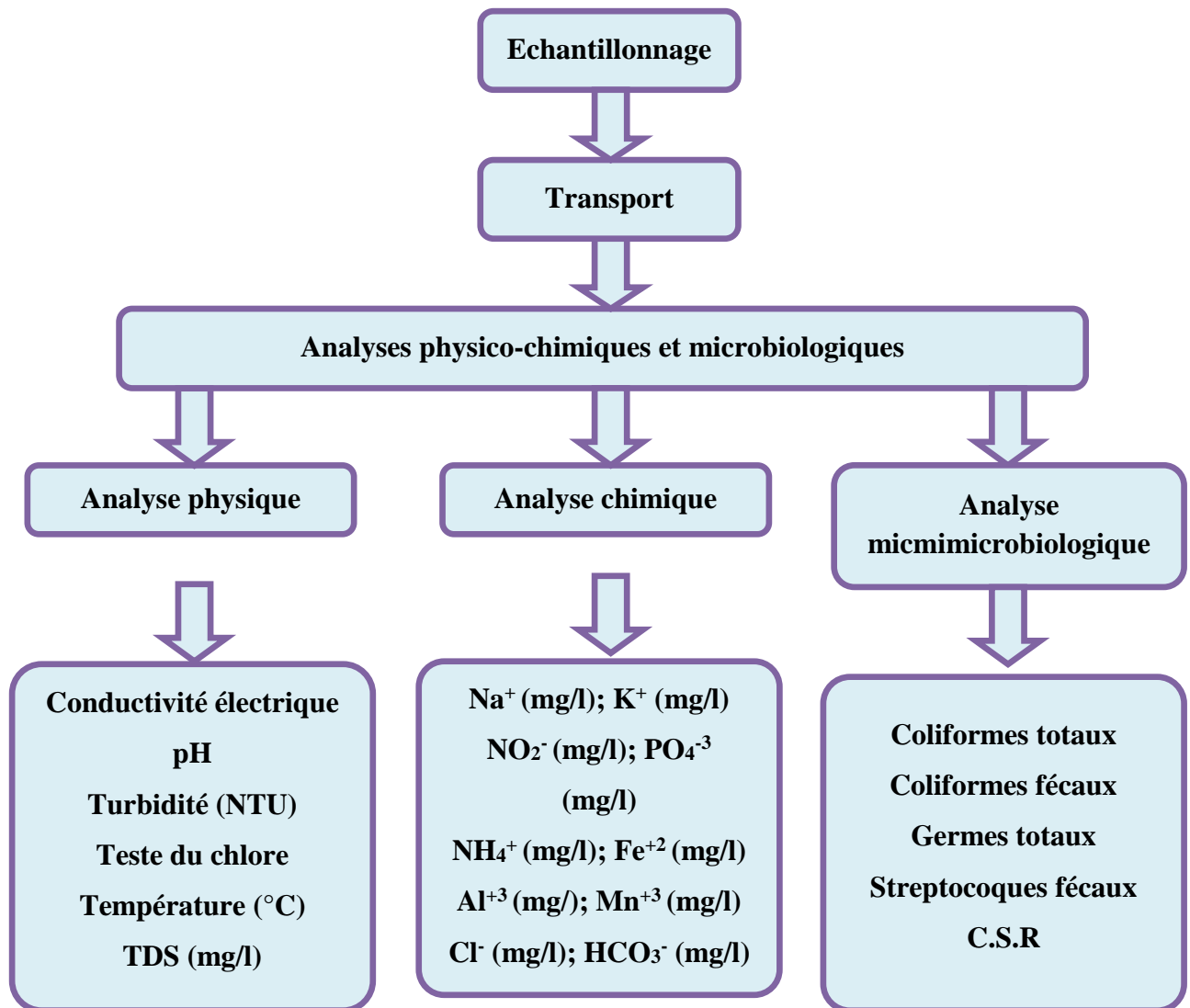


Figure 14 : Schéma du protocole expérimental.

Nous avons suivi la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau brute et distribuée à travers des analyses qui ont été effectuées au laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux) de Tissemsilt.

II.3.2. Analyses physico-chimique

II.3.2.1. Mesure de la température

La mesure de la température est à effectuer sur le terrain. Il y a lieu de déterminer la température de l'air au même endroit et au même moment.

La température de l'eau est mesurée sur site avec un thermomètre précis, gradué au 1/10^e de degré, la lecture est faite après une immersion de 10 minutes (Rodier, 2005).

II.3.2.2. Mesure du pH

➤ Mode opératoire

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode en verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre. Ce dernier doit être étalonné avant d'être utilisé.

- ✚ Allumer l'appareil.
- ✚ Rincer l'électrode en l'eau distillée.
- ✚ Immergé l'électrode qui doit être bien rincée dans la solution à mesurer.
- ✚ Appuyer le Botton de fonction du ph et relever la valeur de pH.

II.3.2.3. 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) : $1\text{S/m} = 104 \mu\text{S/cm} = 103 \text{ S/m}$. 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.

II.3.2.4. Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité est une (mesure de la limpidité relative de l'eau) qui permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Ce paramètre n'est pas une mesure directe des matières en suspension dans l'eau, mais plutôt une mesure de leur effet de diffusion sur la lumière

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

- Expression des résultats : La mesure est obtenue directement en NTU.

II.3.2.5. Détermination de taux de sels dissous (TDS)

Le TDS est utilisé comme un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans les eaux d'alimentation.

Les substances minérales dissoutes incluent :

- ✚ Le dioxyde de carbone, qui se dissout dans l'eau en donnant de l'acide carbonique, acide faible.
- ✚ Les sels de sodium.
- ✚ Les composés ferreux et ferriques provenant de minéraux, et du fer rouillé des canalisations.
- ✚ Les chlorures résultant d'entrées salines.
- ✚ Les phosphates provenant de détergents.
- ✚ Les nitrates provenant des engrais.

➤ **Mode opératoire**

- ✚ Opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée de l'eau distillée avant l'usage.
- ✚ Rincer plusieurs fois la cellule de multi-paramètre, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- ✚ Faire la mesure dans un deuxième récipient après rinçage de la cellule.

II.3.2.6. 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.

➤ **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 : NH₄⁺.
- ✚ Effectuer la lecture à 655 nm.

II.3.2.7. Dosage des nitrites (NO₂⁻)

➤ Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphthyléthylènediamine 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 NO₂⁻.
- ✚ Effectuer la lecture à 543 nm.

➤ Expression des résultats

➤ Le résultat est donné directement en mg/l.

II.3.2.8. Dosage des nitrates (NO₃⁻)

➤ Principe (Méthode au salicylate de sodium)

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

➤ Appareillage

- ✚ Etuve.
- ✚ 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.
 - + Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
 - + (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
 - + Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.
 - + Ajouter 15 ml d'eau distillée.
 - + Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre uv-visible au 415 nm.
- **Expression des résultats**

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

II.3.2.9. Détermination des phosphates (PO₄³⁻)

➤ **Principe**

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

➤ **Appareils**

- + Spectrophotomètre UV-Visible

➤ **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.

II.3.2.10. Détermination du calcium (Ca²⁺) et du magnésium (Mg²⁺)

➤ **Principe**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui donne une

couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium est utilisé comme indicateur.

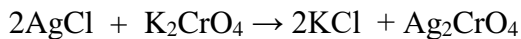
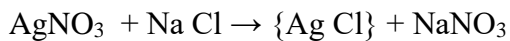
➤ **Mode opératoire**

- (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).

II.3.2.11. 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 Ag NO_3 à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

II.3.2.12. 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 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).

➤ **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.

II.3.2.11. Détermination de la matière organique

➤ **Principe**

La matière organique totale a été évaluée par la méthode de l'oxydabilité au permanganate de potassium (KMnO_4) (Rodier, 1996), en milieu acide à chaud vue sa rapidité.

Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10mn), des matières oxydables contenues dans l'échantillon.

Réduction de l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium.

L'eau est portée à ébullition en présence d'une solution de permanganate de potassium à N/80 dont l'excès est dosé après 10 minutes d'ébullition.

La différence du volume à analyser et du volume de KMnO_4 utilisé pour le titrage de l'eau distillée (témoin) va donner la teneur de KMnO_4 en $\text{mg O}_2/\text{l}$.

II.3.2.12. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux.

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc ...) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

➤ **Mode opératoire**

- ✚ Appareil Dr LANGE (JENWAY).
- ✚ Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power).
- ✚ Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- ✚ Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran.
- ✚ Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.

✚ Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à ce que la couleur devienne bleue violacée.

✚ Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".

✚ Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.

✚ Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg/l.

✚ Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE".

✚ Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).

✚ Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).

✚ Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.

✚ A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran soit stable (3 essais pour chaque échantillon).

A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

Avant de doser le sodium (Na^+) il faut toujours vérifier les valeurs de la "conductivité" car cette dernière a un rapport proportionnel à la dilution, c'est à dire plus que la conductivité est grande plus que la dilution du Na^+ est grande et vice versa. Alors pour le cas de K^+ on ne fait pas la dilution sauf que la conductivité est grande.

II.3.2.13. Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline

➤ Principe

Addition d'une solution de phénanthroline 1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

➤ Réactifs

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau bi distillée exempte de toute trace de fer.

✚ Tampon Acétate

- Acétate d'ammonium40g.
- Acide acétique cristallisable.....50ml.
- Q.S.P..... 100 ml d'eau distillée.

Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 %

- Chlorhydrate d'hydroxylamine10g.
- Q.S.P.....100 ml d'eau distillée.
- Cette solution est stable pendant une semaine.

Solution de Phénanthroline -1,10

- Dissoudre 0,42 g de Phénanthroline-1,10 monohydrate ($C_{12}H_8N_2.H_2O$) dans 100ml d'eau distillée contenant 2gouttes d'Acide chlorhydrique.
- Cette solution est stable pendant une semaine. Conserver dans un flacon teinté et au réfrigérateur.

Solution mère étalon de Fer à 1 g/l

- Solution fille étalon de fer à 0,01 g/l (à préparer extemporanément).
- Diluer au 1/100 la solution précédente.

Mode opératoire

Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine. Mélanger soigneusement. Ajouter 2ml de tampon acétate. Ajouter 2ml de la solution 1.10 de phénanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15min.Enfin passé au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

➤ Expression des résultats

Le résultat est donné en mg/l.

II.3.3. 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).

II.3.3.1. 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 incubé 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.

II.3.3.2. 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.

II.3.3.3. 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 pique 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*.

II.3.3.4. 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 chaque 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 sa fusion complète ;
- Mélanger soigneusement sans faire de bulles d'air ;
- Incuber les tubes à 37 °C pendant 24 heures ;

II.3.3.5. Numération des germes totaux

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

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.

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 $10^{-n} = 10^n$.

Troisième Partie

Résultats & Discussion

I. Analyses physico-chimiques

Les analyses effectuées sur les eaux souterraines qui alimentent le secteur urbain et la totalité des zones rurales doivent être menées d'une façon régulière pour prévenir tout risque éventuel des intoxications sur la santé. Dans le contexte actuel de la politique de gestion durable des ressources en eau, la prédiction du risque de pollution et la protection de ces ressources sont d'une importance capitale. Pour cela, la sauvegarde, à moyen et à long terme, de la qualité de ces ressources s'impose.

I.1. Température

Comme la température est un paramètre déterminant la qualité d'eau, il s'est avéré obligatoire son étude. D'après les résultats obtenus (figure 15), nous remarquons que la température des eaux étudiées varie entre 10.7°C et 10.4°C, ces valeurs sont conformes aux normes J.O.R.A (2006) et OMS (2000) des eaux de consommation qui est de 25°C.

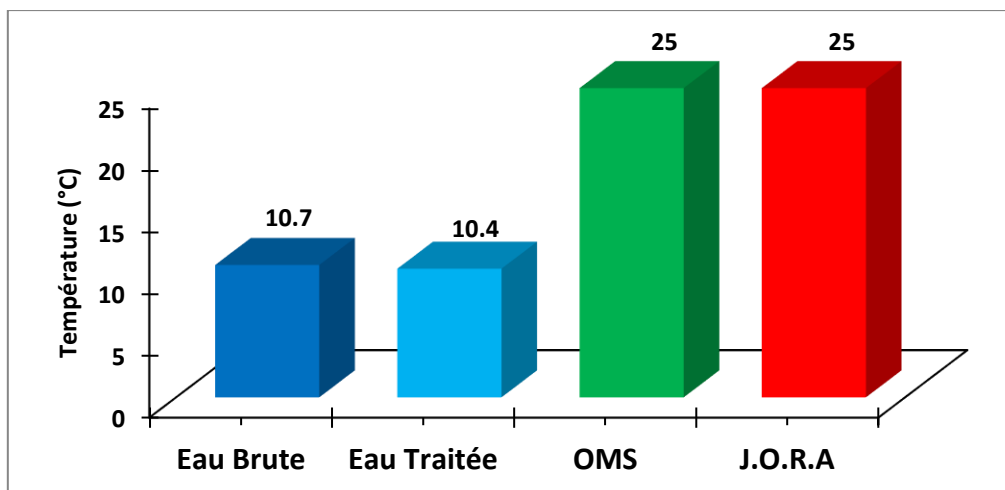


Figure 15 : Température de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

L'analyse de ce paramètre est indispensable, car il influe sur de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique.

I.2. Le pH

Dans la plupart des eaux naturelles, le pH est compris habituellement entre (6,5 et 8,5) (la norme internationale OMS (2000) et aussi les normes J.O.R.A (2006). Dans le cas du barrage Koudiet Rosfa, les valeurs du pH de l'eau étudiée et compris entre 7,84 et 7,7 (figure 16). Ces valeurs sont inférieures par rapport aux normes des eaux de consommation OMS (2000) et J.O.R.A (2006).

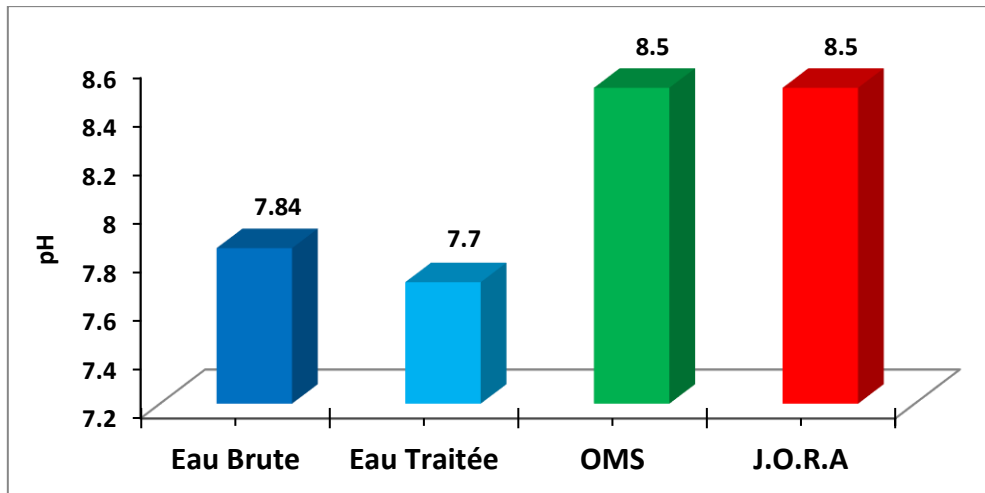


Figure 16 : pH de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

Les valeurs du pH des échantillons étudiées confirment la légère alcalinité de ces eaux et le pouvoir tampon des eaux brutes. Le traitement des eaux peut modifier sensiblement la concentration de l'ion hydrogène.

I.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique de l'eau du barrage Koudiet Rosfa est comprise entre 2100 et 2110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (figure 17), ces valeurs sont inférieures aux normes des eaux de consommation Algériennes qui est 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et supérieures aux normes des eaux de consommation OMS (2000) qui détermine une valeur maximale de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

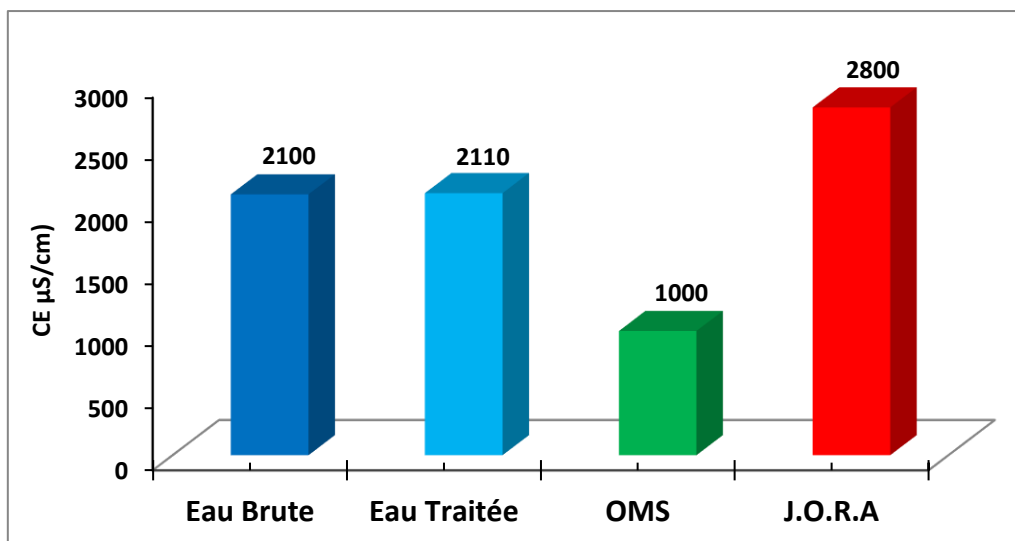


Figure 17 : La CE de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur le contenu de l'eau et sels minéraux. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité électrique (Rodier, 2009).

I.4. Taux des sels dissous

Le TDS est utilisé comme un indicateur du contenu total en composés minéraux présents dans l'eau. Selon les résultats obtenus (figure 18), les valeurs du TDS dans les eaux étudiées varient entre 1056mg/l et 1061mg/l. Ces teneurs sont supérieures aux normes des eaux de consommation d'OMS qui exige une valeur maximale de 1000mg/l.

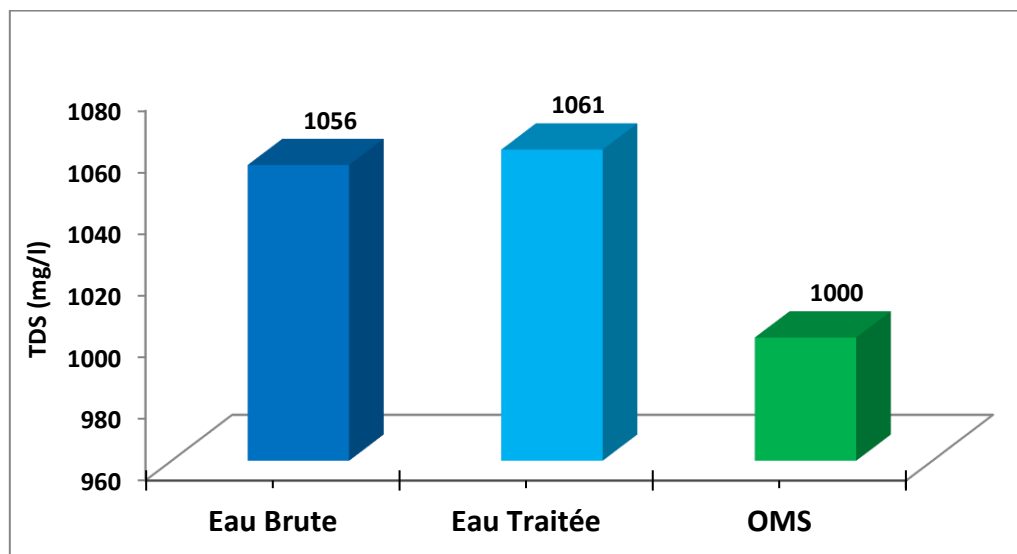


Figure 18 : TDS de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.5. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension. Les résultats obtenus (figure 19) montrent que les valeurs enregistrées par le turbidimètre sont (1.90 NTU) pour l'eau brute et (0.80 NTU) pour l'eau traitée. Les deux valeurs de la turbidité sont en dessous des normes J.O.R.A (2006) et d'OMS (2000) fixées à 5 NTU.

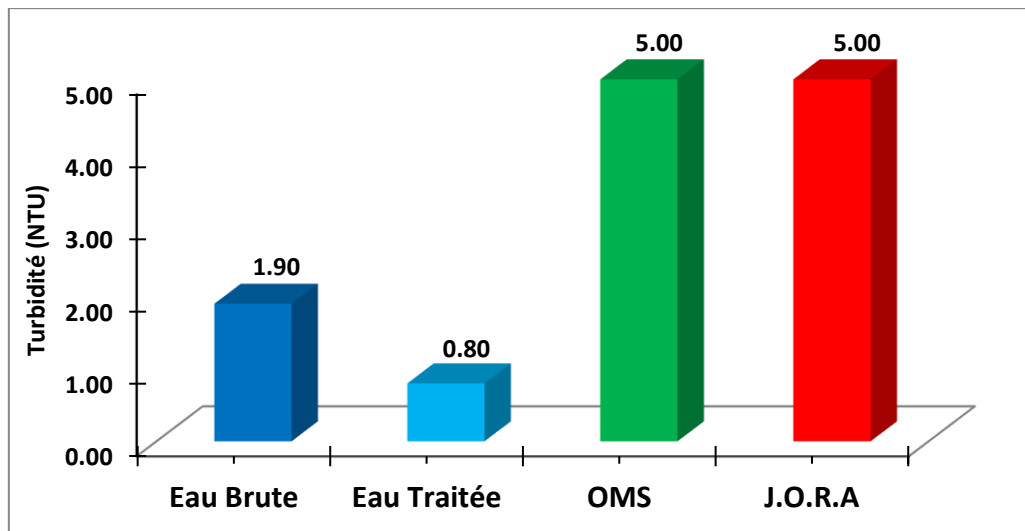


Figure 19 : Turbidité de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argile ou limon) des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau (Rodier *et al.* 2005).

I.6. Calcium (Ca^{+2}) et magnésium (Mg^{+2})

I.6.1. Le calcium (Ca^{+2})

D'après les résultats obtenus (figure 20), on remarque que la teneur de Ca^{++} pour les eaux étudiée varie de 199,59 mg/l et 198,79mg/l. ces valeurs restent inférieures aux normes fixées par l'OMS (2000) et JORA (2006) qui est 200mg/l. Selon Rodier (1996), le calcium se transforme en bicarbonates de calcium CaCO_3 , sulfates de calcium CaSO_4 , et de chlorures de calcium CaCl_2 .

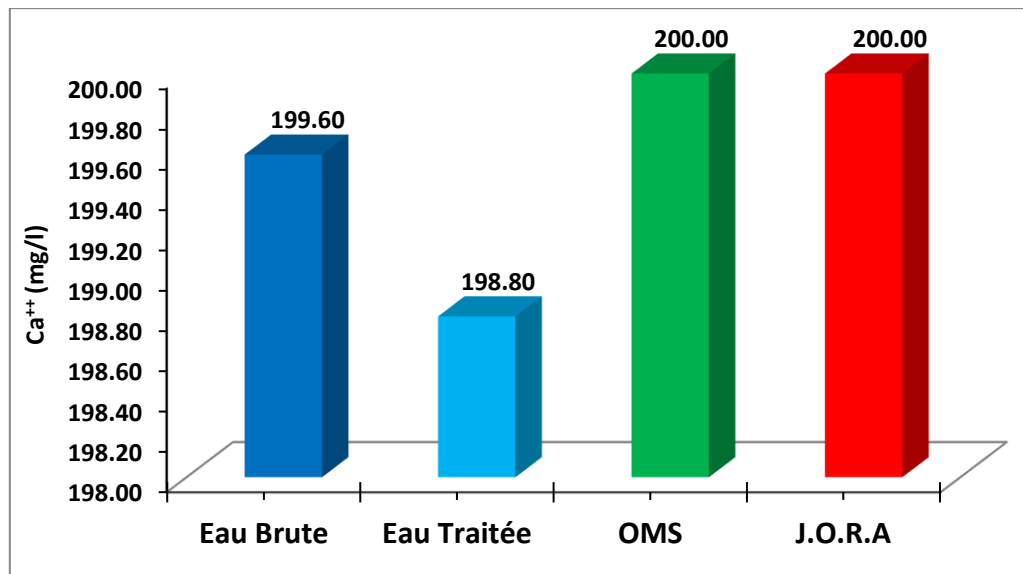


Figure 20 : Teneur en calcium dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.6.2. Le magnésium (Mg⁺²)

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (Rodier J., 2005). Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau.

Selon les résultats illustrés dans la figure 21, la valeur de la teneur en magnésium dans l'eau avant et après le traitement est 63,18 mg/l sont conformes aux normes des eaux potables fixées par l'OMS (2000) et J.O.R.A (2006) (150 mg/l).

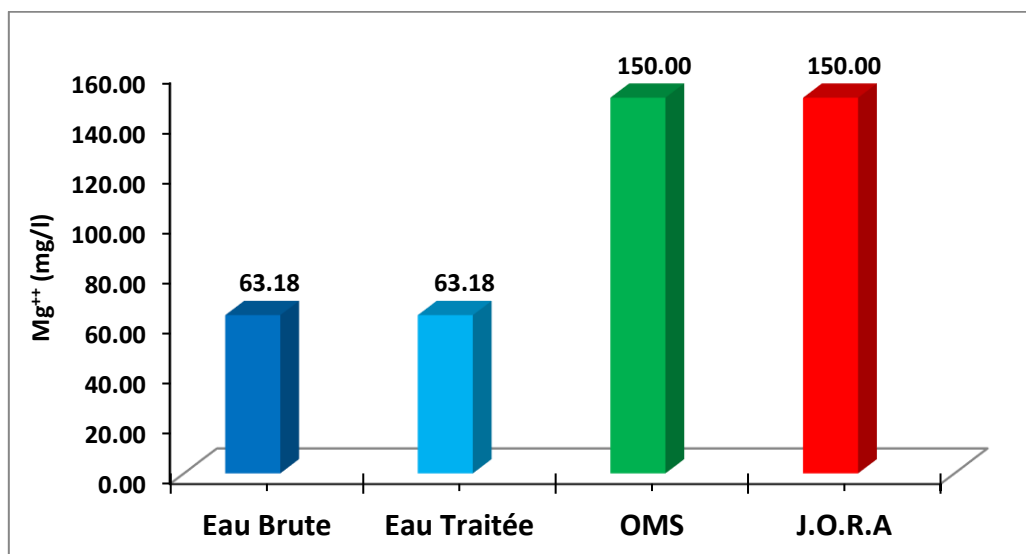


Figure 21 : Teneur en magnésium dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.7. Les chlorures (Cl⁻)

Les teneurs en chlorures (Cl⁻) trouvées dans l'eau du barrage Koudiet Rosfa sont comprises entre 191,7mg/l et 198,8mg/l (figure 22).

Les résultats obtenus montrent que la concentration en chlorures est inférieure aux normes des eaux potables décrites par l'OMS (2000) et (J.O.R.A, 2006) qui fixent une valeur maximale de 200 à 500 mg/l.

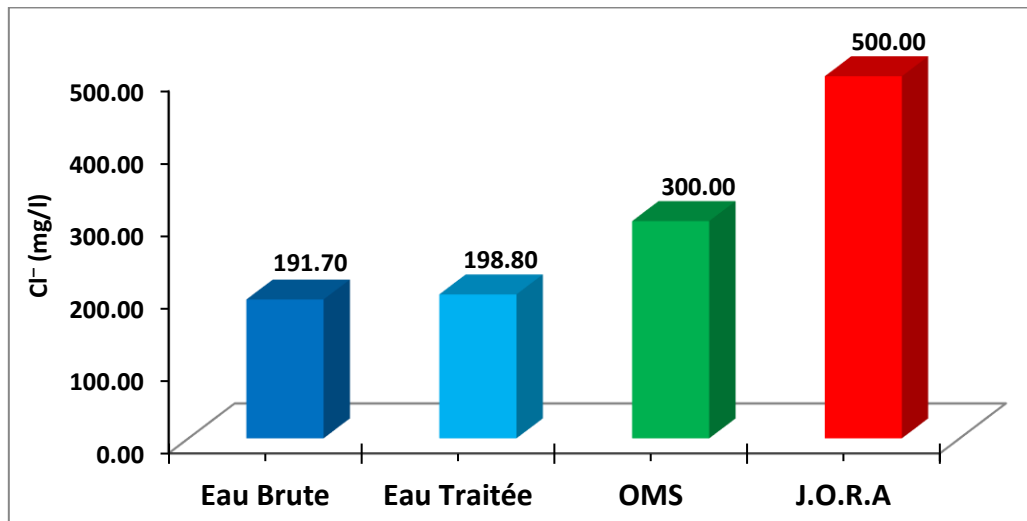


Figure 22 : Teneur en chlorures dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

Les ions chlorures sont toujours présents dans toutes les eaux à des concentrations différentes et sous forme des sels : chlorure de sodium (NaCl), chlorure de potassium (KCl) ou chlorure de calcium (CaCl₂) (Saoud, 2014).

I.8. Matière organique

La présence dans une eau souterraine de matière constitue un milieu nutritif favorable au développement des microorganismes, notamment pathogènes. La matière organique est la cause du mauvais goût, une teneur élevée de matière organique devra toujours suspecter une contamination microbienne. La décomposition de cette MO libère des matières nuisibles qui contaminent l'eau.

Les valeurs trouvées pour l'oxydabilité de la matière organique au KMnO₄ en milieu acide sont 1.76mg/l dans l'eau brute, tandis que la teneur dans l'eau après traitement est 1.12 mg/l sont conformes aux normes admises J.O.R.A (2006) et OMS (2000) (figure 23).

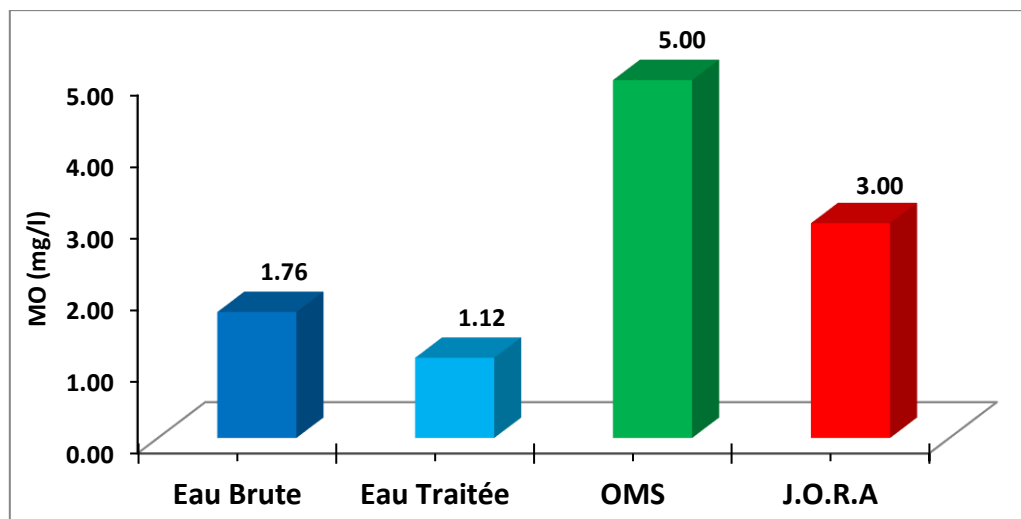


Figure 23 : Teneur en MO dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.9. Les bicarbonates (HCO_3^-)

L'anhydride carbonique des carbonates et hydrogencarbonates est libéré par un excès d'acide. Le CO_2 , formé ainsi que le CO_2 libre sont entraînés par un courant d'air exempt de CO_2 , vers une solution de baryte dans laquelle il barbote. Après absorption de l'anhydride carbonique, la baryte restante est titrée. D'après les résultats obtenus (figure 24), la valeur de la teneur en HCO_3^- de l'eau brute est de 170,80, mg/l. et 176,90 mg/l dans l'eau après traitement. Ces teneurs restent inférieures aux normes de l'OMS (2000) et J.O.R.A (2006) qui fixent une valeur de 300 mg/l.

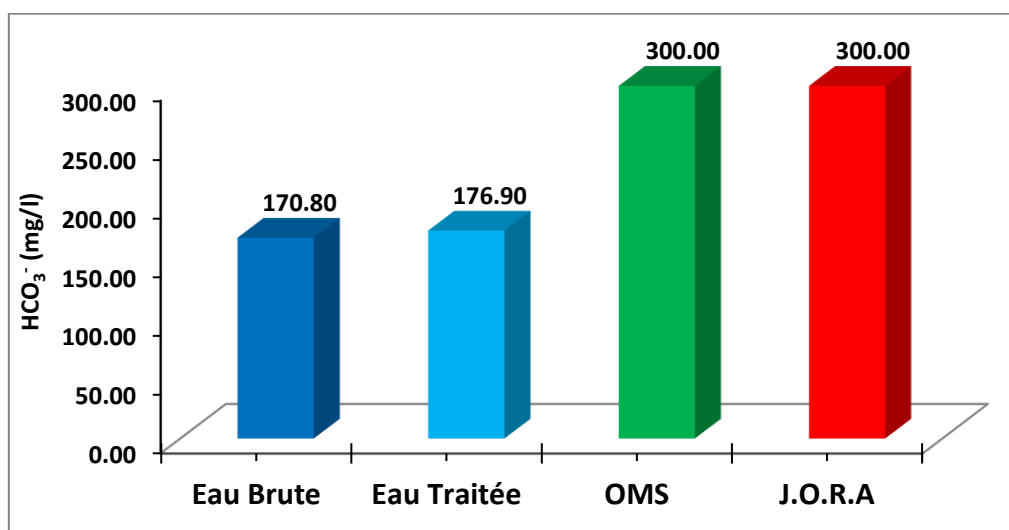


Figure 24 : Teneur en (HCO_3^-) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonates, carbonates et hydroxydes, elle correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène (H) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonate (HCO_3^-), carbonate (CO_3^{2-}) et hydroxyde (OH^-).

I.10. Le sodium (Na^+)

Le sodium est un élément vital qui participe à des fonctions essentielles dans l'organisme. Il est nécessaire de fournir 2000 mg/jour à l'organisme adulte (enfant : 200 mg/jour). (Zouag B et Belhadj Y, 2017).

Selon la figure 25, les valeurs obtenues varient de 91mg/l (eau brute) à 90mg/l (eau traitée), ne dépassent pas les normes des eaux de consommation fixées à 200 mg/l (OMS ; 2000) et 250 mg/l (J.O.R.A ; 2006).

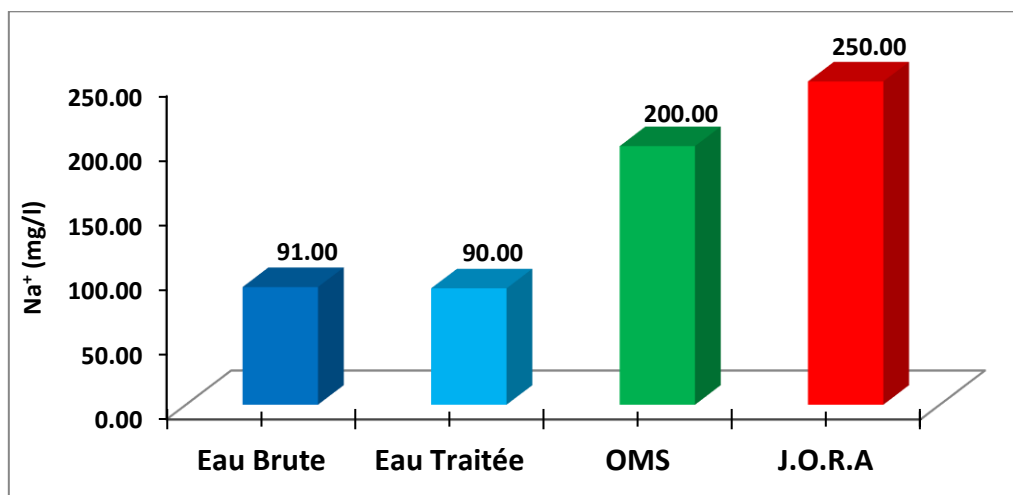


Figure 25 : Teneur en sodium (Na^+) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.11. Potassium (K^+)

Le potassium joue un rôle essentiel chez l'homme (transmission de l'influx nerveux) pour lequel les besoins de l'organisme sont de l'ordre de 1.5 à 4 g/jour. Une carence en potassium provoque des dysfonctionnements cardiaques. (Zouag B et Belhadj Y, 2017).

D'après les résultats obtenus (figure 26), les valeurs trouvées pour le potassium sont 7 mg/l avant et après traitement, ces valeurs restent inférieures aux normes qui fixent une valeur maximale admissible de 12 mg/l (OMS ; 2000) et 15 mg/l (J.O.R.A ; 2006).

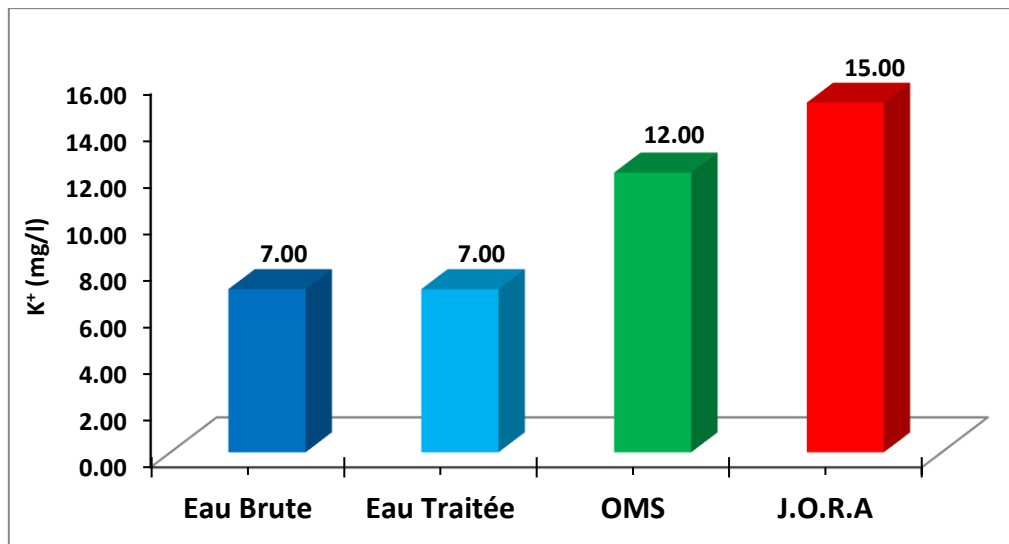


Figure 26 : Teneur en potassium (K⁺) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.12. Le fer (Fe⁺)

Le fer peut se rencontrer dans l'eau sous différentes formes. Dans les conditions habituelles, c'est-à-dire pour un pH variant entre 4,5 et 9, le fer soluble présente généralement à l'état ferreux. Si le milieu est réducteur comme dans beaucoup d'eaux souterraines, le fer ferreux peut atteindre des teneurs élevées. (Rodier J, 2005).

Les mesures des concentrations en fer dans les eaux analysées (figure 27) montrent une valeur de 0,03 mg/l qui ne dépasse pas les normes d'OMS (2000) (0,20 mg/l) et J.O.R.A (2006) (0,30 mg/l).

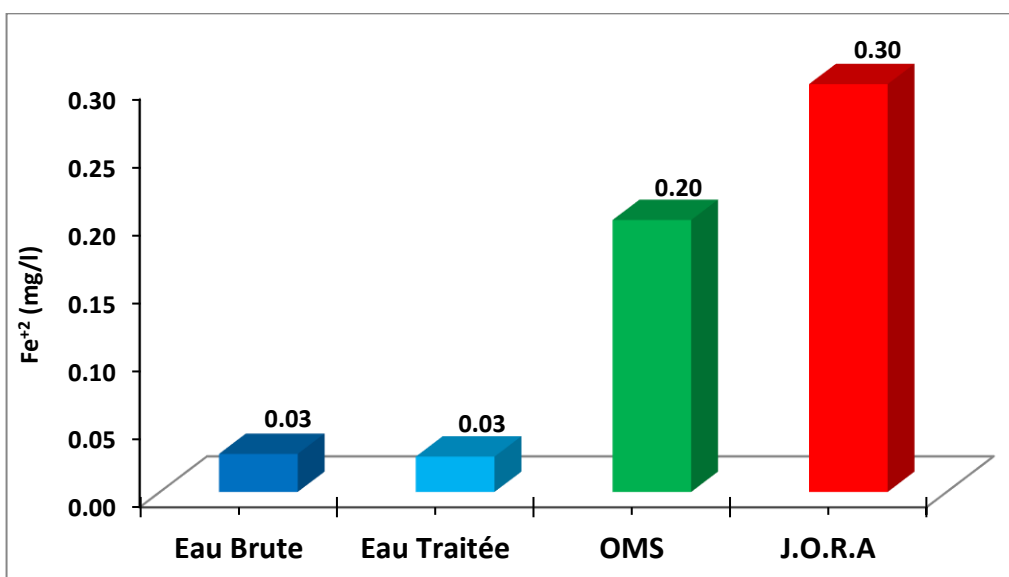


Figure 27 : Teneur en fer (Fe⁺²) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.13. Composés azotés

I.13.1. Dosage de l'azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique NH_4^+ , Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique NH_4^+ , l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation (Figure 28) (Bennana M, 2013).

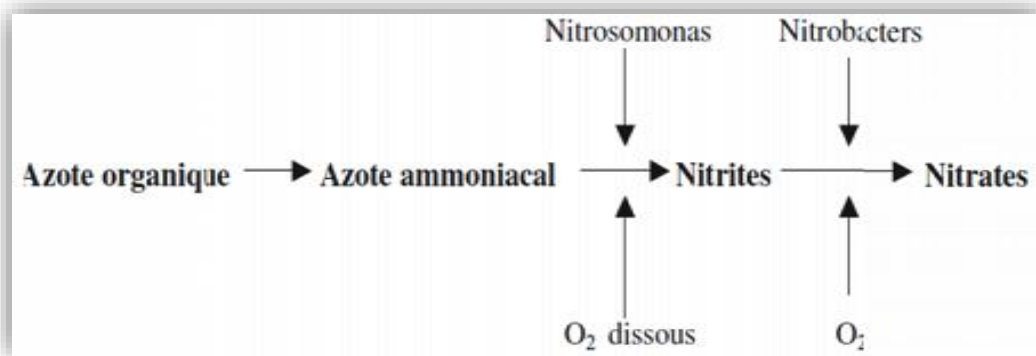


Figure 28 : Transformation de l'azote organique par oxydation en nitrites et nitrates.

D'après la figure 29, la teneur en azote ammoniacal (NH_4^+) obtenue est de 0.02mg/l dans l'eau brute et 0.01mg/l dans l'eau après traitement, ces valeurs sont conformes aux normes d'OMS (2000) et J.O.R.A (2006).

qui fixent une valeur maximale admissible de 150 mg/l.

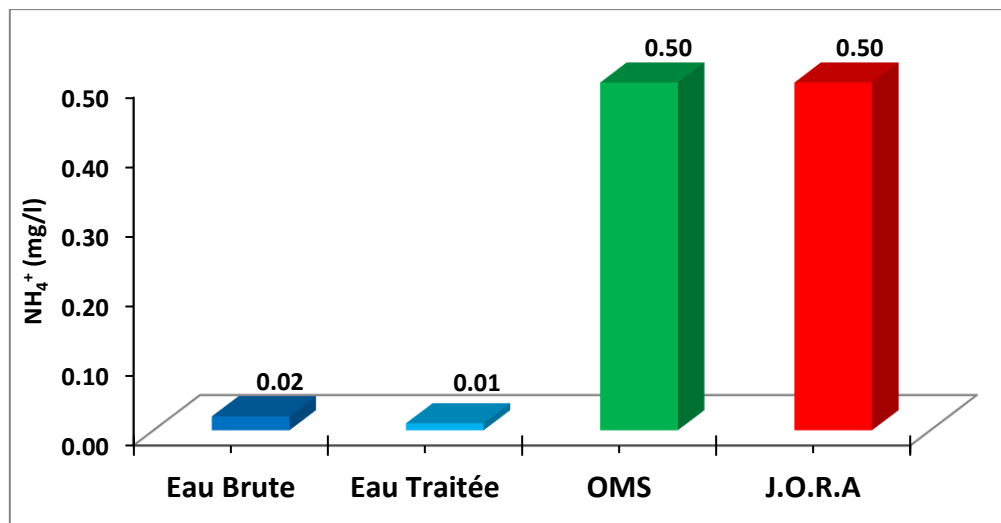


Figure 29 : Teneur en azote ammoniacal (NH_4^+) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.13.2. Les nitrites (NO_2^-)

La présence des nitrites est un signe d'une pollution d'origine bactériologique et organique. La forme réduite des nitrites les rend plus dangereux que les nitrates (Si Youcef S, 2015). Une eau contenant des nitrites est suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique.

Les résultats du dosage des nitrites dans les échantillons étudiés (figure 30), montrent que la teneur en nitrites (NO_2^-) dans l'eau avant le traitement est 0,02 mg/l et absence dans l'eau après traitement. Ces valeurs sont conformes aux normes admises d'OMS (2000) et J.O.R.A (2006) (0,10 mg/l).

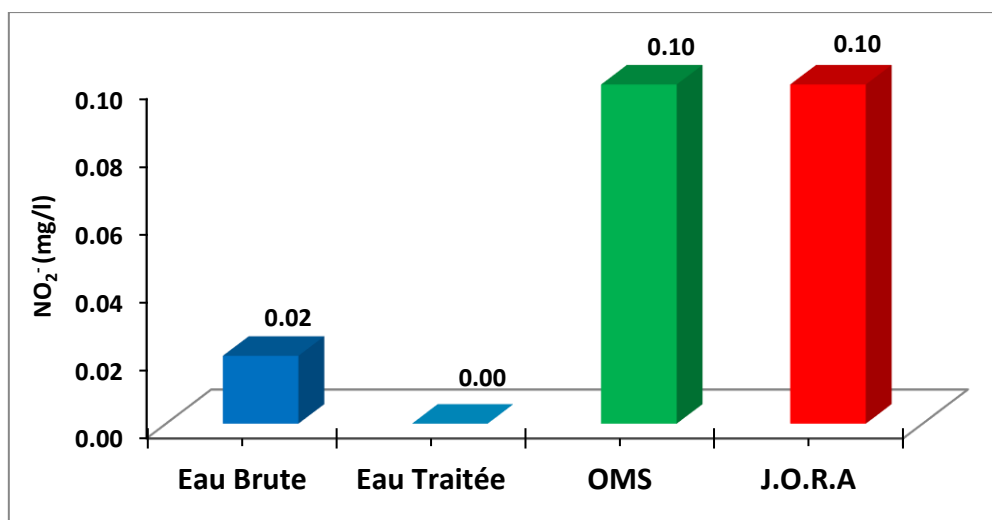


Figure 30 : Teneur en nitrites (NO_2^-) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

I.13.3. Dosage des nitrates (NO_3^-)

Les nitrates se diffusent dans les eaux souterraines et peuvent être une source de pollution. De nombreux facteurs sont à l'origine de ses ions dans l'eau, notamment les engrais, la décomposition des matières végétales.

La valeur enregistrée de nitrates est 2.52 mg/l dans l'eau étudiée avant et après traitement, cette valeur est conforme aux normes d'OMS (2000) et J.O.R.A (2006) qui détermine une valeur maximale de 50 mg/l (figure 31).

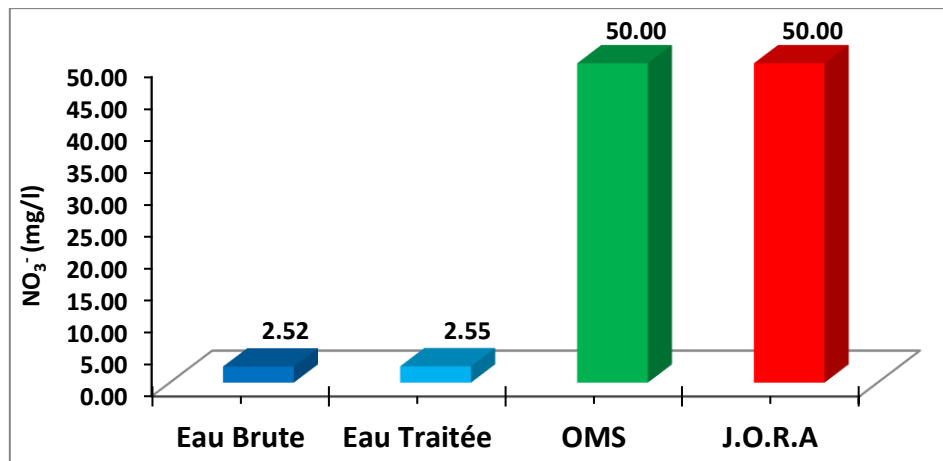


Figure 31 : Teneur en nitrates (NO₃⁻) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

Une augmentation des teneurs en nitrates peut avoir des conséquences négatives sur la santé ; en effet il va y avoir dans l'organisme la transformation des nitrates en nitrites qui sont dangereux pour la santé (Bouziani, 2000).

I.14. Détermination des phosphates (PO₄⁻³)

Les phosphates rejetés dans l'environnement proviennent, des ruissellements dans les zones agricoles (engrais), industrielles et des eaux domestiques (déjections humaines et des détergents ou lessives phosphatées) (Si Youcef S, 2015).

D'après les résultats présentés dans la figure 32, on constate une absence des phosphates dans l'eau étudiée avant et après traitement. Cette valeur est conforme aux normes recommandées par J.O.R.A (2006) et de l'OMS (2000) et des eaux destinées à la consommation humaine qui est 0,5 mg/l.

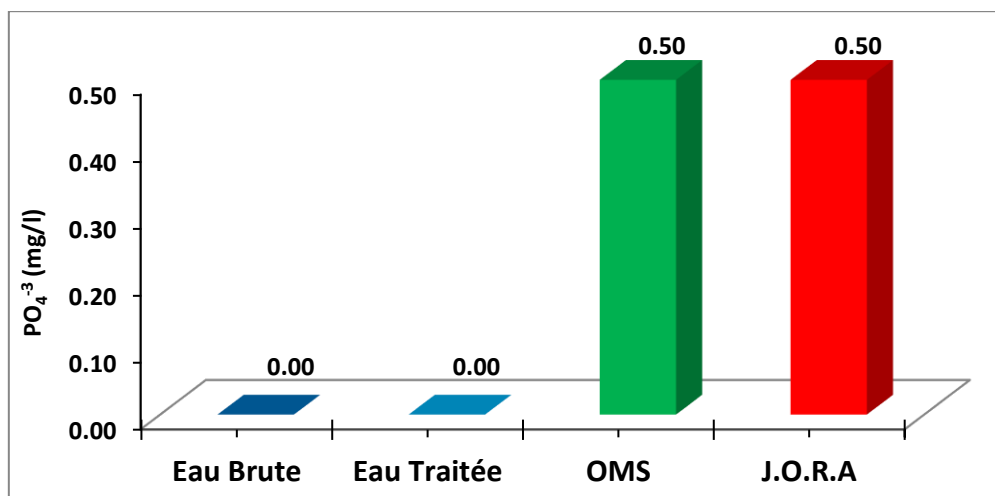


Figure 32: Teneur en phosphates (PO₄⁻³) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

II. Analyses microbiologiques

II.1. Recherche de germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général vis à vis de toute pollution microbienne : c'est le dénombrement total des bactéries. La réglementation algérienne et de l'OMS indique une valeur de 20 germes/ml à 37°C pendant 24h et 100 pour 22°C à 72h par millilitre à ne pas dépasser. Les analyses de l'eau traitée (figure 33) montrent une absence totale des germes totaux dans les eaux brutes et traitées, ceci répond aux normes de potabilité.

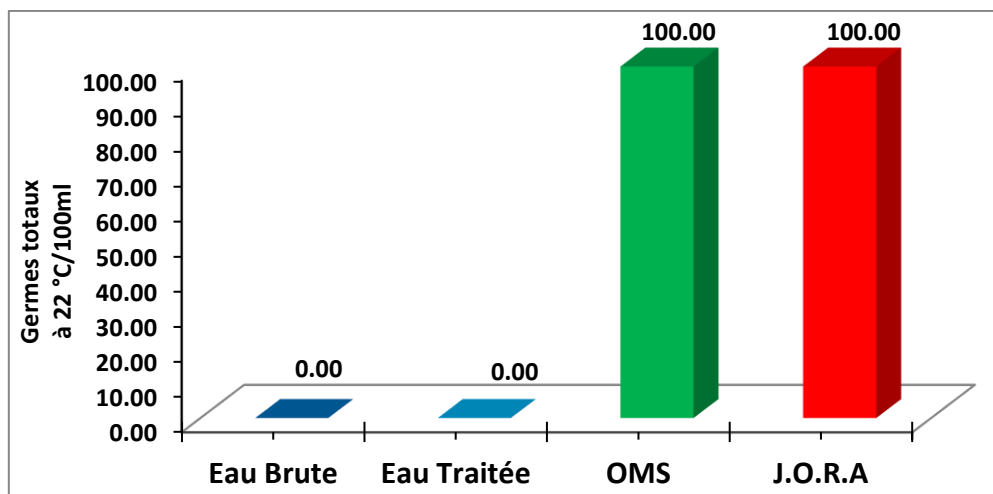


Figure 33 : Les germes totaux dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

II.2. Recherche de coliformes totaux

D'après la réglementation algérienne et l'OMS, une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux. Les résultats des analyses obtenus (figure 34), indiquent une absence totale des coliformes totaux dans l'eau traitée. Ces valeurs restent inférieures aux la norme de l'OMS (2000) de J.O.R.A (2006).

Pour l'eau brute la présence des coliformes fécaux égale à 300 germes/100ml, ce que veut dire que l'eau du barrage avant traitement est non conforme aux normes d'OMS et J.O.R.A qui exigent l'absence totale de ces germes.

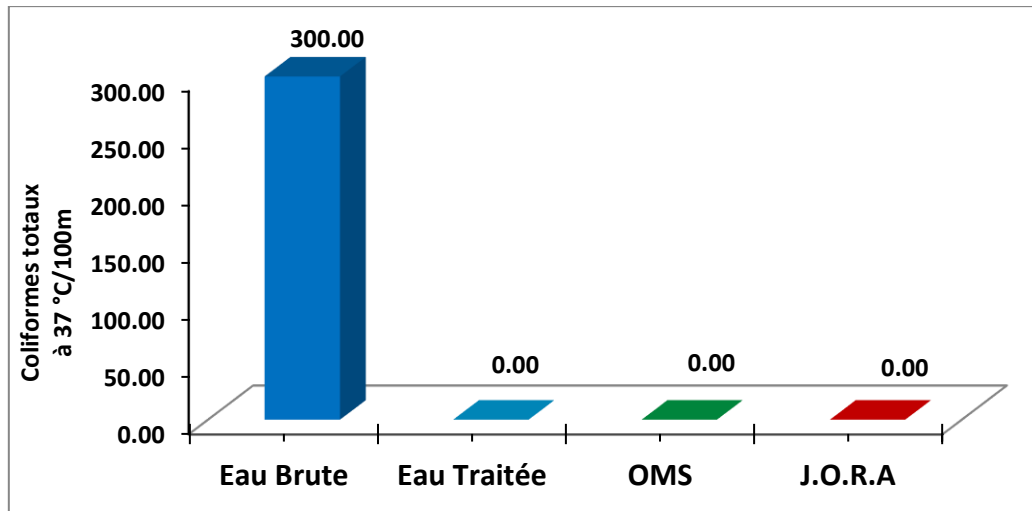


Figure 34 : Dénombrements des coliformes totaux dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

II.3. Test confirmation des coliformes fécaux (*Escherichia coli*)

Selon les réglementations J.O.R.A (2006) et de l'OMS (2000) une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir des germes pathogènes dans 100 ml. D'après les résultats obtenus (figure 35), on remarque l'absence totale d'*Escherichia coli* dans l'eau avant et après traitement

La présence des coliformes fécaux thermo tolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (Rodier et al. 2009) car ils apparaissent toujours en grande quantité dans les déjections animales et humaines.

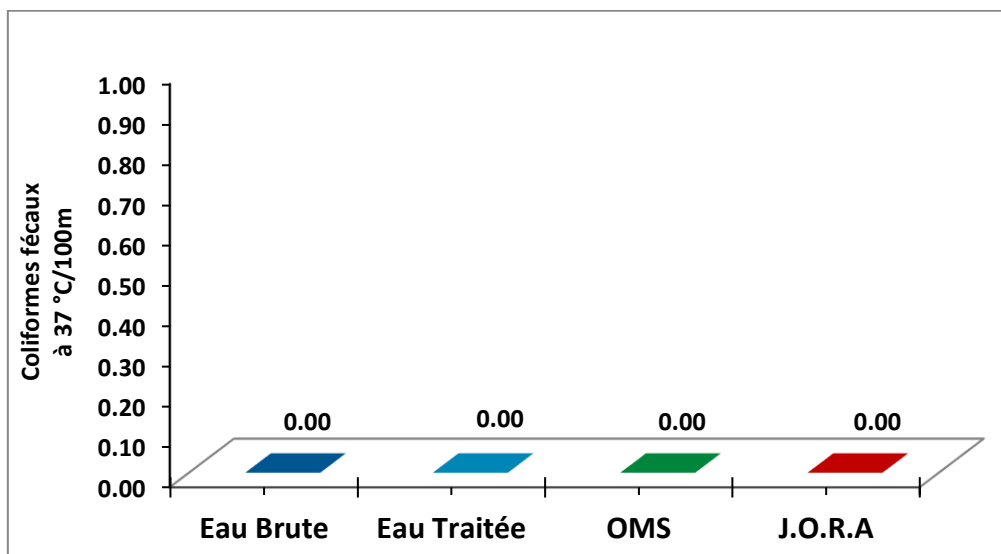


Figure 35 : Dénombrement des coliformes fécaux (*Escherichia coli*) dans l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

II.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

La réglementation de notre pays et de l’OMS exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans l’eau potable. C’est aussi le cas de notre eau où on a constaté l’absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées avant et après traitement (figure 36).

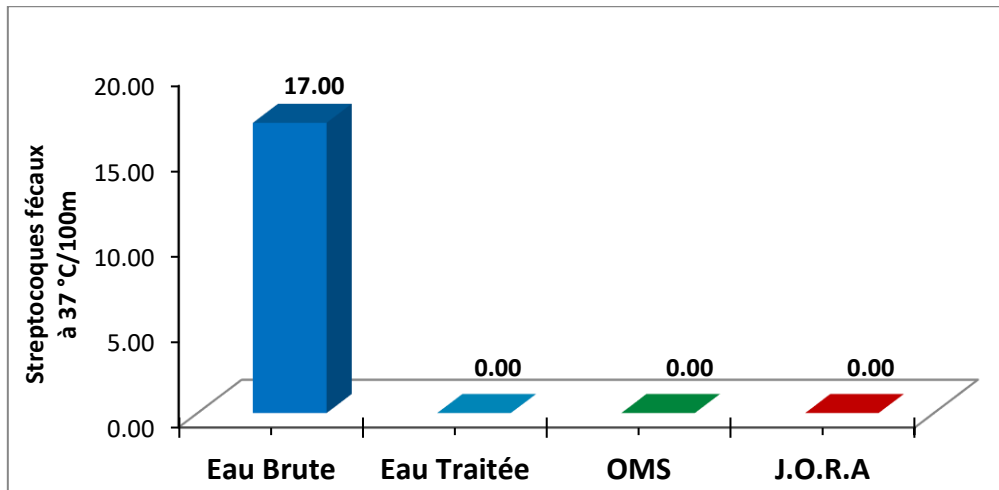


Figure 36 : Dénombrements des streptocoques fécaux dans l’eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

II.5. Germes anaérobies (Clostridium sulfito-réducteurs)

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont aussi d’origine fécale, si elles se trouvent normalement dans les matières fécales elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l’autoépuration des sols vis-à-vis de l’eau.

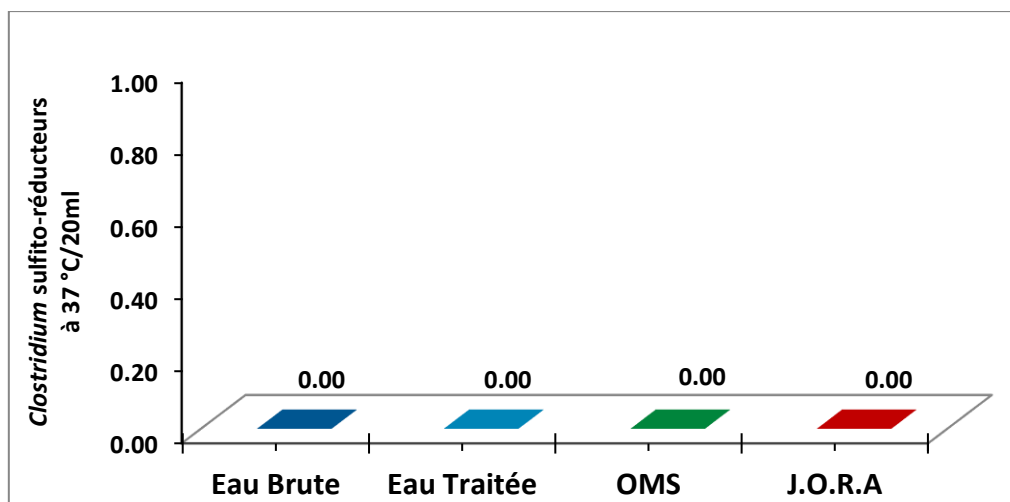


Figure 37 : Germes anaérobies (Clostridium sulfito-réducteurs) dans l’eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

Selon les normes algériennes et de l’OMS, une eau potable ne doit pas contenir des clostridium sulfito-réducteurs qui sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. Les résultats des analyses obtenus (figure 37), montrent une absence totale des germes anaérobies dans les eaux avant et après traitement, elles sont donc conformes aux normes de l’OMS et J.O.R.A.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'eau est un élément essentiel à la vie sur terre, elle est à la source de nombreuses activités humaines. Elle constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan physico-chimique et microbiologique.

Notre travail a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux brutes et traitées du barrage Koudiet Rosfa dans la wilaya de Tissemsilt destinée à la consommation humaine.

A l'issue de cette étude qui a porté essentiellement sur la qualité physico chimique des eaux brutes et distribuée, notamment les eaux du barrage Koudiet Rosfa, il ressort que la quasi-totalité des paramètres physico-chimique analysés répond aux normes fixées par l'OMS et J.O.R.A. Cependant, du point de vue bactériologique on observe des valeurs supérieures à celles des normes pour les germes anaérobies, coliformes totaux et les streptocoques fécaux dans l'eau brute (avant traitement. La présence de ces germes dans l'eau du barrage, nous indique que ces eaux sont polluées et laissent craindre la présence des germes pathogènes.

Les résultats obtenus montrent que l'eau distribuée est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Tandis que les eaux avant traitement sont polluées et contiennent d'indicateur de pollution fécale. Par conséquent, un programme d'aménagement, de traitement, et d'assainissement de ces eaux d'eau s'avère indispensable pour prévenir la population, des maladies hydriques.

A la lumière des résultats des analyses physico-chimique et microbiologiques obtenus et selon les normes de potabilité des eaux (OMS et J.O.R.A), on peut conclure que l'eau fournie au consommateur du barrage Koudiet Rosfa après traitement est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique donc c'est une eau propre à la consommation et qui possède une bonne potabilité.

Références Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Badjadj N., 2017.** Analyse du système de production d'eau potable ainsi que sa gestion et son exploitation au niveau de la wilaya de Bejaia Université de Béjaia.
- Bennana M, 2013 :** Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi Ben Abdellah, MémIng. Unv Kasdi Marbah Ouargla.
- Cardot C., 1999.** Génie de l'environnement les traitements de l'eau France. P15 ; 16 ; 17 ; 22 ; 23 ; 31 ; 34 ; 42.
- Chelli L., Djouhri N., 2013.** Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia Et évaluation de leur pouvoir entartrant Université A. Mira–Béjaia.
- Degrement, 1978.** Mémento technique de l'eau, Tome 1, Édition TEC et DOC, pp3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 18
- Gerard G., 1999.** L'eau : Usages et polluants, Editions QUAE, 210 p.
- Hubert P., Marin M.,** Quelle eau boirons-nous demain ? 2001, Edition : Fabienne Travers. P64.
- John P., Donald A., 2010.** Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.
- Kassim Coulibaly., 2005.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako Université de Bamako.
- Luna B., Kenneth S.,** « L'eau », 1972, Edition: Time-Life, P9.
- Masschelein W.J., 1992.** Processus unitaires du traitement de l'eau potable New York.
- Monographie de l'Aménagement., Mai 2005.** Etudes d'exécution et Surveillance des Travaux de Construction du Barrage de Koudiet Rosfa.
- OMS., 1984.** Centre d'expertise en analyse environnementale, Détermination de la conductivité : méthode électrométrique.
- OMS., 2002.** Directive de qualité pour l'eau de boisson Genève.
- Québec., 2013 :** Environnement Et Changement Climatique Canada.
- Québec., 2015.** Centre d'expertise en analyse environnementale, Détermination de la conductivité : méthode électrométrique.
- Raymond D., 1997.** Le traitement des eaux, Édition de l'École Polytechnique de Montréal, p3,4,6.
- Rodier J, 1996.** Analyse de l'eau, 8ème Ed Dunod. Paris.
- Rodier J, 2005.** L'analyse de l'eau, 8ème édition. Dundod, Paris. P57, p66, p112, p230, p23, p25, p30
- Rodier J., Legube B., Nerlet N., 2009.** L'analyse de l'eau. 9ème édition : Dunod. Paris., 1579p.
- Salghi R., 2016.** Différent filières de traitement des eaux. L'Ecole Nationale des Sciences Appliquées université Ibn Zoher, Agadir, Maroc.

Saoud., 2014. L'analyse physico-chimique de l'eau. 25p.

Si Youcef S, 2015. Caractérisation physico-chimique et biologique des eaux de source et de robinet de la Commune de Ksar Chellala-Tiaret. MémIng. Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

Teghidet H., 2004. Contribution à l'étude de l'entartrage par voie électrochimique: Influence de différents paramètres sur la cinétique de déposition du tartre, mémoire de Magister, Université de Bejaia.

Thomzeau R., 1981. Stations d'épuration eaux potable-eaux usées paris. p313 ; p314 ; p315 ; p316 ; p317 ; p318 ; p320.

Thomzeau R., 1981. Stations d'épuration eaux potable-eaux usées paris. p313 ; p314 ; p315 ; p316 ; p317 ; p318 ; p320.

Zouag B., Belhadj Y., 2017. Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta «Tlemcen» Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen.

Zouag B., Belhadj Y., 2017. Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta «Tlemcen» Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen.

Annexes

Annexe 01 : Analyses physico-chimiques

Tableau 01 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau brute et traitée du barrage Koudiet Rosfa.

Paramètre physicochimique	eau brute	eau traitée
Conductivité électrique (µS/cm).	2100	2110
Turbidité(NTU)	1.9	0.8
pH	7.84	7.70
Test du chlore	0	0.7
Température (°C)	10.7	10.4
TDS (mg /l)	1056	1061
Salinité (mg/l)	1.05	1.055
Na⁺ (mg/l)	91	90
K⁺ (mg/l)	7	7
No₂⁻ (mg/l)	0.02	0
Po₄⁻³ (mg/l)	0	0
NH₄⁺ (mg/l)	0.02	0.01
Fe⁺² (mg/l)	0.028	0.026
Al⁺³ (mg/l)	0.014	0.018
Mn⁺² (mg/l)	0.056	0.02
Cl⁻ (mg/l)	191.7	198.8
HCO₃⁻ (mg/l)	170.8	176.9
Ca⁺² (mg/l)	199.5984	198.7968
Mg⁺² (mg/l)	63.18	63.18
No₃⁻ (mg/l)	2.52	2.55
M.O	1.76	1.12

Tableau 02 : Résultats des analyses microbiologique de l'eau brute et traité du barrage koudiet rosfa.

Microorganismes	Eau brute	Eau traitée
Germes totaux à 22°C/100ml	absence	absence
Coliformes totaux à 37 °C/100ml	300	absence
Coliformes fécaux à 37°C	absence	absence
Streptocoque fécaux à 37°C/100ml	17	absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à 37 °C/20ml	absence	absence

Annexes

Tableau 03 : Les normes des caractéristiques physico-chimiques (OMS, 2000 et J.O.R.A, 2006).

Paramètre physicochimique	Selon l'OMS	Selon le journal algérien
Conductivité électrique (µS/cm).	1000	2800
Turbidité (NTU)	5	5
pH	9	6.5-8.5
Test du chlore	-	-
Température (°C)	25	25
TDS (mg /l)	1000	-
Salinité (mg/l)	-	-
Na⁺ (mg/l)	200	250
K⁺ (mg/l)	12	15
No₂⁻ (mg/l)	0.1	0.1
Po₄⁻³ (mg/l)	0.5	0.5
NH₄⁺ (mg/l)	0.5	0.5
Fe⁺² (mg/l)	0.2	0.3
Al⁺³ (mg/l)	0.2	0.2
Mn⁺² (mg/l)	0.5	0.5
Cl⁻ (mg/l)	300	500
HCO₃⁻ (mg/l)	300	300
Ca⁺² (mg/l)	200	200
Mg⁺² (mg/l)	150	150
No₃⁻ (mg/l)	50	50
M.O	5	3

Tableau 04 : Les normes bactériologiques.

Microorganismes	Selon l'OMS	Selon le journal algérien
Germes totaux à 22°C	100/100ml	100/100ml
Coliformes totaux à 37 °C	0/100ml	0/100ml
Coliformes fécaux à 37°C	0/100ml	0/100ml
Streptocoque fécaux à 37°C	0/100ml	0/100ml
Clostridium sulfito-réducteurs à 37 °C	0/20ml	0/20ml

Annexes



Photos 01 : Multiélément.



Photos 02 : Hôte bactériologique et la rampe de filtration.



Photos 03 : plaque chauffante-agitateur.



Photos 04 : Teste du chlore.



Photos 05 : Photométrie à flamme.



Photos 06 : Spectrophotomètre.

Annexes



Photos 01 : Turbidimètre.



Photos 01 : Spectromètre UV-Visible.

Résumé :

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan physico-chimique et microbiologique. Dans cette étude, des analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été utilisées pour l'évaluation de la qualité des eaux brutes et traitées du barrage Kodiet Rosfa dans la Wilaya de Tssemsilt. D'après les résultats obtenus, les valeurs des paramètres physico-chimiques et bactériologiques obtenues pour évaluer la potabilité de l'eau traitée sont toujours inférieures aux valeurs maximales admissibles et conformes aux normes Algériennes J.O.R.A et de l'OMS (2000) sauf pour l'eau avant traitement (brute) qui contient quelques germes pathogènes tels que les germes anaérobies, les streptocoques fécaux et les coliformes totaux qui sont supérieurs aux normes admises.

Mots clés : Eau brute, eau traitée, pollution, qualité, physico-chimique, bactériologique, barrage.

ملخص:

يعتبر الماء عنصر أساسي لدى الإنسان و استهلاكه اليومي من طرف الجميع يتطلب مراقبة شديدة على المستوى الفيزيوكيميائي و البكتريولوجي. في هذه الدراسة قمنا بتحليل فيزيوكيميائية و بكتريولوجية من أجل تقييم جودة المياه الخام على مستوى السد و المياه الموزعة للاستهلاك لسد كدية الرصفة في ولاية تيسمسيلت. حسب نتائج التحليل المحصلة عليها. القيم المحصل عليها من أجل تقييم صلاحية الشرب للمياه المعالجة دائما أقل من الحد الأقصى المسوح به و تتفق مع معايير ماء الشرب الجزائرية و معايير المنظمة العالمية للصحة باستثناء المياه قبل المعالجة التي تحتوي على بعض الجراثيم المسببة للأمراض مثل الجراثيم اللاهوائية، المكورات العقدية البرازية و مجموع القولونيات التي تفوق المعايير المقبولة.

الكلمات المفتاحية : الماء الخام، الماء المعالج، تلوث، جودة، فيزيوكيميائية، بكتريولوجية، تلوث.