

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU**



**FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUE ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUE**

**Département Des Sciences Agronomique**

**Mémoire De Fin Cycle**

**En vu de l'obtention du diplôme de master en sciences agronomique**

**Option : EAU ET ENVIRONNEMENT**

**Thème :**

**Influence de la Température sur la Qualité de l'eau  
du Barrage Taksebt et les Procédés de Traitement**

**Réalisé par :**

- **KAHOUADJI Kenza**
- **MAZOUNI Amina**

**Présenté devant les jurys :**

<b>M<sup>r</sup> MOUALEK I.</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> BELMIHOUB N.</b>	<b>DOCTORANTE</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>D<sup>r</sup> METAHRI M. S.</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Promoteur</b>
<b>M<sup>me</sup> BERROUANE N.</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Co-promotrice</b>

**Année universitaire : 2021/2022**

# Remerciements

*Au terme de ce travail, on tiens à exprimer notre profonde gratitude, avant tout à Dieu le Tout Puissant qui nous a aidé et donné le courage et la volonté pour mener à terme ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements, en premier lieu, à notre promoteur **METAHRI MOUHAMMED SAID** d'abord, pour avoir accepté à superviser notre projet de fin de cycle, ensuite pour nous avoir prodigué des conseils pour concevoir et élaborer ce document.*

*Nos sincères remerciements vont à **Madame BERROUANE N** pour avoir Co-encadré ce travail. Ses conseils, son dynamisme ont été une source de motivation. On la remercie surtout pour son entière disponibilité et sa patience, sans elle ce travail n'aurait jamais abouti.*

*On tient également à exprimer notre immense gratitude envers tous les membres du jury, qui ont daigné laisser leurs multiples occupations pour se donner la peine d'examiner ce travail, on leurs en suis très reconnaissantes. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.*

*On ne saurait finir sans exprimer nos sincères remerciements ainsi que notre grande reconnaissance à **Mme CHIKHI A** chef de service du laboratoire de la station de traitement du barrage de Taksebt « SEAAAL » Tizi-Ouzou ainsi que tout son personnel (es) en particulier **M<sup>elle</sup> BACHI B** et **M<sup>er</sup> HADDADI N** qui ont contribué à notre formation. Votre aide est précieuse.*

*A tous nos professeurs qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour.*

*Ainsi qu'à tous ceux qui nous ont encouragé et soutenus de près ou de loin, nos sincères remerciements.*

*Merci à toute la promo « **EAU ET ENVIRONNEMENT, 2022** » en particulier **Kernoug Souhila** et **Slamani Fatima** pour tous les bons moments partagés ainsi que pour leur soutien.*

*Merci pour toute personne qui utilisera ce document pour un bien.*

# Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

A la femme qui a souffert sans me laisse souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Djamila**.

A l'homme de ma vie , mon offre précieuse de dieu, qui me doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **Madjid**.

A mes adorable frère **Tahar** et **Rafik** qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A mon cher fiancé **Massinissa** qui na pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu le protège et lui offre la chance et le bonheur.

A Ma belle famille, ou plutôt ma deuxième famille (**samira, mohand idir, lynda , yanis, rayan**). Merci de m'avoir soutenu.

A toute mes tantes, ainsi que ma chère cousine **Sabrina** qui ma pas laisser tomber, merci pour leurs amour et leurs encouragement

Sans oublier mon binôme **Amina** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

# Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

A la femme qui a souffert sans me laisse souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **ouardia**.

A l'homme de ma vie, mon offre précieuse de dieu, qui me doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **salah**.

A mes adorables sœurs **feriel** et **sarah** et son mari **faycal** qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

A mon cher fiancé **Abdenour** et mon adorable future belle mère **Cherifa** qui n'ont pas cessées de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que dieu les protèges et leurs offre la chance et le bonheur.

A mes deux petits anges **Manyl** et **Wassim**

A mes grand parents, mes tantes et tous mes cousins et cousines, merci pour leurs amour et leurs encouragement

Sans oublier mon binôme **Kenza** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

## Liste des abréviations

**ET** : Eau traitée

**EB** : Eau brute

**SEAAL** : société des Eaux et de l'assainissement d'Alger

**°F**: Degré français

**OD** : Oxygène dissous

**pH** : potentiel hydrogène

**CE** : conductivité électrique

**TA** : Titre d'alcalinité. (Titre alcalimétrique)

**TAC** : Titre d'alcalinité complet. (Titre alcalimétrique complet)

**TH** : Titre hydrométrique (dureté totale)

**TH Ca<sup>2+</sup>** : Dureté calcique

**TH mg<sup>2+</sup>** : dureté magnésienne

**Mn** : Manganèse

**MO** : Matière Organique

**CF**: Coliforme Fécaux

**CF** : streptocoque fécaux

**E. Coli** : Escherichia coli

**MES** : Matière en suspension

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**AgNO<sub>3</sub>**: Nitrate d'Argent

**BEA** : gélose Bile Esculine Azide

**CaCO<sub>3</sub>** : carbonate de calcium

**DPD** : Diéthyl-P-phénylènediamine

**E.D.T.A** : Éthylène diamine tétra acétique

**Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>** : Oxalate de sodium.

**HCl**: Acide Chlorhydrique.

**K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**: Chromate de Potassium.

**Mol/l**: Mole sur litre.

**NTU** : Néphélométrie Turbidité Unité.

**CMA** : Concentrations Maximales Admissibles.

**MTH** : Maladies à Transmission Hydrique.

**THM** : Trihalo-méthane.

**BDCM** : Bromodichloro-méthane.

**UFC** : Unité Formant Colonie par 100 ml.

**Na Cl** : sels de sodium.

**H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>** : Solution acide.

**HOCl** : Acide hypochloreux.

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**AEP** : Alimentation en eau potable.

**CCNUCC** : Convention – cadre des nations unies sur les changements climatiques.

## Sommaire

Figure 1 : Structure de la molécule d'eau .....	3
Figure 02 : Cycle de l'eau. ....	5
Figure 3:barrage taksebt tizi ouzou    Figure 4: localisation du barrage taksebt .....	37
Figure5 : Station de traitement seaal à tizi ouzou (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger) .....	37
Figure 6: schéma de fonctionnement de la station taksebt.....	38
Figure 7 : Evolution quotidienne moyenne des températures en mois de juillet et Août du barrage taksebt Tizi Ouzou (2022).....	39
Figure 8 : Evolution quotidienne moyenne des précipitations    au mois d'Août et juillet    du barrage de takesbt Tizi Ouzou (2022).....	40
Figure 9 : Oxymètre .....	37
Figure 10 : Conductimètre.....	37
Figure 11: pH mètre. ....	38
Figure 12: Turbidimètre. ....	39
Figure 13 : Chloromètre .....	40
Figure 14 : spectrophotomètre.....	40
Figure 15 : Dosage Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	41
Figure 16 : Dosage Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ).....	42
Figure 17: Dosage ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	42
Figure 18 : Dosage de l'aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) par la méthode LCK 301 .....	43
Figure 19 : Titre alcalométrique (TA) .....	44
Figure 20 : Titre alcalimétrique complet (TAC) .....	45
Figure 21 : Titre hydrométrique (dureté total TH).....	46
Figure 22: Dureté calcique ( $\text{Ca}^{2+}$ ).....	47
Figur 23 : dosage des chlorur ( $\text{Cl}^-$ ).....	48

Figure 24: La méthode dosage de la matière organique par le principe de la titrimétrie à chaud. (Photo original).....	50
Figure 25: Dispositif de filtration (photo original) .....	51
Figure 26 : Evolution de la couleur d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.....	61
Figure 27: Evolution des teneurs en oxygène dissous de l'eau brute et traitée du barrage taksebt en fonctions du la température .....	63
Figure 28 : Evolution des teneurs de la conductivité d'eau brute et traité du barrage de takesbt en fonction de la température .....	64
Figure 29: Evolution du pH de l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonctions de la température .....	66
Figure 30: Evolution des teneurs de la turbidité d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température .....	68
Figure 31: Evolution des teneurs en chlore de l'eau traitée du barrage de takesbt en fonction de la température .....	69
Figure 32: Variation de la concentration des nitrites dans l'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température. ....	72
Figure 33 : Variation de la concentration des nitrates dans l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température. ....	74
Figure 34: Variation de la concentration des ortho-phosphate dans l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.....	75
Figure 35 : Variation de la concentration d'aluminium dans l'eau brut et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température. ....	76
Figure 36 : Evolution les teneurs de TA d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température .....	78
Figure 37: Evolution les teneurs de TAC d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température.....	79
Figure 38 : Evolution de la dureté totale TH d'eau brute et traitée du barrage takesbt en fonction de la température.....	81
Figure 39: Evolution de la dureté calcique (TH $Ca^{2+}$ ) d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température. ....	82
Figure 40: Evolution de la dureté magnésienne (TH $Mg^{2+}$ ) d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température .....	83
Figure 41: Evolution des chlorures ( $Cl^{-}$ ) d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température.....	85

Figure 42: Evolution de la matière organique d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température. ....86

## Liste des tableaux

Tableaux 01 : Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre .....	06
Tableau 02 : Incidence de la température sur certains paramètres microbiologiques. ....	29
Tableaux 03 : Résultat d'analyse bactériologique d'eau brute et traitée du barrage de taksabt en fonction de la température .....	88

# Sommaire

## Liste abréviation

## Liste figures

## Liste tableaux

Introduction générale .....	01
-----------------------------	----

## Chapitre I : l'eau dans la nature

1. Structure de l'eau.....	03
2. Propriété de l'eau.....	04
2.1. Propriétés chimiques de l'eau .....	04
2.2. Propriétés biologiques de l'eau : .....	04
3. Cycle de l'eau (cycle hydrologique) .....	05
4. La disponibilité de l'eau sur terre .....	05
5. L'eau potable .....	07
5.1. Définition.....	07
5.2. Origine .....	07
5.3. Indice de qualité des eaux potables .....	08
5.3.1. Indice organoleptique .....	08
5.3.1.1. Couleur .....	08
5.3.1.2. Gout et Odeur de l'eau .....	08
5.3.2. Paramètres physico-chimique .....	09
5.3.2.1. Température .....	09
5.3.2.2. Potentiel hydrogène (pH) .....	09
5.3.2.3. Conductivité électrique CE.....	09
5.3.2.4. Turbidité .....	10
5.3.2.5. Oxygène dissous .....	10
5.3.2.6. Titre hydrotimétrique (dureté total) .....	10
5.3.2.7. Titre alcalimétrique (TA) .....	11
5.3.2.8. Titre alcalimétrique complet (TAC) .....	11
5.3.2.9. Magnésium $Mg^{2+}$ .....	11
5.3.2.10. Calcium $Ca^{2+}$ .....	11

5.3.2.11. Chlorure .....	12
5.3.3. Indice de pollution .....	12
5.3.3.1. Matières organiques .....	12
5.3.3.2. Ammonium .....	12
5.3.3.3. Nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	13
5.3.3.4. Nitrites $\text{NO}_2$ .....	13
5.3.3.5. Ortho-phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	13
5.3.4. Indice indésirables .....	14
5.3.4.1. Aluminium ( $\text{AL}^-$ ).....	14
5.3.4.2. Fer ( $\text{Fe}^{3+}$ ) .....	14
5.3.4.3. Manganèse ( $\text{Mn}^{2+}$ ) .....	15
5.3.5. Indice microbiologie .....	15
5.3.5.1. Coliformes totaux .....	15
5.3.5.2. Coliformes fécaux .....	15
5.3.5.3. Streptocoques fécaux.....	16
6. Consommation de l'eau en Algérie .....	16
7. Consommation de l'eau a Tizi-Ouzou.....	17

## **Chapitre II : hydro – climatologie**

1. Climat.....	18
1.1. définition .....	18
2. Changement climatique.....	19
3. Température.....	19
4. Température de l'eau.....	20
5. Répercussions des changements climatiques sur la température de l'eau.....	21
6. Effets du changement climatique sur la température de l'eau .....	21
7. Aspecte liés à température de l'eau potable .....	23
7.1.Effet de changement climatique sur la qualité de l'eau .....	23
7.2.Effet de la température de l'eau sur le procédé de traitement de l'eau potable .....	23
7.3.Effet de la température sur les Paramètres physiques .....	24

7.3.1. Densité.....	24
7.3.2. Viscosité.....	24
7.3.3. Points d'ébullition et de fusion.....	24
7.4. Effets de la température sur les Paramètres chimiques.....	25
7.4.1. Effet sur Solubilité des solides.....	25
7.4.2. Solubilité des gaz.....	26
7.4.3. Vitesse des réactions chimiques.....	26
7.5. Effets de la température sur les paramètres microbiologiques.....	27
7.6. Effets de la température sur les Paramètres biochimiques.....	29
7.7. Effet de la température sur la Qualité de l'eau du réseau de distribution.....	30

### **Chapitre III : matériels et méthodes**

1. Objectif du travail.....	36
2. Période et durée du stage :.....	36
3. Présentation de la zone d'étude.....	36
4. Présentation de la station de potabilisation SEAAL.....	37
5. Cadre climatique : barrage Taksebt.....	38
5.1. Le climat.....	38
5.1.1. La température à Tizi Ouzou.....	38
5.1.2. Précipitations.....	39
6. Méthodes d'échantillonnage.....	40
6.1. Matériels utilisés.....	42
7. Analyses organoleptiques.....	43
7.1. Test de goût.....	43
7.2. Test d'odeur.....	43
8. Analyse physicochimique.....	43
8.1. Oxygène dissout (VWR OX 4000 L).....	43
8.2. Conductivité électrique (CE).....	44

8.3. Température .....	45
8.4. Mesure du pH (WTW ionLab pH730) .....	45
8.5. Turbidité (HACH 2100N) .....	46
8.6. Teste chlore (Chloromètre HACH DR/890) .....	46
8.7. Couleur (spectrophotomètre HACH LANGE DR 6000).....	47
8.8. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	48
8.9. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	48
8.10. Ortho phosphates.....	49
8.11. Dosage de l'aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) par la méthode LCK 301 .....	49
8.12. Titre alcalimétrique (TA).....	50
8.13. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	51
8.14. Titre hydrométrique (TH) .....	52
8.15. Dureté calcique.....	53
8.16. Dureté magnésienne .....	54
8.17. Chlorures.....	55
8.18. Matière organique .....	56
9. Analyse bactériologique .....	58
9.1. Dénombrement des coliformes totaux et Escherichia coli.....	58
9.2. Dénombrement des streptocoques fécaux .....	59

## **Chapitre IV : Résultat et discussion**

1. Paramètres organoleptiques .....	60
1.1. Goût et odeur.....	60
1.2. Couleur .....	61
2. Paramètres physico-chimique.....	62
2.1. Oxygène dissous.....	62
2.2. La conductivité électrique (CE) .....	64
2.3. Le potentiel hydrogène (pH).....	66

2.4. Turbidité .....	68
2.5. Le chlore résiduel .....	69
2.6. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) .....	71
2.7. Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	73
2.8. Ortho-phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	75
2.9. Aluminium (Al) .....	76
2.10. Titre alcalimétrique (TA).....	77
2.11. Titre alcalimétrique complet.....	78
2.12. Dureté totale de l'eau (ou titre hydrométrique) (TH) .....	80
2.13. Dureté calcique (TH Ca <sup>2+</sup> ).....	82
2.14. Dureté magnésienne (TH mg <sup>2+</sup> ).....	83
2.15. Les chlorure .....	84
2.16. Matière Organique .....	85
3. Paramètres bactériologique .....	87
3.1. Coliformes totaux et coliformes fécaux .....	88
3.2. Streptocoques fécaux .....	89
3.3. Escherichia-Coli .....	89
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>90</b>

## **Références bibliographique**

## **Annexes**

# **Introduction**

## Introduction

---

L'eau, l'air et la terre sont les ressources qui déterminent la vie de tout être vivant et qui contribuent au développement des activités humaines, l'harmonie entre ces éléments garantie la continuité de la vie des Hommes, des animaux et des plantes. N'importe quel déséquilibre entre ces trois éléments peut causer un déséquilibre et un désastre par la suite si les préventions ne sont pas bien tenues. (Boukamoum M, 2016)

En Algérie les ressources en eau sont limitées, vulnérable et inégalement réparties (la région nord accapare 90% du total des équipements superficiels du pays, le reste étant partagé entre les Haut plateaux pour 6%, et le Sahara 4%). Cette vulnérabilité et cette inégalité apparaissent dans le déséquilibre flagrant de la répartition territoriale de la population, des activités agricoles, industrielles et administratives. (Ferhani A, 2016)

La variabilité et le changement climatiques ont des répercussions sur la disponibilité des ressources en eau, sur de multiples échelles de temps : paléo-climatiques, historiques, contemporaines ou actuelles. En fonction de la durée sur laquelle se prolongent les impacts sur les volumes d'eau, les populations mettent en place des stratégies d'adaptation différentes (Adeli, 2013).

En Algérie, le risque de contamination des eaux de surface représente un problème environnemental majeur (la température ou réchauffement climatique) qui remonte très loin dans le temps (Rimini B, 2005). La température de l'eau est un des plus importants facteurs physiques dans les fleuves et rivières. Elle a une influence directe ou indirecte sur de nombreux autres paramètres qu'ils soient physiques, chimiques ou biologiques (Eaton, 1995 ; Beitinger, 2000). Elle constitue un facteur écologique majeur pour de nombreux compartiments biologiques, au travers des niveaux thermiques atteints (Grenouillet, 2001 ; Daufresne, 2007) mais aussi au travers d'hétérogénéités thermiques locales (Ebersole, 2003).

Les travaux réalisés s'intéressent le plus souvent au suivi des précipitations annuelles surtout dans la partie nord-ouest de l'Algérie. L'analyse des températures n'a pas connu un grand nombre de recherche.

Dans le présent travail nous nous sommes intéressées à l'étude de la façon dont la température est abordée dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable et de

## Introduction

---

souligner les paramètres qui peuvent être pertinents pour les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable.

Notre recherche couvre les paramètres influencés par la température, du traitement jusqu'à la distribution. La température de l'eau a des effets sur tous les processus physiques, chimiques, microbiologiques et biochimiques dans une certaine mesure. À leur tour, ces processus influencent l'efficacité du traitement et la qualité de l'eau et peuvent engendrer des problèmes occasionnés par des contaminants pouvant nuire à la santé et/ou à l'esthétique.

C'est dans ce regard, que nous avons choisi de réaliser notre travail de mémoire sur le suivie des indices de la qualité de l'eau à différentes températures de la station de traitement « SEAAL » durant le mois de juin juillet et aout 2022.

Ce manuscrit est structuré comme suit :

- La première partie dédiée à la recherche bibliographique est divisée en deux chapitres : le premier concerne la généralité sur les eaux naturelles ainsi que des donnée sur l'indice et les normes définissent la caractérisation et la qualité des eaux potable ;  
Le deuxième chapitre traite l'hydro-climatologie dont on a réussi à faire présenter l'élément principal de notre travail qui est la température.
- La seconde partie présente : dans un premier chapitre : la méthodologie expérimentale ainsi que la présentation de la zone d'étude.  
Le deuxième chapitre : et dédiée à l'expérimentation qui est focalisée sur les résultats d'analyses organoleptique physico-chimiques et bactériologique de l'eau, et spécialement sur l'influence de la température sur ces derniers.

Enfin, nous tirons une conclusion et nous proposons quelque perspective.

# **chapitre I: l'eau dans la nature**

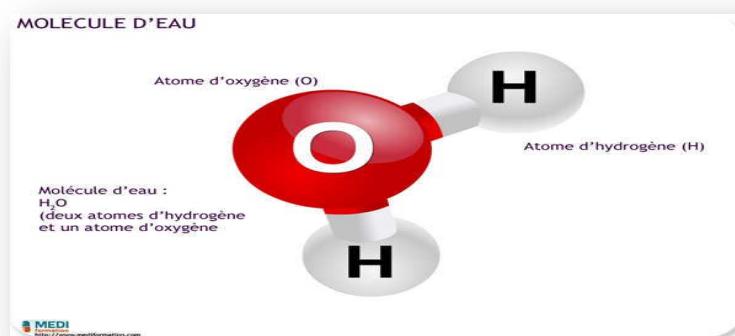
L'eau est un élément essentiel de la vie et c'est une excellente boisson naturelle. C'est un liquide, inodore, incolore, insipide, transparent, avec un pH neutre (Perry, 1984). C'est un excellent solvant et rentre dans la composition de la plupart des organismes vivants Il peut exister dans la nature sous trois formes différentes: liquide (rivières, fleurs, etc.), gazeuse (vapeur d'eau) et solide (glace, neige) (Bernard, 2007).

La valeur de l'eau est incommensurable, c'est la plus grande ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont cruciales pour la survie des êtres humains, des règnes animal et végétal. Son point de congélation est de 0°C et son point d'ébullition est de 100°C sous pression atmosphère normale.

L'usage de l'eau peut avoir une finalité sociale (boisson, hygiène, cuisine) ou économique (industrie, agriculture). La plus part des utilisations des eaux nécessite une eau de qualité (Roux, 1995).

## 1. Structure de l'eau

La molécule d'eau est une molécule exceptionnelle dont les propriétés particulières liées à sa nature dipolaire, ont permis la vie sur la terre. La formation de liaisons hydrogènes entre les molécules explique que, sous nos conditions de température et de pression, il existe une phase liquide abondante sur notre planète. La molécule d'eau, de formule  $H_2O$  (figure 01) est composé d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène liés à l'atome d'oxygène par deux liaisons de covalence, sa masse molaire est de 18g (Schriver –Mazzuoli, 2012).



**Figure 1 :** Structure de la molécule d'eau (IFSI, 2013)

## **2. Propriété de l'eau**

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuse réaction chimique, l'eau est également le principal agent d'érosion et de sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages. Le caractère banal de l'eau qui nous environne, fait parfois oublier que ce liquide qui nous est si familier s'avère en réalité par ses propriétés si particulière à la foi le fluide le plus indispensable à la vie et celui dont la complexité est la plus remarquable (Boeglin Jean-Claude, 2001).

Sur la terre, l'eau existe dans les trois états phases : liquide (eau proprement dite), solide (glace) gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau- glace, eau- vapeur, glace vapeur selon les conditions de température (Alger Géophysique, 1997).

### **2.1. Propriétés chimiques de l'eau**

L'énergie de formation de la molécule d'eau, 242 kJ/mol, est élevée. Il s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette stabilité, associée aux propriétés électriques et à la constitution moléculaire de l'eau, la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solide. La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques (Boeglin Jean-Claude, 2001).

La solvation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi des nouvelles structures: il se produit une véritable réaction chimique (une solvation complète est une dissolution) (Boeglin Jean-Claude, 2001).

### **2.2. Propriétés biologiques de l'eau :**

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants Il existe un cycle biologique, cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants (Dajoz R, 1982).

### 3. Cycle de l'eau (cycle hydrologique)

Le cycle de l'eau est lié aux mouvements de l'humidité dans l'atmosphère. Il est le principal élément régulateur du climat sur terre. L'énergie apportée par le rayonnement du soleil provoque l'évaporation de grandes quantités d'eau des océans, des lacs et zones humides. Les végétaux rejettent également une quantité importante de vapeur d'eau. L'air humide, plus léger que l'air sec, s'élève et se refroidit dans l'atmosphère. La vapeur d'eau se condense alors sous forme de nuages et retombe sous forme de pluie ou de neige. L'eau qui tombe sur les terres s'évapore à nouveau pour plus des deux tiers. Le reste s'accumule dans les neiges et les calottes glaciaires, s'écoule vers la mer via les rivières ou s'infiltrate dans le sol et forme les nappes d'eau souterraine (Livre Bleu, 2002).

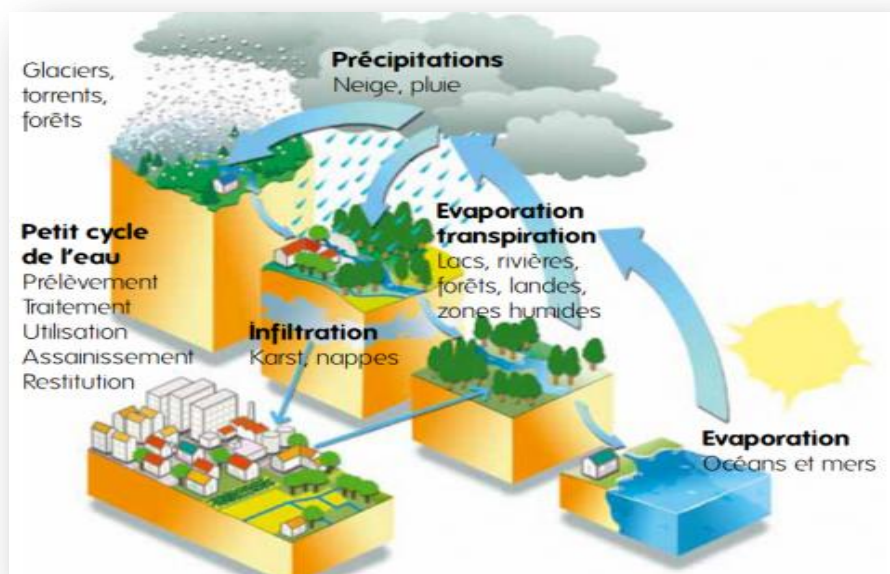


Figure 02 : Cycle de l'eau (Onema, 2012).

### 4. La disponibilité de l'eau sur terre

Le volume total d'eau que porte la Terre est de 1,4 milliards de km<sup>3</sup> ou 1,4 billions de m<sup>3</sup> (1,4.10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>). De ce volume, 2,53 %, soit 35 millions de km<sup>3</sup> (ou 35 Gm<sup>3</sup>), est de l'eau douce (tableau ci-dessous). La majeure partie de l'eau de la planète est salée et est contenue dans les différentes mers et océans. Une petite partie d'eau salée se retrouve aussi dans des aquifères souterrains (1 %) et dans des lacs (0,006 %) (Peter H, 2010).

**Tableaux 01 :** Répartition en volume et en pourcentage des différentes sources d'eau salée et d'eau douce présentes sur Terre (Peter H, 2010)

	<b>Volume (10<sup>3</sup> km<sup>3</sup>)</b>	<b>Pourcentage de l'eau totale (%)</b>	<b>Pourcentage de l'eau douce (%)</b>
<b>Eau totale</b>	1.586 millions	100	-
<b>Eau douce totale</b>	35 000	2.53	100
<b>Océans mondiaux</b>	1.340 million	96.5	-
<b>Eau salée souterraine</b>	13 000	1	-
<b>Eau douce souterraine</b>	10 500	0.76	30
<b>Glaciers antractiques</b>	21 600	1.56	61.7
<b>Glaciers du Groenland</b>	2 340	0.17	6.7
<b>îles arctiques</b>	84	0.006	0.24
<b>Glaciers montagneux</b>	40.6	0.003	0.12
<b>Pergélisol et glace souterraine</b>	300	0.022	0.86
<b>Lacs salins</b>	85.4	0.006	-
<b>Lacs d'eau douce</b>	91	0.007	0.26
<b>Humidité du sol</b>	16.5	0.0012	0.047
<b>Tourbières</b>	11.5	0.0008	0.03
<b>Rivières (flux moyen)</b>	2.12	0.0002	0.006
<b>Dans la matière biologique</b>	1.12	0.0001	0.0003
<b>Dans l'atmosphère (en moyenne)</b>	12.9	0.0001	0.04

Non seulement l'eau douce est présente en très faible proportion, mais la plus grande part de cette fraction est inaccessible et est stockée sous forme solide dans les glaciers de l'Antarctique (61,7 % de l'eau douce) et du Groenland (6,7 %), dans les glaciers montagneux (0,12 %), ainsi que dans le pergélisol et le sous-sol (0,86 %). Cette eau est non renouvelable. Par comparaison avec les ressources en énergie, l'eau non renouvelable est parfois qualifiée de « fossile » (Peter H, 2010).

## **5. L'eau potable**

### **5.1. Définition**

Selon (OIE, 2005) une eau potable est une eau qui ne doit pas porter atteinte à la santé, et être agréable à boire. On utilise le terme "eau destinée à la consommation humaine" (Jean C-C, 2005). Selon la loi 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau " en entend par eau de consommation humaine toute eau destinée à:

- Les boissons et aux usages domestiques;
- La préparation de conditionnement et à la conservation de toutes denrées alimentaires (GO N° 60, 14 p).

L'eau rendue potable dans les usine de traitement est stockée dans des réservoirs et acheminée jusqu'au lieu de consommation par un réseau public de canalisations, réseau ensuite raccordé à un réseau de conduites privées via un compteur (Louise Schriver-Mazzouli, 2014).

### **5.2. Origine**

L'eau potable peut avoir plusieurs origines, elle peut provenir d'une ressource souterraine bénéficiant d'une protection géologique plus ou moins grande, elle peut aussi provenir d'une eau de surface type rivière ou lac de retenue. Dans tous les cas, le lieu de prise d'eau est appelé captage et fait l'objet d'une autorisation préfectorale.

### **5.3. Indice de qualité des eaux potables**

#### **5.3.1. Indice organoleptique**

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la transparence de l'eau .ces caractères sensoriels n'ont pas de signification sanitaires, mais par leurs dégradation peuvent être des facteurs d'alerte pour une pollution ou indiquer un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution de l'eau (Lounnas ,2009).

##### **5.3.1.1. Couleur (unité Hazen)**

La coloration d'une eau est dite vraie lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dites apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (Rodier J, 1999)

Une eau colorée est peut être due à certaines impuretés minérales (fer) mais également à certaines matières organiques (acides humiques, fulviques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire. Cette élimination devra alors être effectuée à l'usine de traitement avant l'entrée de l'eau dans les réseaux de distributions. (Degremont, 2005).

##### **5.3.1.2. Gout et odeur de l'eau**

L'odeur peut être définie comme : L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Sari, 2014).

Dans le cas d'une eau potable, l'apparition ou le changement de goût et d'odeur peuvent être signe d'activité microbienne et de lacune dans le traitement ou de contamination dans le réseau de distribution. Par ailleurs, une eau traitée peut avoir un goût plus prononcé qu'une eau non potable du fait du chlore résiduel (Lounas, 2009).

### 5.3.2. Paramètres physico-chimique

#### 5.3.2.1. Température (C°)

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes répercussions écologiques (Leynaud G, 1968). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous, de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes (W.H.O, 1987). 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 et dans la détermination du pH d'une façon générale (Rodier, 1996).

#### 5.3.2.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène plus connu sous le nom du pH est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou de base, il est calculé à partir du nombre d'ions d'hydrogène présents. (Rodier, 1996). Le pH de l'eau mesure la concentration des protons  $H^+$  contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Himmi *et al*, 2003).

#### 5.3.2.3. Conductivité électrique (CE) ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau où chaque ion agit par sa concentration et sa conductivité spécifique. La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. (Ould Mohameddou, 2006). Autrement dit la conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $Ca^{2+}$ ) le magnésium ( $Mg^{2+}$ ), le sodium ( $Na^+$ ), le potassium ( $K^+$ ), le bicarbonate ( $HCO_3^-$ ), le sulfate ( $SO_4^{2-}$ ), et le chlorure ( $Cl^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (Hamed *et al*, 2012).

#### 5.3.2.4. Turbidité (NTU)

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoute (Rejsek, 2002).

Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches, entrainement des matières minérales ou organique du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspensions grossières (Rodier *et al.* 2005).

#### 5.3.2.5. Oxygène dissous (mg/l)

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, mais n'est pas un élément constitutif. Sa solubilité est en fonctionne de la température, de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité. (Rejasek, 2002).

L'oxygène dissous conserve ses propriétés oxydantes, soit par une réaction purement chimique, soit par des phénomènes électrochimique, d'où son importance dans le phénomène de corrosion La teneur de l'oxygène dans l'eau dépasse rarement 10mg /l. (Rejasek, 2002).

#### 5.3.2.6. Titre hydrotimétrique (dureté total)

La dureté d'une eau est associée à la présence en solution et à l'état dissous des ions bivalents calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ). La dureté de l'eau provoque (Bensaci T, 2006).

- ✓ La consommation excessive du savon
- ✓ Une corrosion des conduites et des chaudières due à des précipitations du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).
- ✓ La dureté de l'eau est souvent exprimée en degré français ( $^{\circ}\text{F}$ ) ou en mg/l de  $\text{CaCO}_3$ .
  - $1^{\circ}\text{F}=10\text{mg/l}$
  - $(\text{CaCO}_3) 1^{\circ}\text{F}=4\text{mg/l}$
  - $(\text{Ca}^{2+}) 1^{\circ}\text{F}=2.4 (\text{Mg}^{2+})$

### 5.3.2.7. Titre alcalimétrique (TA)

La teneur en hydroxyde (OH), est la moitié de la teneur en carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et un tiers environs des phosphates présents. (Menad et Metadger, 2012) TA: permet de mesurer la teneur totale en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonates, lorsque ces teneurs sont mesurées en méq/l ou °F, ce qui est traduit par la formulation :

$$TA = [\text{OH}] + \frac{1}{2}[\text{CO}_3^{2-}] \text{ méq/l ou } ^\circ\text{F}$$

### 5.3.2.8. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Il correspond à la teneur en ions OH,  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$  pour des pH inférieur, à 8.3, la teneur en ions OH et  $\text{CO}_3^{2-}$  est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls. (Menad et Metadger, 2012).

Le **TAC** Permet de mesurer les teneurs totales en hydroxydes, en carbonates et en Hydrogénocarbonates, en *méq/l* ou *°F*, soit:

$$TAC = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \text{ méq/l ou } ^\circ\text{F}$$

### 5.3.2.9. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) (mg/l)

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (Kemmer F, 1984). Il constitue avec l'ion calcium l'élément significatif de la dureté de l'eau, c'est l'un des ions les plus répandus dans la nature (Rodier J, 2016).

### 5.3.2.10. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (mg/l)

Le calcium est présent dans l'eau sous forme de carbonate. L'eau du robinet est plus ou moins calcaire selon la nature des sols qu'elle a traversés. La dureté de l'eau se mesure en

degré français (°F). Un degré français égal à 4 mg de calcium ou 2,4 mg de magnésium par litre d'eau. On distingue les eaux « douces » (moins de 15 °F), « moyennement dures » à « dures » (de 15 à 35 °F) et « très dures » (plus de 35 °F). L'eau dure souvent qualifiée de « calcaire », et alors montrée du doigt, n'est rien d'autre qu'une eau riche en carbonates de calcium et de magnésium. La contribution de l'eau à l'apport de ces deux cations peut ainsi s'élever de 5 à 15 % de la consommation journalière. La dureté de l'eau ne fait l'objet d'aucune norme, car il n'existe pas de toxicité reconnue pour l'homme (Philippe Beaulieu et Bénédicte Fisset, 2009)

#### **5.3.2.11. Chlorure (mg/l)**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. Les chlorures existent dans la quasitotalité des eaux à des teneurs variable (Ould Kankou, 2004).

### **5.3.3. Indice de pollution**

#### **5.3.3.1. Matières organiques (mg d'O<sub>2</sub>/l)**

Mesure l'oxydation chimique des matières organiques en milieu acide et à chaud par les permanganates de potassium. Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (Berne F et Jean C, 1991).

#### **5.3.3.2. Ammonium (mg/l)**

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale des substances organiques azotées et de la matière inorganique dans les eaux et les sols. Il provient également de

l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestique, industrielle et agricole. Les ions ammonium proviennent de la dégradation des protéines animales (cycle de l'azote), des effluents domestiques (urée) et des ruissellements urbains. L'ammonium étant toxique pour l'organisme humain, la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et un élément indicateur de la pollution (Udert *et al.*, 2003 ; Bonté *et al.*, 2008).

### 5.3.3.3. Nitrates

L'azote des nitrates, comme celui des nitrites et de l'ammoniac, est un des éléments nutritifs des plantes et à ce titre il a donné lieu, au même titre qu'au phosphore, à des études intensives sur le terrain. Les nitrates présents naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de ruissellement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes. Dans les effluents riches en azote organique (protéines, acides aminés, urée...). (Kadiri, 2005). Les effets de nitrate ne sont pas eux-mêmes dangereux pour la santé mais c'est leur transformation en nitrite ( $\text{NO}_2$ ) qui présente un risque potentiel toxique (Caron et Alain, 2007).

### 5.3.3.4. Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne). Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques (Kadiri, 2005). Une teneur d'azote nitreux supérieur à 0,10mg/l suppose un apport d'eaux riches en matières organiques en voie d'oxydation (Rodier J. 2009)

Se sont les conséquences d'oxydation de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en nitrites (par les bactéries du genre *Nitrosomonas*) puis en nitrates (par les bactéries du genre *Nitrobacter*) (Prescott *et al.*, 2018).

### 5.3.3.5. Ortho-phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphate est un élément assez rare mais indispensable à tous les êtres vivants. Il entre notamment dans les cycles énergétiques cellulaires les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (Ramade F, 1982).

Les phosphates proviennent principalement de l'activité agricole, les eaux usées domestiques et de l'activité industrielle (Morabbi et Souabni, 2013) Le dosage de l'Ortho-phosphate est effectué par la méthode colorimétrie et la lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre adapté (Rodier, 2009). Les ions ortho-phosphates en solution acide ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) et en présence de molybdate d'ammonium forment un complexe.

phospho-molybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, donne un complexe de molybdène fortement coloré en bleu. Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur le tartrate double d'antimoine et de potassium. Les ortho-phosphate exprimés en mg/l (Rodier, 1984).

### 5.3.4. Indice indésirables

#### 5.3.4.1. Aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) (mg/l)

En générale la quantité d'aluminium susceptible d'être retrouvées dans l'eau de distribution ne présente pas un caractère toxique pour la pollution lorsqu'il est en solution et un milieu acide, il existe sous forme d' $\text{Al}^{3+}$ , dans une solution dont on élève le PH progressivement, il précipite sous forme d'hydroxyde  $\text{Al}(\text{OH})_3$  qui se dissous sous forme d'aluminate  $\text{AlO}_3$ . Les directives des communautés européennes indiquent comme teneur d'aluminium dans l'eau destiné à la consommation humaine un niveau guide(NG) de 0,05 mg/l et une CMA de 0,2 mg/l l'OMS retient cette même valeur limite de 0,2 mg/l, Les résidus d'aluminium jouent un rôle dans les maladies telles que l'Alzheimer (Rodier, 1997)

#### 5.3.4.2. Fer ( $\text{Fe}^{3+}$ )

Le fer se trouve de manière importante dans les eaux souterraines car c'est un élément de la croute terrestre à raison de 4,5 à 5%. Sa présence dans l'eau dépend des conditions physique et hydrologique (lessivage des terrains, rejets industriels, corrosion des canalisations

métalliques). Une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas contenir plus de 0,3 mg/l de fer (Potelon et Zyman , 1998).

#### **5.3.4.3. Manganèse ( $Mn^{2+}$ )**

C'est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc. Dans les eaux de surface, le manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitements classiques de clarification (Degremont D, 2005).

#### **5.3.5. Indice microbiologie**

L'eau contiennent une multitude de minuscules particules dont certaines sont des microorganismes (Baird et Cann, 2016). La qualité microbiologique de l'eau a une grande influence sur la contamination des produits alimentaires (Carl, 2014). Pour la sécurité sanitaire du consommateur, la recherche des bactéries entrant dans les paramètres microbiologiques obligatoires des eaux est présentée (Delarras, 2010).

##### **5.3.5.1. Coliformes totaux**

Ils sont utilisés comme indicateurs de la qualité microbiologique de l'eau puisqu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Ils sont définis comme étant des bactéries de forme de bâtonnet, sont soit aérobies ou anaérobies facultatives. Ils possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase qui permet l'hydrolyse du lactose (à 35°C) pour produire des colonies rouges avec reflet métallique sur leur milieu gélosé approprié (Inspq, 2003).

##### **5.3.5.2. Coliformes fécaux**

Ils sont thermo-tolérants, les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des microorganismes, comme les salmonelles. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés (Debabza, 2005). L'espèce la plus associée à ce groupe est *Escherichia coli* (ainsi que certaines espèces des genres *Citrobacters*, *Enterobacters* et *Klebsiella*) (Inspq, 2003).

### 5.3.5.3. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont utilisés comme témoins d'une contamination d'origine fécale (Branger *et al.*, 2007). Ils sont des Gram positifs, groupes en chaînettes, anaérobies facultatifs et immobiles (Bourgeois *et al.*, 1991).. En ce qui concerne le genre *Streptococcus*, seuls *Streptococcus bovis* et *S. equinus* possèdent l'antigène du groupe D et font partie du groupe des streptocoques fécaux. on les trouve principalement dans les excréments d'animaux. Bien que ce groupe semble assez ubiquiste, il est généralement considéré comme un indicateur fiable de pollution fécale, car tous sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et de certains animaux à sang chaud, et ont un habitat fécal. En plus, le rôle principal des streptocoques fécaux était de faire partie du rapport coliformes fécaux/streptocoques fécaux utilisé comme indicateur de la nature de la source fécale. Donc la détermination pratique de l'origine de la pollution fécale est indiquée par le rapport CF/SF (Debabza M, (2005).

## 6. Consommation de l'eau en Algérie

L'Algérie a un potentiel hydrique global mobilisable ne dépassant pas les 12,3 milliards m<sup>3</sup> (eaux superficielles). Ce qui offre un volume annuel de 280 m<sup>3</sup>/habitant/an. Avec la mobilisation pluriannuelle de cette eau (barrages), des ressources en eaux souterraines du nord et du sud, du dessalement de l'eau de mer, nous arrivons actuellement aux alentours de 18,2 milliards de m<sup>3</sup>/an, soit 450 m<sup>3</sup>/habitant/an alors qu'en 1962, nous avions 1500 m<sup>3</sup>/habitant/an. L'Algérie est par conséquent largement touchée par le stress hydrique, soit en dessous du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m<sup>3</sup>/habitant/an. En réalité, la quantité disponible est largement suffisante si elle était bien répartie géographiquement. Le problème de l'eau en Algérie trouve son origine à la fois dans le manque d'eau, les changements climatiques, la démographie, le gaspillage, le prix de l'eau, la gouvernance, les fuites, la mauvaise répartition naturelle des eaux, la formation, la recherche, la sensibilisation, l'économie, les textes réglementaires, les financements ... etc. Mais force est de constater que l'Algérie est un pays semi-aride, voire aride. Par conséquent, le manque de précipitations est le principal problème, accentué par les changements climatiques ces 20 dernières années.

La stratégie à adopter contre cette problématique est de traiter toutes ces questions en simultané pour obtenir des résultats probants et rapidement. La stratégie nationale de

développement du secteur de l'eau adoptée en Algérie à travers la loi n°05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau et du PNE (plan national de l'eau) a montré ses limites et demeure largement dépassée. Elle nécessite par conséquent, une révision. Par ailleurs, l'eau de mer est facilement disponible (1600 km de côtes), illimitée et pérenne et près de 80% de la population algérienne vivent à 300 km de la côte. Vu son prix correct et le manque de précipitations, le dessalement devient une solution obligatoire et incontournable. C'est grâce au dessalement que l'on assurera pour l'Algérie du nord, la suffisance en alimentation en eau, la sécurité hydrique et la sécurité alimentaire. D'ici à 2030/2050, l'eau dessalée assurera presque 50% des besoins de consommation de la population. (Kettab A, 2021)

## **7. Consommation de l'eau a Tizi-Ouzou**

Une rareté du précieux liquide et des perturbations dans la distribution étaient prévisibles dès la fin de l'hiver (2017), marqué par une faible pluviométrie qui s'est répercutée directement sur le taux de remplissage du barrage de Taksebt, principale source hydrique dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Ces derniers jours, les préoccupations des consommateurs concernant l'eau de barrage, auparavant limitée à la quantité rationnée et distribuée, se sont étendus pour affecter la qualité de ces produits de première nécessité. La couleur jaunâtre de l'eau du robinet et l'arrière-goût ressenti par les usagers ont créé une atmosphère générale de panique chez les citoyens, qui ont commencé à s'inquiéter pour leur santé malgré les assurances des autorités sanitaires et de l'eau sur la qualité de l'eau (Algérie presse service, 2017)

La division Algérienne des Eaux (ADE) de Tizi-Ouzou, par la voix de son directeur (Amar Berzouk), a rassuré les entreprises clientes que l'eau qu'elles consomment « est potable et ne présente pas de risque de contamination ou de maladie ». Selon lui, le jaunissement et l'arrière- goût sont les effets du limon du barrage qui a vu le niveau de l'eau baisser considérablement ces derniers mois (Algérie presse service, 2017).

Le directeur (Amar Berzouk, 2017) explique que lors du processus de pompage, une grande quantité de boue se mélange au liquide. Malgré l'extraction de tous les résidus au niveau de la station de traitement du barrage équipée de moyens techniques de pointe, l'eau reste colorée et d'odeur boueuse et ne présente aucun danger pour la santé, des examens biochimiques sont régulièrement effectués au niveau du laboratoire ADE, assure-t-il.eau

conduite. En ce qui concerne les irrégularités signalées et les pénuries de distribution dans certaines zones de la Wilaya, notamment Tizirt, Azeffoun et Boudjima dans le nord et des zones dans le sud-est, telles que Bouzeguène, le premier directeur de l'entreprise a expliqué que des efforts sont faits pour parvenir à une distribution équitable à travers rationnement des ressources. Il a, toutefois, reconnu que beaucoup reste à faire pour venir à bout des problèmes liés à la disponibilité de l'eau potable à travers toutes les localités de la wilaya, à l'instar de la rénovation et du renforcement du réseau de distribution, l'installation de brigades d'intervention au niveau des communes, ainsi que l'instauration d'une rigueur disciplinaire à l'égard des agents de l'ADE qui n'assurent pas l'équité dans la distribution et font dans la favoritisme. ( Document interne de Amar Berzouk, 2017)



# **chapitre II: Hydroclimatologie**

Depuis les années 1990, la notion des changements climatiques met en débat les ressources en eau et les risques qui leurs sont liées en les situant au cœur même du problème. (Nichane M. et Khelil M. A. 2009). Selon les experts, à l'horizon 2022 l'Algérie connaîtra une réduction des précipitations de l'ordre de 5 à 13% et une augmentation des températures de 0,6 à 1,1°C. A cet horizon, l'Algérie, pays aride, subit des sécheresses et des inondations récurrentes et les besoins en eau doubleront de volume sous la pression de la croissance démographique et l'urbanisation continue. Le pays connaît déjà une accentuation des sécheresses et donc l'aggravation des phénomènes de désertification, salinisation des sols, pollution des eaux superficielles et par conséquent dégradation progressive des ressources en eau. De même les inondations qui continuent à sévir au nord comme au sud, seraient plus importantes en termes de fréquence surtout durant le printemps et l'automne (Nichane M. et Khelil M. A. 2009).

Les enjeux urbains face à ces risques hydro climatiques se déclinent en terme de disponibilité en eau, hygiène et assainissement, équilibres écologiques et en fin sécurité des personnes et des biens. Ainsi, à l'avenir, l'évènement naturel, probablement plus fréquent et plus fort aura-t-il un impact plus grave tant sur les activités socioéconomiques courantes de fonctionnement et de développement qu'en temps de crise pouvant causer de véritables catastrophes (Kéttab A, 2001).

## **1. Climat**

### **1.1. définition**

Au sens étroit du terme, le climat désigne généralement le « temps moyen »; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique de l'état du système climatique (Dumas *et al.*, 2005). Il se définit comme étant l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné. Il se distingue de la météorologie qui désigne l'étude du temps à court terme et dans des zones ponctuelles (Hufty, 2001). La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles

sur des données atmosphériques locales: température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent. En d'autres termes, le climat, c'est l'ensemble des facteurs météorologiques (des variables de surface comme la température, les précipitations et le vent) qui caractérisent un endroit donné, pendant une période donnée. C'est une présentation synthétique du comportement de l'atmosphère au-dessus d'une région donnée, qui s'appuie sur des statistiques à long terme (Giec, 2007).

Le climat est influencé par une série de paramètres, dont la circulation atmosphérique, la circulation océanique, le relief et l'énergie solaire reçue par la surface terrestre.

## **2. Changement climatique**

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou encore à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres. On notera que la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), dans son Article 1, définit les « changements climatiques » comme étant des « changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables. La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles. (WMO, 2008)

## **3. Température**

La température est une notion d'origine sensorielle, liée à l'impression de chaud et de froid ressentie après un contact thermique. La notion de contact thermique apparaît comme très importante. En physique, on introduit une notion précise, celle de température ; elle se traduit par une valeur numérique, qui croît lorsqu'on chauffe un corps, qui décroît lorsqu'on le refroidit.

La température est une grandeur intensive, c'est-à-dire elle possède la même valeur dans différentes parties du système. Si une variable intensive n'a pas la même valeur dans toute l'étendue d'une phase, le système est hors équilibre (Jagtap S, *et al.*, 2016).

L'objectif esthétique de la température de l'eau dans les recommandations pour la qualité de l'eau potable en Algérie est excellent si elle varie entre 20 et 22°C. Ceci est parce que la plupart des consommateurs se plaignent de l'eau du robinet de 24°C ou plus. L'intensité du goût est la plus grande pour l'eau à température ambiante et est considérablement réduite en refroidissant ou en chauffant l'eau. L'augmentation de la température augmentera également la pression de vapeur des substances volatiles présentes dans l'eau potable et, par conséquent, pourrait entraîner une odeur accrue. Il est également possible que des champignons-micro se développent à l'intérieur des systèmes de plomberie internes des bâtiments, provoquant des plaintes de goût et d'odeurs de moisi ou de terre si la température dépasse environ 25°C. Il est conseillé de limiter au maximum la croissance de ces organismes en utilisant de l'eau froide, car il a été démontré que certaines croissances organiques protègent les bactéries des effets de la chloration (Oram B, (2014).

#### **4. Température de l'eau**

La température de l'eau est critique car c'est une qualité importante dans les paramètres environnementaux. Il est important de mesurer la température de l'eau. En faisant cela, nous pouvons voir les caractéristiques de l'eau telles que les propriétés chimiques, biologiques et physiques de l'eau, ainsi que les effets possibles sur la santé. La température de l'eau est un facteur important en déterminant si une masse d'eau est acceptable pour la consommation et l'utilisation humaine (Oram B, (2014).

- La température dans l'eau régit les types de vie aquatique qui y vivent.
- Il régule la concentration maximale d'oxygène dissous dans l'eau.
- La température influence le taux de réactions chimiques et biologiques.
- Il affecte le niveau d'oxygène dissous dans l'eau, la photosynthèse des plantes aquatiques, les taux métaboliques des organismes aquatiques et la sensibilité de ces organismes à la pollution, aux parasites et aux maladies.

### **5. Répercussions des changements climatiques sur la température de l'eau**

La température de l'eau devrait augmenter en raison des changements climatiques. Cette augmentation pourrait exacerber d'autres changements qui devraient se produire, comme l'augmentation de la charge en éléments nutritifs, la hausse de la fréquence, de la durée et de la gravité de la prolifération d'algues et de cyanobactéries, la plus grande variabilité de la quantité et des caractéristiques du ruissellement, et la fréquence accrue des inondations et des incendies de forêt. Une eau à une température plus élevée peut également occasionner un agrandissement de l'aire de répartition géographique des microorganismes associés à des maladies d'origine hydrique (Awwa, 2021).

Les répercussions des changements climatiques accentueront l'importance de la surveillance de la qualité de l'eau, de la sélection appropriée des procédés de traitement, de la vérification quotidienne des procédés de contrôles et de l'exploitation du réseau de distribution, ainsi que des programmes d'éducation et de sensibilisation. Ainsi, les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient intégrer les risques associés aux changements climatiques dans leurs stratégies de gestion afin d'optimiser la fiabilité, la robustesse et la résilience de leurs systèmes d'approvisionnement en eau potable. (AWWA, 2021)

### **6. Effets du changement climatique sur la température de l'eau**

Le cycle de l'eau joue un rôle important dans la quantité d'eau il y a disponible pour usage et la quantité d'eau disponible pour remplir les lacs et les rivières ainsi que d'autres masses d'eau de surface utilisées par la plupart des communautés. La température de l'eau augmente le taux d'évaporation de l'eau dans l'atmosphère et augmente la capacité de l'atmosphère à retenir d'eau. Le changement climatique peut provoquer une évaporation accrue qui peut assécher certaines zones et entraîner une précipitation excessive dans d'autres zones.

Le changement climatique a des effets divers dans le monde entier, mais un des effets qui est lié à l'eau est que les hivers deviennent plus chauds et plus courts dans certains endroits.

À mesure que les températures augmentent, les gens et les animaux ont besoin de plus d'eau pour se maintenir en bonne santé. Produire de l'énergie dans les centrales électriques, élever du bétail et cultiver des cultures nécessite également beaucoup d'eau. La quantité d'eau

disponible pour ces activités peut être réduite à mesure que la Terre se réchauffe (Ducharne A, 2008).

## 7. Aspecte liés à température de l'eau potable

### 7.1. Effet de la température sur la qualité de l'eau

Les répercussions des changements climatiques spécialement (la température) accentueront l'importance de la surveillance de la qualité de l'eau, de la sélection appropriée des procédés de traitement, de la vérification quotidienne des procédés de contrôles et de l'exploitation du réseau de distribution, Ainsi, les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient intégrer les risques associés aux changements climatiques dans leurs stratégies de gestion afin d'optimiser la fiabilité, la robustesse et la résilience de leurs systèmes d'approvisionnement en eau potable. (Awwa, 2021).

### 7.2. Effet de la température de l'eau sur le procédé de traitement de l'eau potable

Lorsque le traitement chimique est impliqué, la cinétique de réactions chimiques provient généralement avec la variation de la température cette dépendance peut affecte tous les aspects du traitement et de la distribution d'eau potable.

Comme exemple efficacité de l'une des étapes clés du traitement de l'eau, (la coagulation), dépend fortement de la température. En outre, le pH optimal pour le processus de coagulation diminue à mesure que la température augmente. De plus, à mesure que la température diminue, la viscosité de l'eau augmente et le taux de sédimentation diminue. Un temps de décantation plus long n'étant pas disponible dans une usine de traitement d'eau ayant un débit et une capacité de bassin fixes, l'efficacité de l'élimination de la couleur et de la turbidité par coagulation et sédimentation peut être moindre en hiver qu'en été. En raison de la stratification des eaux plus chaudes sur les eaux plus froides du bassin de traitement, de très faibles augmentations de la température (<1°C) de la source d'eau brute diminuent l'efficacité du processus de floculation-sédimentation. Cependant, une conception appropriée des installations et des processus peut résoudre ce problème.

La température affecte le pouvoir de désinfection, la manière dont la désinfection ralentit la croissance et empêche la survie des micro-organismes. Lorsque l'eau a un pH supérieur à 8,5, des températures plus élevées multiplient l'efficacité bactéricide du chlore, ainsi que son efficacité pour tuer certains virus. Certaines études ont montré que le taux de formation de chloroforme dans l'eau brute traitée avec une dose de chlore de 10 mg/L se multipliait à des températures plus élevées. Il a également été constaté que la température de l'eau est peut-être le facteur le plus important influençant la variation saisonnière des concentrations de trihalométhanes. Il est donc important de comprendre comment la température peut causer des problèmes liés au contaminant nocif pour la santé et à l'esthétique au moment d'élaborer et de

mettre en œuvre des stratégies de gestion. (Gouvernement du Canada, 2009). Certaines considérations importantes sont soulignées ci-dessous :

### **7.3. Effet de la température sur les Paramètres physiques**

La température peut influencer sur un certain nombre de paramètres physiques de l'eau potable, notamment la densité, la viscosité, la conductivité, les points d'ébullition et de fusion (de l'eau et des composés dissous). (APHA et AWW et WEF, 2017).

#### **7.3.1. Densité**

L'eau est la plus dense à environ 4 °C. À mesure que l'eau se réchauffe, elle devient moins dense.

Les plans d'eau peuvent se stratifier thermiquement lorsqu'une couche supérieure d'eau de faible densité chauffée flotte sur une couche plus profonde d'eau plus froide. La couche plus dense et plus froide peut devenir anoxique, ce qui entraîne la libération de composés indésirables, comme le manganèse, des sédiments. De même, lorsque l'eau se refroidit, l'eau la plus dense coule, provoquant un renouvellement de l'eau du lac à l'automne. L'eau des installations de stockage peut également être stratifiée thermiquement. Le temps de séjour de l'eau de la couche plus chaude augmente, la quantité de désinfectant résiduel diminue et la vitesse de croissance du biofilm et la prolifération microbologique s'accélèrent. (APHA et AWW et WEF, 2017).

#### **7.3.2. Viscosité**

La viscosité de l'eau est plus élevée à basse température (p.-e. que l'eau crée plus de résistance ou traînée).

Il se peut que certaines particules ne se déposent pas à des températures plus froides, ce qui peut induire un transfert de particules (causant la turbidité) non sédimentées vers les procédés de filtration. De plus, les procédés de filtration sont moins efficaces à des températures plus froides. (APHA et AWW et WEF, 2017).

#### **7.3.3. Points d'ébullition et de fusion**

Les points d'ébullition et de fusion déterminent l'« état » de la matière (p.-e., solide, liquide ou gaz). Dans certains documents la pression de vapeur ou la constante de la loi de Henry est donnée comme mesure de la volatilité d'un composé (soit la capacité de s'évaporer du liquide). (APHA et AWW et WEF, 2017).

Il y a un certain nombre de points à considérer :

- Avis d'ébullition de l'eau - À des altitudes supérieures à 2 000 m, l'eau bout à une température légèrement inférieure et doit être bouillie pendant au moins deux minutes pour que tous les microorganismes pathogènes soient neutralisés.
- Volatilité - La pression de vapeur des composés volatils est directement liée à la température de l'eau; ainsi, à des températures plus élevées, il y aura une plus grande répartition eau-air. Les technologies de traitement par strippage à l'air sont donc plus efficaces à des températures plus élevées.
- Méthodologie d'évaluation des risques – La volatilité des composés est prise en compte lors de l'élaboration de recommandations compte tenu des risques liés à l'ingestion, ainsi qu'à l'inhalation et à l'adsorption cutanée pendant la douche ou le bain. (APHA et AWW et WEF, 2017).

#### **7.4. Effets de la température sur les Paramètres chimiques**

La température peut agir sur un certain nombre de paramètres chimiques de l'eau potable, notamment la solubilité et la vitesse des réactions chimiques.. Il est possible qu'il n'y ait pas de relation simple entre la température et la qualité chimique de l'eau en raison des nombreuses interactions chimiques et biologiques qui se produisent dans un réseau de distribution ou les installations de plomberie et qui peuvent rendre les effets difficiles à prévoir.

##### **7.4.1. Effet sur Solubilité des solides**

La solubilité de la plupart des solides augmente lorsque la température s'accroît. Toutefois, il y a des exceptions notables, notamment pour les composés suivants : (carbonate de calcium, hydroxyde de calcium, phosphate de calcium, silicate de magnésium, hydroxyde de sodium). (APHA et AWW et WEF, 2017).

Un certain nombre de points sont à considérer :

- La solubilité des métaux augmente généralement avec la température. Ainsi, seule l'eau froide du robinet devrait être utilisée pour boire, cuisiner et préparer le lait maternisé.

- Un changement de température peut entraîner la précipitation et la formation de dépôts, ou encore la dissolution et la libération de contaminants co-précipités.
- L'effet est difficile à prévoir et peut varier d'un réseau à l'autre parce que la solubilité de nombreux composés dépend également du pH (APHA et AWW et WEF, 2017).

#### **7.4.2. Solubilité des gaz**

La solubilité des gaz dissous diminue à mesure que la température augmente (c.-à-d. que l'eau froide retient plus de gaz dissous que l'eau chaude). Les gaz dissous importants pour l'eau potable comprennent l'ammoniac, le dioxyde de carbone et l'oxygène.

Un certain nombre de points sont à considérer :

- L'ammoniac, lorsqu'il est présent dans l'eau brute, crée une forte demande d'oxydant et diminue l'efficacité de la désinfection. Il s'agit d'un nutriment qui favorise la prolifération des algues dans la source d'eau et la croissance des microorganismes des biofilms dans le réseau de distribution. Les bactéries nitrifiantes transforment l'ammoniac en nitrite/nitrate.
- Le dioxyde de carbone a un effet considérable sur la stabilité du pH. Pour l'eau souterraine contenant du dioxyde de carbone dissous, on devrait utiliser un pH-mètre en ligne ou un dispositif de mesure sans espace de tête pour obtenir des résultats précis.
- L'oxygène a un effet important sur les conditions redox. Il influence la composition des communautés de microorganismes et fait varier la solubilité liée à l'état redox (p. ex., libération de manganèse dans des conditions anoxiques). Le réchauffement de la température de l'eau attribuable aux changements climatiques devrait réduire la teneur en oxygène dissous et accroître le risque de conditions anoxiques. (Apha et Aww et Wef, 2017).

#### **7.4.3. Vitesse des réactions chimiques**

En général, chaque augmentation de température de 10 °C double la vitesse de réaction. Un certain nombre de points sont à considérer :

- L'oxydation et la réduction chimiques seront plus efficaces à des températures plus chaudes, ce qui signifie que la température est un facteur important à prendre en compte lors de l'utilisation d'oxydants chimiques pour l'inactivation des agents pathogènes.
- La désintégration du désinfectant résiduel dans le réseau de distribution s'accélère à des températures d'eau plus chaudes.
- La vitesse de formation des sous-produits de désinfection augmente généralement avec les températures plus chaudes.
- Les produits d'hydrolyse issus de l'utilisation de coagulants se forment plus rapidement à des températures plus chaudes, ce qui rend le processus plus efficace.
- L'hydrolyse des polyphosphates augmente avec la température et peut libérer du manganèse préalablement séquestré.
- La vitesse de diffusion se rapporte au mouvement des molécules et augmente à des températures plus chaudes (par exemple, la diffusion de l'oxygène, les métaux (APHA et AWW et WEF, 2017)).

### **7.5. Effets sur les paramètres microbiologiques**

L'effet de la température sur les paramètres microbiologiques dépend du micro-organisme et de l'endroit où il se trouve dans le système d'approvisionnement en eau potable. Par exemple, certains microorganismes survivent mieux à de basses températures dans la source, tandis que d'autres prolifèrent à des températures plus chaudes dans le réseau de distribution ou dans les installations de plomberie résidentielles et d'immeubles. Le tableau 03 résume certains des paramètres microbiologiques.

Tableau 02 : Incidence de la température sur certains paramètres microbiologiques.

Paramètre	Commentaire	Relation avec l'eau potable
Agents pathogènes entériques (protozoaires, virus et bactéries)	Le temps de survie augmente à mesure que la température diminue.	Les concentrations peuvent atteindre un sommet à basse température lorsque les procédés de filtration et de désinfection sont moins efficaces
Biofilm (p. ex., bactéries, protozoaires, champignons)	L'activité microbienne augmente avec la température, mais le biofilm peut survivre et croître à toutes les températures de l'eau d'un réseau de distribution de l'eau potable (moins de 4 °C à 30 °C)	La formation et la croissance de biofilms causent de nombreux problèmes de qualité de l'eau. Par exemple, les biofilms peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• héberger des agents pathogènes qui seront relâchés ultérieurement;</li> <li>• consommer le désinfectant résiduel;</li> <li>• produire de la matière organique (p. ex., précurseurs de sous-produits de désinfection);</li> <li>• générer de la turbidité, de la couleur ou des goûts/odeurs désagréables;</li> <li>• favoriser la corrosion et la libération de métaux (p. ex., plomb, cuivre).</li> </ul>
Bactéries nitrifiantes	La croissance optimale se produit entre 20 °C et 30 °C, mais les bactéries nitrifiantes peuvent survivre et croître à toutes les températures d'un	En plus des effets des biofilms mentionnés ci-dessus, les bactéries nitrifiantes transforment l'ammoniac en nitrites et en nitrates.

	réseau de distribution de l'eau potable (moins de 4 °C à 30 °C)	
Legionella	La croissance optimale se produit entre 25 °C et 45 °C, mais Legionella peut survivre et croître à l'extérieur de cette fourchette.	Legionella peut survivre et se développer dans les biofilms et à l'intérieur des protozoaires libres trouvés dans les réseaux de distribution et les installations de plomberie; ils sont résistants aux désinfectants chimiques couramment utilisés.
Complexe <i>Mycobacterium avium</i>	La croissance optimale se produit entre 15 °C et 45 °C, mais les mycobactéries peuvent survivre et croître à l'extérieur de cette fourchette.	Les mycobactéries peuvent survivre et se développer dans les biofilms et à l'intérieur des protozoaires libres trouvés dans les réseaux de distribution et les installations de plomberies; ils sont très résistants aux désinfectants chimiques couramment utilisés.

### 7.6. Effets sur les Paramètres biochimiques

Certains des paramètres physiques et chimiques mentionnés ci-dessus peuvent être fortement influencés par l'activité microbienne. Étant donné que la température de l'eau module la survie et la croissance microbiologiques, les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient tenir compte des effets combinés des interactions physiques, chimiques et biologiques sur la qualité de l'eau. Il est particulièrement important de le faire lorsque des nutriments organiques et inorganiques sont présents (p. ex., matière organique, fer, manganèse, azote, phosphore, sulfate).

La prolifération de cyanobactéries peut être associée à des problèmes de qualité de l'eau en raison de la présence potentielle de toxines cyanobactériennes ou de composés odorants. Les proliférations d'algues et de cyanobactéries constituent également une source de matière organique riche en azote (p. ex., précurseurs de sous-produits de désinfection).

D'autres microorganismes accélèrent les réactions d'oxydation-réduction qui comportent du soufre ou de l'azote. Des bactéries réductrices de sulfates peuvent participer à la tuberculisation des tuyaux métalliques. Le sulfure d'hydrogène produit par ces bactéries génère également des goûts et/ou des odeurs désagréables et peut augmenter la corrosion des tuyaux en métal et en béton. Les bactéries nitrifiantes transforment l'ammoniac en nitrites/nitrates, comme indiqué ci-dessus. D'autres bactéries peuvent à la fois oxyder et réduire le fer et le manganèse. Ces réactions mènent à leur tour à la croissance de biofilms et à l'accumulation de dépôts dans le réseau de distribution. Les contaminants nocifs pour la santé (p. ex., arsenic, manganèse) peuvent s'accumuler dans ces dépôts et être libérés lorsque les conditions de l'eau changent (p. ex., température ou pH). Ces relargages de dépôt sont également généralement associés à une coloration ou à la turbidité.

D'autres microorganismes participent à une métabolisation et à la décomposition (c.-à-d. biodégradation). Les composés biodégradables comprennent la matière organique naturelle, certains acides haloacétiques et certains pesticides. Bien que l'effet net de la biodégradation puisse être une diminution de la concentration de certains composés, la matière organique biodégradable favorise la croissance du biofilm dans le réseau de distribution.

L'activité microbienne dans les réseaux de distribution peut abaisser le pH en raison de la respiration bactérienne issue du biofilm qui produit du dioxyde de carbone. Cela peut entraîner la corrosion et la libération de métaux (p. ex., plomb, cuivre). Des températures de l'eau plus chaudes peuvent exacerber ce problème. (Ccme, 2004).

### **7.7. Effet sur la Qualité de l'eau du réseau de distribution**

La température de l'eau peut changer à mesure que l'eau circule dans le vaste réseau de conduites, de vannes, de bouches d'incendie et d'installations de stockage qui composent le réseau de distribution. Les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient donc élaborer une stratégie pour comprendre et gérer ces changements. Une stratégie comprend généralement une surveillance opérationnelle pour évaluer les tendances dans le but de prévenir ou de corriger les problèmes de qualité de l'eau. Parmi les pratiques exemplaires de gestion des effets de la température mentionnées dans les RQEPC, mentionnons l'optimisation des taux de roulement des installations de stockage et l'installation de mélangeurs pour prévenir la stratification thermique. D'autres éléments importants

comprennent le maintien de conditions de qualité biologique et chimique de l'eau stables et la réduction au minimum des perturbations physiques et hydrauliques.

Il est important de noter qu'un réseau de distribution ayant une durée de résidence de sept jours et une température de  $> 15$  °C nécessitera probablement une stratégie de gestion différente de celle d'un réseau ayant une durée de résidence de trois jours et une température de  $< 15$  °C. Surveiller la température de l'eau dans le réseau de distribution est utile pour comprendre les tendances générales de la qualité de l'eau; établir des relations avec d'autres paramètres (p. ex., désinfectant résiduel) et élaborer des stratégies de gestion appropriées. (OMS, 2014).

# **chapitre III: Matériels et méthode**

### **1. Objectif du travail**

L'objectif de cette étude consiste à étudier l'effet de la température sur les paramètres de l'eau en effectuant des analyses organoleptique physico-chimiques et bactériologique sur des échantillons de l'eau de la station SEEAL du barrage Taksebt après réchauffement et refroidissement de cette eau à plusieurs températures (basses et hautes : 4°, 22°, 37° et 44°) afin de déterminer l'influence de la température sur les différents paramètres de l'eau potable.

### **2. Période et durée du stage**

Dans le cadre de notre stage pratique, qui a duré 02 mois (01 juillet - 31 août), au niveau de la Station de Traitement d'Eau potable SEEAL, nous avons procédé au contrôle, organoleptique, physicochimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage Taksebt.

### **3. Présentation de la zone d'étude**

Taksebt est actuellement un grand barrage hydraulique sur la rivière de Takhoukhth, dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Kabylie. Il est situé entre Ath Irathen et Ait Aissa à 10 Km à l'est de la ville de Tizi-Ouzou. Il est mis en service le 5 juillet 2007, s'étend sur une surface de 550 hectares. Il est alimenté par les eaux de pluie et aussi de la fonte du manteau neigeux du Djurdjura. Il comprend une station de traitement, une station de pompage et des tunnels dont une canalisation de 95 Km pour permettre le transfert de 150 millions de mètres cubes par an. Le barrage est doté d'une capacité de stockage de 175 millions de mètres cubes permettant une régularisation de 180 millions de mètres cubes, destinée à l'alimentation en eau potable (173 000 m<sup>3</sup>/jour pour Tizi-Ouzou, 60 000 m<sup>3</sup>/jour pour Boumerdes et 235 000 m<sup>3</sup>/jour pour Alger).

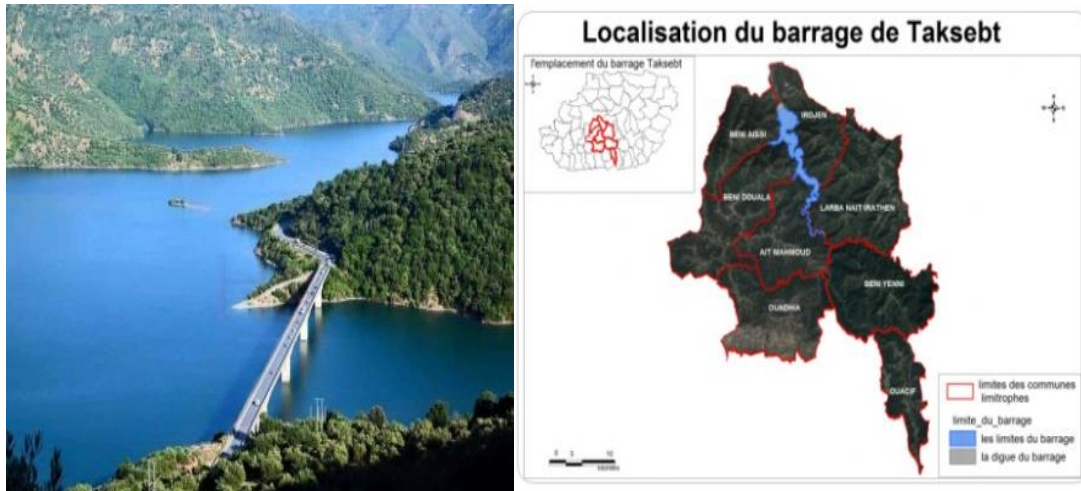


Figure 3: barrage taksebt Tizi Ouzou Figure 4: localisation du barrage taksebt (T.O, Algérie)

#### 4. Présentation de la station de potabilisation SEAAL

La station de traitement de l'eau potable SEAAL est une station importante, elle a été mise en service en 2008 et elle occupe une superficie de 34 hectares et assure l'approvisionnement de trois Wilayas Alger, Boumerdes et Tizi- Ouzou . cette station est alimentée à partir du barrage de Taksebt et la production nominale est de 605000 m<sup>3</sup>/jour elle contient le plus grand réservoir de stockage d'eau traitée en Algérie avec 56,000 m<sup>3</sup> .

Le transport d'eau traitée se fait d'une manière gravitaire de la station jusqu'aux autres réservoirs, le personnel du laboratoire d'analyse de la station assure la surveillance du réseau d'approvisionnement en eau potable et de la prise d'eau brute jusqu'aux point de transferts d'eau aux consommateurs.



**Figure 5 :** Station de traitement seaal à tizi ouzou (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger) (Messir.H 2019)

La production nominale de la station de traitement de Taksebt est de 605 000 m<sup>3</sup>/j (soit 7000L/s) basée sur un approvisionnement en eau brute de 616 000 m<sup>3</sup>/j.

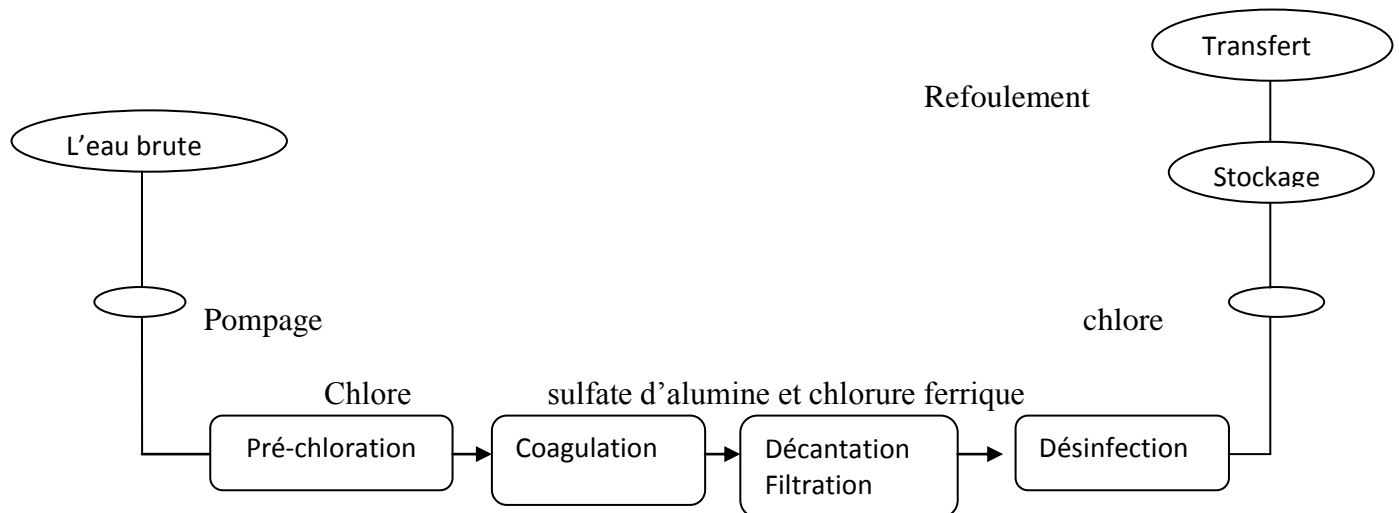


Figure 6: schéma de fonctionnement de la station taksebt (S. Vandermeersch,2006)

## 5. Cadre climatique du barrage Taksebt

### 5.1. Le climat

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau, notamment les précipitations qui constituent le facteur essentiel intervenant par leur répartition mensuelles et journalières.

Ces différents aspects des précipitations plus ou moins modifiés par l'effet combiné des autres paramètres physiques (altitude et exposition), et climatiques (température et évapotranspiration), permettent d'expliquer quantitativement les variations des composantes du régime hydrologique de la région d'étude.

#### 5.1.1. La température à Tizi Ouzou

La température est l'un des facteurs les plus importants du climat. Elle agit sur la répartition de l'eau qui s'opère par le phénomène de l'évapotranspiration. Elle agit aussi sur l'activité et la répartition des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère. Elle constitue aussi un facteur important dans la distribution des organismes. En effet, elle a une influence sur le processus biologique.

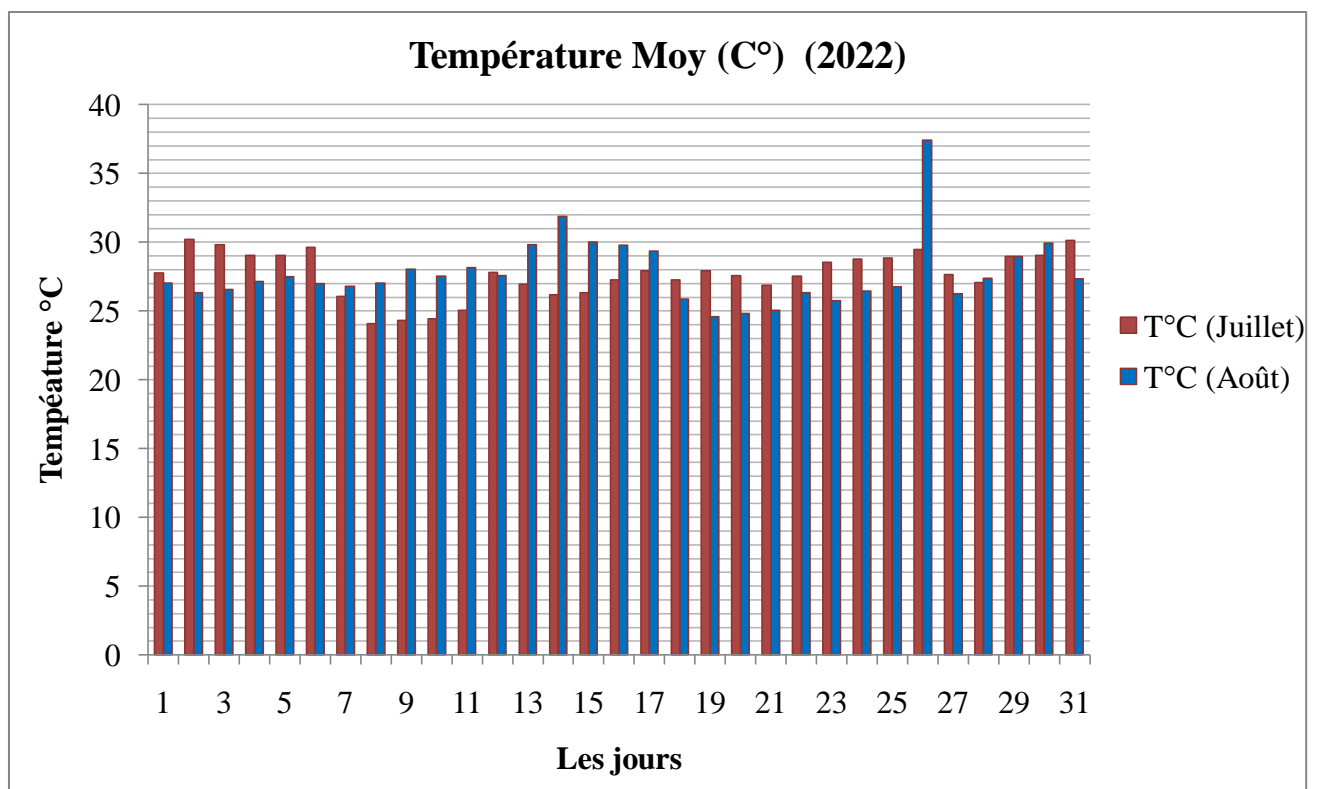
- **En juillet :**

En général, le climat est chaud et sec à Tizi Ouzou. Le thermomètre atteint un maximum de 32°C, la minimale saisonnière est de 24°C. Ce qui fait qu'en moyenne, la température en

juillet à tizi ouzou est de 28°C. Ces températures sont bien de celles enregistrées en 2021 avec une maximal record de 42°C et une minimal record de 15°C en 2016.

- **En aout :**

Le climat est sec et chaud. Le thermomètre atteint en moyenne un maximum de 32°C, et une minimal saisonnière de 24°C, avec une moyenne de 28°C environ. En 2021 on a enregistré une maximale record de 43°C contre une minimale record en 2016 de 17°C.



**Figure 7 :** Evolution quotidienne moyenne des températures en mois de juillet et Août du barrage taksebt Tizi Ouzou (2022)

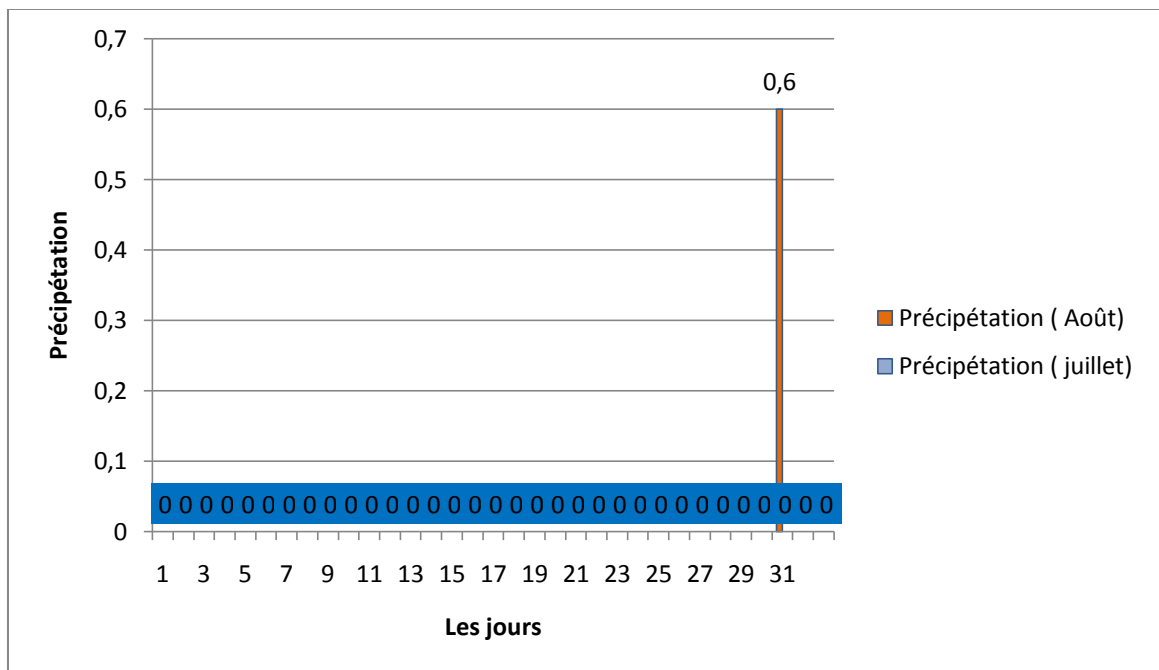
### 5.1.2. Précipitations

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la réparation des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limniques, tels les mares et les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement.

A partir des données de la station météorologique de Boukhalfa, sur une période de deux mois soit (**juillet et août 2022**).

On constate que le climat à Tizi-Ouzou à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre est considéré comme sec, il ne pleut jamais dans cette période ou très rarement. Pour la période de notre étude nous avons constaté que le mois de **juillet** était sec (pas de précipitation durant tout le mois).

Le mois **d'août** était considéré comme le mois le plus chaud à T.O. il est caractérisé par une forte sécheresse avec de légères averses très rares comme on peut le remarquer dans l'histogramme ci-dessous il y a pratiquement pas de pluie (quelqueaverse au dernier jour de ce mois avec un cumul de 0.6mm)



**Figure 8** : Evolution quotidienne moyenne des précipitations au mois d'août et juillet du barrage de Tizesbt Tizi Ouzou (2022)

### 6. Méthodes d'échantillonnage

Notre étude expérimentale consiste à effectuer des prélèvements (p1, p2, p3 et p4) en vue d'une analyse organoleptique, physico chimique et bactériologique de l'eau traitée et l'eau brute.

Les analyses organoleptiques, bactériologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de traitement des eaux du barrage de TAKSEBT(SEAAL).

Les échantillons sont pris dans des bouteilles en P.E.T (Polyéthylène) de 1 litre. Les bouteilles sont rincées plusieurs fois avec de l'eau à analyser puis remplies totalement pour éviter la pénétration de l'air.

Pour les échantillons de l'étude bactériologique, ils sont pris dans des bouteilles en P.E.T (Polyéthylène) de 1 litre bien nettoyé et stérilisé puis remplies à 1/3 pour laisser une présence de l'air dans le flacon

Durant cette étude, nous avons réalisé 04 prélèvements (p1, p2, p3 et p4) qui correspondent à 4 dates différentes :

- Le 06 /Juillet /2022.
- Le 24/ Juillet /2022.
- Le 07/ Aout /2022.
- Le 21 /Aout/2022

Les prélèvements ont subits des réchauffements (37C° et 44C°) et des refroidissements (4C° et 22C°)

### ➤ **Pour l'eau brute**

Le prélèvement s'effectue à partir d'une conduit qui se trouve à l'extérieur, avant d'arriver au robinet du laboratoire

### ➤ **Pour l'eau traitée**

Le prélèvement s'effectue à partir d'un robinet, qui se trouve dans le laboratoire d'analyse, ouvert 24h/24h pour ne pas modifier les paramètres organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques de l'eau.

Nous avons utilisé 04 bouteilles pour l'eau traité et 04 bouteilles pour l'eau brute. Les bouteilles sont étiquetées pour faciliter leur identification. Chaque étiquette doit porter le nom de l'eau a analyse (eau traité ou brute) par un code (ET, EB), et la température à laquelle elle sera réglé (4°C, 22°C, 37°C, 44°C).

## 6.1. Matériels utilisés

### ❖ Verreries

- Pipette gradué,
- Béchers,
- Erlenmeyers,
- Fiole jaugées,
- Cellules d'analyse,
- Capsule en verre,
- Burette,
- Pissette d'eau distillée,
- Filtres membranaires de (0,45µm),
- Eprouvettes graduées,
- Boîtes de pétri stériles,

### ❖ Matériels

- Etuves (37C° ; 44C°),
- Réfrigérateurs (4C° ; 22C°),
- Oxymètre, (**VWR OX 4000 L**)
- Conductivimètre, (**WTW ionLab Terminal-740**).
- Thermomètre,
- PH mètre, (**WTW ionLab pH730**)
- Agitateur magnétique,
- Turbidimètre, (**HACH 2100N**)
- Chloromètre, (**HACH DR/890**)
- Spectrophotomètre, (**HACH LANGE DR 6000**)
- Plaque chauffante
- Hotte
- Bec benzène,
- Pince,
- Rampe de filtration,

### ❖ Produits (réactifs)

- Réactif 02 : nitriver 03
- Réactif 01 : nitriver 06
- Phosver 3 phosphate
- Acide nitrique HNO<sub>3</sub> 69%
- Réactif A (ammonium acétal, sodium acétal)
- Réactif B (acide ascorbique, sodium thiosulfate)
- Solution d'aluminium standard (pour préparer le QC)
- Tubes d'aluminium (comportant un produit a l'interieur)
- Phénophtaléine
- Eau distillée
- Acide sulfurique N /25 (dosage TA et TAC )
- Indicateur coloré : méthylorange
- Acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Solution tampon (ammonium+chlorure d'ammoniaque d'un PH=10)
- Solution EDTA (éthyle diamétrique)
- Indicateur coloré : mordant noir Solution de NaOH

## **7. Analyses organoleptiques**

En premier lieu dans notre eau traitée on élimine les traces de javel, avec une solution de thiosulfate, puis on laisse les échantillonner (2) heure pour les reposer.

### **7.1. Test de goût**

Son principe est la préparation, avec une eau sans gout dite « eau de référence », d'une série de dilutions de l'eau à examiner. Dégustation de ces dilutions, en commençant par les plus diluées, pour déterminer celle qui correspond au seuil d'apparition

Faire effectuer les mesures par une équipe d'au moins trois dégustateurs, Avant de déguster l'une quelconque des dilutions, se rincer la bouche avec de l'eau de référence.

prendre un peu d'eau dans la bouche, la faire voyager d'un côté à l'autre ; faire, au besoin, passer un peu d'air au travers, en entrouvrant un peu les lèvres et en aspirant ; rejeter l'eau. Lorsque le seuil d'apparition a été atteint se rincer la bouche et recommencer la dégustation de la dilution correspondante pour s'assurer du bien-fondé de la première impression. Tenter, dans la mesure du possible de définir le gout décelé.

### **7.2. Test d'odeur**

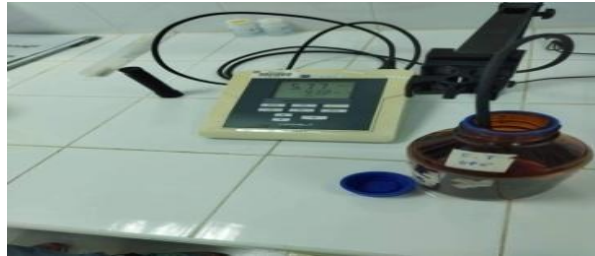
L'eau destinée à la consommation humaine doit être inodore. Une eau qui comporte une odeur est synonyme de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition, ce qui est trop dangereux pour la santé des consommateurs. L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive

## **8. Analyse physicochimique**

### **8.1. Oxygène dissout**

La méthode utilisée pour la mesure de l'oxygène dissous est électrochimique. La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable, engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution. l'appareil de mesure utilisée est l'oxymètre.

La mesure se fait avec un oxymètre. L'appareillage est composé d'un boîtier d'acquisition et d'une sonde. La sonde est constituée d'une électrode de température, d'une électrode de mesure et la vérification de l'étalonnage de l'appareil se fait avec de l'eau distillée, puis immerger la sonde dans l'eau à analyser (eau brute et traitée) et lire la valeur sur l'appareil ci-dessous. (La concentration en oxygène dissous, est exprimé en  $\text{mg/l}$ ).



**Figure 9:** Oxymètre (photo original)

## 8.2. Conductivité électrique (CE)

Désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. (HADDAD et al., 2014). Plus une solution contient de sel, d'acide ou de base, plus sa conductivité est élevée.

On allume le conductivimètre (WTW inoLab Terminal-740). On plonge la sonde dans l'échantillon et attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture de la conductivité et de la température en même temps. Le résultat obtenu est exprimé en  $(\mu\text{S/cm})$  et en degré Celsius.



**Figure 10 :** Conductivimètre (photo original).

### 8.3. Température

La température de l'eau est mesurée à l'aide du conductimètre. Après introduction de la sonde de l'appareil dans l'échantillon, la température de ce dernier s'affiche directement sur l'écran de l'appareil, en plus de la conductivité. Elle est donnée en °C.

### 8.4. Mesure du pH

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés

Nous avons étalonné le pH mètre avec une solution tampon à pH=7. Mettre un agitateur avec une faible agitation. Tremper l'électrode dans l'échantillon. Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation. Puis noter le pH. Les mesures sont exprimées en unités de pH.



**Figure 11:** pH mètre (photo original).

### 8.5. Turbidité

La turbidité d'une eau due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. La turbidité peut être évaluée par un certain nombre de méthodes qui sont pratiquées suivant les nécessités sur le terrain ou au laboratoire. Le principe consiste à comparer entre la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par un gamme étalon de solution de formazine

Remplir une cuvette de mesure avec de l'eau à analyser (eau traitée et eau brutes) bien essuyée avec du papier hygiénique en vérifiant l'absence de bulle d'air, puis effectuer rapidement la mesure avec un turbidimètre. La mesure est obtenue directement en NTU (Nephelometry Turbidity Unit).



**Figure 12 :** Turbidimètre (photo originale).

### 8.6. Teste chlore

Pour avoir l'efficacité de la désinfection en s'appuyant sur les paramètres de pollution

- Remplir une cellule en verre de 10 ml avec l'échantillon (eau traité )
- Essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans l'appareil en dirigeant le trait de remplissage de la cellule au trait indiqué sur l'appareil
- Sélectionner (zéro) indication à l'écran : 0,00 mg /l Cl<sub>2</sub>
- Remplir une cellule de 10 ml de l'échantillon à analyser
- Transférer le contenu du réactif (DPD1) dans la cellule

- Agiter la cellule pendant 20 secondes pour homogénéiser. Une coloration rose apparaîtra en présence du chlore libre après l'adjonction du réactif.
- Essuyer l'extérieur de la cellule contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de la cellule, appuyer sur (Read).



**Figure 13 :** Chloromètre (photo original).

### 8.7. Couleur

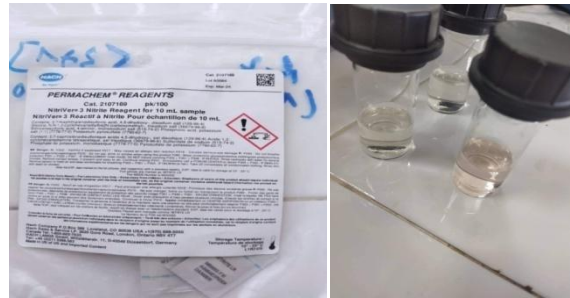
- Appuyer sur « programme enregistré », puis sur sélectionner par numéro (introduire le numéro 120)
- Rincer la cuve et la remplir avec de l'eau distillée (le blanc)
- Bien essuyer la cuve et la placer dans le spectrophotomètre.
- Appuyer sur « zéro » pour faire lire le zéro.
  
- Rincer et Remplir la cuve (en quartz) avec l'échantillon à analyser
- Bien essuyer
- L'introduire dans le spectrophotomètre et lire le résultat directement sur l'écran, à 455 nm (en unités Hazen)



**Figure 14 :** spectrophotomètre (photo original).

**8.8. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**✓ **Méthode HACH**

- Verser 10 ml de l'échantillon dans une cellule.
- Réactif 02 : nitriver 03
- Sélectionner sur spectrophotomètre (**HACH LANGE DR 6000**) « programme enregistré » puis « sélectionner par numéro » (programme 371).
- Faire la lecture on faisant passer d'abord le blanc qui est l'échantillon puis faire passer les autres échantillons.
- La teneur en nitrite s'affiche sur l'écran en mg /l

**Figure 15 : Dosage Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )****8.9. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**✓ **Méthode HACH**

- Verser 15 ml de l'échantillon dans la cellule
- Ajouter le premier réactif (nitraver 06)
- Agiter et laisser reposer 03min.
- Enlever 5 ml de cette solution et en rajoute au 10 ml qui reste le deuxième réactif (nitriver 03)
- Puis agiter.
- Laisser un temps de contacte 13 min.
- Sélectionner sur le spectrophotomètre (**HACH LANGE DR 6000**) « programme enregistré » puis « sélectionner par numéro » (programme 359). Faire la lecture on faisant passer d'abord le blanc qui est l'échantillon pour lire le « zéro » puis passer les autres échantillons.
- Le teneur en nitrate s'affiche sur l'écran en mg/l.



Figure 16 : Dosage Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

### 8.10. Ortho phosphates

#### ✓ Méthode HACH

- Verser 10 ml de l'échantillon dans une cellule.
- Ajouter le réactif (Phosver 3 phosphate).
- Sélectionner sur spectrophotomètre (**HACH LANGE DR 6000**) « programme enregistré » puis « sélectionner par numéro » (programme 490).
- Faire la lecture on faisant passer d'abord le blanc qui est l'échantillon puis faire passer les autres échantillons.
- La tenue en phosphate s'affiche sur l'écran en mg /l.



Figure 17 : Dosage ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

### 8.11. Dosage de l'aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) par la méthode LCK 301

- Acidifier les échantillons, on ajoutant une goutte d'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  dont le PH doit être compris entre 2.5 à 3.5. (Une valeur de pH plus haute provoque des précipitations sous forme de complexes avec l'Aluminium et de ce fait les résultats mesurés seront trop faibles).

- Pipeter 2 ml de la solution A (LCK301 A) et les introduire dans le tube à LCK301.
- Pipeter 3 ml de l'échantillon et les introduire dans le tube à LCK301
- Introduire dans le tube à LCK301 une cuillère rasée du réactif B(LCK301)
- Fermer le tube et mélanger le contenu jusqu'à la dissolution du réactif B puis le laisser 25min
- Une fois les solutions sont prêtes, on introduit le tube du blanc (**ZEROLCK301**) dans la porte cuvette adéquat au tube de **LCK301** du spectrophotomètre DR6000.
- On introduit le tube d'eau traitée et puis lire directement la concentration en mg/l.



**Figure 18 :** Dosage de l'aluminium ( $Al^{3+}$ ) par la méthode LCK 301

### 8.12. Titre alcalimétrique (TA)

Il permet de connaître les teneurs de l'eau en carbonates et bases fortes présentes dans l'eau. Cette analyse se fait en présence de phénophtaléine qui vire de l'incolore au rose à un  $pH < 8.3$

- Dans un erlenmeyers, prélever 100ml d'eau à analyser (échantillon)
- Ajouter 1 à 2 gouttes de solution de phénophtaléine
- Apparition d'une couleur rose (dans le cas contraire le TA est nul. cela ce produit des que le  $pH$  est inférieure à 8.3).
- A l'aide d'une burette on verse l'acide dans l'erlenmeyers toute en agitant jusqu'à décoloration complète de la solution ( $pH=8.3$ )
- Noter le volume en ml d'acide utilisé pour obtenir le virage.



Figure 19 : Titre alcalométrique (TA) (Photo originel)

❖ *Expression des résultats :*

$$TA = Vt \times 10 \text{ (Mg/l)}$$

### 8.13. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC est la grandeur utilisée pour mesurer le taux de d'hydroxyde, de carbonate et de bicarbonate d'une eau

- Mesurer à l'aide d'une éprouvette 100 ml de l'échantillon, les verser dans un erlenmeyers.
- Ajouter trois gouttes d'un indicateur coloré le méthylorange apparition d'une couleur jaune.
- Titrer avec de l'acide sulfurique  $H_2SO_4$  jusqu'à l'apparition d'une couleur de rose pale.
- Noter le volume en ml d'acide utilisé pour obtenir le virage de couleur.



**Figure 20** : Titre alcalimétrique complet (TAC) (Photo originel)

❖ **Expression des résultats**

$$TAC = Vt \times 10 \text{ Mg / l}$$

#### 8.14. Titre hydrométrique (TH)

La dureté totale d'une eau est définie par la quantité d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  (dureté calcique) et  $\text{Mg}^{2+}$  (dureté magnésienne) présente dans cette eau.

- Mesurer à l'aide d'une éprouvette 50 ml de l'échantillon, les verser dans un erlenmeyers.
- Ajouter 2 ml de la solution tampon (ammonium+chlorure d'ammoniaque d'un PH=10).
- Ajouter trois gouttes d'un indicateur coloré le mordant noir, bien mélangé jusqu'au à ce que la prise d'essai se colore en violet.
- Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, on versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage bleu. La couleur ne doit plus changer par addition d'une goutte supplémentaire de la solution de l'EDTA.
- Noter le volume en ml.



**Figure 21** : Titre hydrométrique (dureté total TH) (photo original)

❖ *Expression des résultats*

$$TH = V_2 \times 2 \times Fc \times F (\text{°F})$$

Avec :

- **TH** : dureté exprimé en °F.
- **V<sub>2</sub>** : est le volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination du TH.
- **Fc** : facture de correction de l'EDTA.
- **F** : facture de dilution.
- 

**8.15. Dureté calcique**

- Mesurer à l'aide d'une éprouvette 50 ml de l'échantillon, les verser dans un erlenmeyer.
- Ajouter 2 ml de la solution NaOH.
- Ajouter une pincée d'un indicateur coloré le murexyde, apparition d'une couleur rose.
- Titrer avec l'EDTA jusqu'à l'apparition d'une couleur violet.



**Figure 22 :** Dureté calcique ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (photo original)

### Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{2+}] = [(C_1 \times V_1 \times A) / V_0] \times Fc \times 1000 \times F \text{ Mg/l}$$

Avec :

- **C<sub>1</sub>** : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/l).
- **V<sub>0</sub>** : est le volume, en millilitre, de la prise d'essai (50ml).
- **V<sub>1</sub>** : est le volume, en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage.
- **A** : est la masse molaire de calcium (40.08 g/mol).
- **Fc** : facture de correction du titre.
- **F** : facture de dilution.

### 8.16. Dureté magnésienne

Elle est déterminée par la relation suivante :

$$TH_{\text{Mg}^{2+}} = TH - TH_{\text{Ca}^{2+}} \text{ Mg/l}$$

#### ❖ Expression des résultats

$$TH_{\text{Mg}^{2+}} = [(C_1 \times (V_2 - V_1) \times A) / V_0] \times Fc \times 1000 \times F \text{ (Mg/l)}$$

Avec :

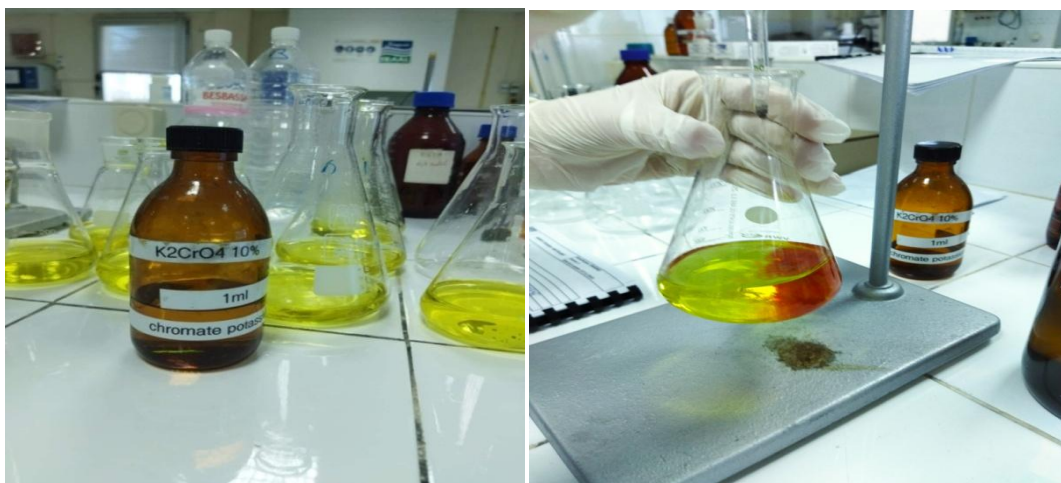
- **TH** : dureté exprimé en °F.
- **Mg<sup>2+</sup>** : la teneur en magnésium exprimé en mg/l.

- $V_2$  : est le volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination du TH.
- $V_1$  : est le volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium selon le mode opératoire « dosage de calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA ».
- $F_c$  : facteur de correction de l'EDTA.
- $F$  : facteur de dilution.
- $C_1$  : concentration de la solution EDTA (0.01 mol/l).
- $V_0$  : est le volume, en millilitre, de la prise d'essai (50ml).

### 8.17. Chlorures

La réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent (Ag Cl) insoluble qui précipite. Ce précipite réagit avec l'indicateur ( $K_2CrO_4$ ) pour former de chromate d'argent, brun rouge ( $Ag_2CrO_4$ ).

- Mesurer à l'aide d'une éprouvette 100 ml de l'échantillon et 100 ml d'eau distillé (le blanc) et les verser dans des erlenmeyers.
- Ajouter 1 ml de la solution de dichromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) pour chaque erlenmeyer, apparition d'une couleur jaune.
- Titrer avec du nitrate d'argent  $AgNO_3$  jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.



**Figur 23:** dosage des chlorur ( $Cl^-$ ) (photo originel)

## ❖ Expression des résultats

$$C_{Cl^-} = (V_S - V_B)C \times f \times F_c / V_a \text{ Mg/l}$$

- $V_S$  : est le volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage de l'échantillon.
- $V_B$  : est le volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage du blanc
- $V_a$  : est le volume en millilitre, de l'échantillon pour essai (prendre en compte des dilutions s'il y en a).
- $C$  : est la concentration réelle exprimée en mole par litre, de la solution de nitrate d'argent, éventuellement corrigée du coefficient correcteur.
- $F$  : 35453 (masse molaire du  $Cl^- \times 1000$ , exprimé en mg/mol).

**8.18. Matière organique**

Ce dosage consiste à déterminer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction de permanganate de potassium  $KMnO_4$  par la matière organique d'origine animal ou végétal contenue dans l'eau.

- Mesurer à l'aide d'une éprouvette 100 ml de l'échantillon et 100 ml de l'eau distillée qui correspond au blanc et les déverser dans des erlenmeyers.
- Faire chauffer légèrement sur une plaque chauffante puis ajouter 20 ml d'acide sulfurique pour chaque erlenmeyers afin d'acidifier le milieu.
- Ajouter 20 ml de  $KMnO_4$  pour chaque erlenmeyers (obtention d'une couleur violet), dès qu'ils atteignent l'ébullition chronomètre 10 min.
- Eteindre la plaque chauffante, ajouter 20 ml de  $Na_2C_2O_4$  pour chaque erlenmeyers afin de décolorer le milieu.
- Titrer la solution de blanc avec le  $KMnO_4$  jusqu'à l'apparition d'une couleur de rose pale, la valeur obtenu correspond au volume de blanc.
- On décolore une autre fois la solution de blanc avec 20 ml de  $Na_2C_2O_4$  afin de déterminer la valeur retour de blanc

- Titrer avec  $\text{KMnO}_4$  les autres échantillons jusqu'à l'apparition d'une couleur de rose pale
- Noter les valeurs des volumes trouvés



**Figure 24:** La méthode dosage de la matière organique par le principe de la titrimétrie à chaud. (Photo originel)

### *Expression des résultats*

$$IMn = (V_1 - V_0) / V_2 \times f$$

### **Avec :**

- $V_0$  : est le volume, en millilitres de permanganate dans le dosage du blanc.
- $V_1$  : est le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.
- $V_2$  : est le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrant
- $f$  : est le facteur correctif utilisé, compte tenu des unités, pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygène par litre. F théorique est égal à 16.

## 9. Analyse bactériologique

Le contrôle de la qualité microbiologie de l'eau repose sur la recherche d'indicateur de contamination fécale, qui est la contamination bactérienne la plus répandue, elle est suivie par la présence d'une bactérie témoin: l'Escherichia- coli, germe habituel de la flore intestinale des animaux et des hommes, qui se répand dans les matières fécales, la présence d'E-coli dans l'eau révèle une contamination fécale.

### ❖ Méthode par filtration

On procède à la filtration sur membrane de 100 ml d'eau puis la membrane est mise en culture sur une gélose nutritive (figure 15), avant d'être incubée pour une durée et à température idéale suivant le germe. Cette méthode nous a permis de dénombrer les entérocoques intestinaux, les coliformes, Escherichia coli, et les spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices.



**Figure 25 : Dispositif de filtration (photo original)**

#### 9.4. Dénombrement des coliformes totaux et Escherichia coli

Consiste à la recherche et le dénombrement des Escherichia coli et les bactéries coliformes totaux par la méthode de filtration sur membrane.

- Stérilisation des mains.
- Stérilisation de la pince et de la rampe à l'aide d'un bec bunsen.

- Codifier les boîtes pétries en mentionnant la date et le nom de l'échantillon.
- Mettre en place de façon aseptique un filtre d'une porosité nominale de 0,45  $\mu$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Verser 100 ml de l'échantillon après agitation.
- Actionner la pompe pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Après absorption de l'eau, récupérer le filtre et le transférer dans une boîte de pétri sur une gélose préalablement préparée (CCA) en évitant les bulles d'air.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.
  - La présence d'*Escherichia coli* est destinée par l'apparition des colonies d'une couleur bleu.
  - La présence de coliformes totaux est destinée par l'apparition des colonies d'une couleur rouge.

#### 9.5. Dénombrement des streptocoques fécaux

Consiste à la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux dans l'eau par méthode de filtration sur membrane.

- Stérilisation des mains.
- Stérilisation de la pince et de la rampe à l'aide d'un bec bunsen.
- Codifier les boîtes pétries en mentionnant la date et le nom de l'échantillon.
- Placer le filtre d'une porosité nominale de 0,45  $\mu$  entre la membrane poreuse et insérer l'entonnoir.
- Verser 100 ml de l'échantillon après agitation.
- Actionner la pompe pour absorber l'eau à travers la membrane.

Après absorption de l'eau, récupérer le filtre et le transférer dans une boîte de pétri sur une gélose préalablement préparée (Slanetz et Bartley) en évitant les bulles.

# **Chapitre IV: Résultat et Discussion**

## 1. Paramètres organoleptiques

### 1.1. Goût et odeur

Les sens du goût et de l'odorat chez l'être humain sont inséparables. au court de nos analyses du test de gout de l'eau traité à plusieurs températures on a constaté que le gout du chlore apparait lorsque la température est basse (4°C et 22°C). Mais plus la température augmente plus le gout de l'eau devient désagréable à insupportables dans les 37°C et 44°C, Car a cette température le chlore commence à s'évaporer et Les buveurs préfèrent l'eau froide à l'eau tiède. D'après (State Water Quality Control Board, 1963), en règle générale, une température de 10 °C convient au consommateur. La limite de 19 °C, souvent citée comme constituant le seuil de tolérance dont le dépassement suscite les récriminations de la plupart des consommateurs (Burnson B, 1938). C'est à la température de la pièce que l'eau affiche le goût le plus prononcé et que ce goût s'atténue considérablement lorsque l'eau est refroidie ou réchauffée. L'échelle de la sapidité suit la courbe de température suivante : 22°C > 37°C > 55°C > 0°C (Pangborn R.M. et Bertolero L.I 1972). Notre test de gout confirme qu'au réchauffement de l'eau traitée du barrage Taksebt à 37°C et 44°C le gout est de plus en plus prononcé et imbuvable pour les gouteurs.

Quant au test d'odeur pour (l'eau traitée) du barrage de taksebt. On a procédé aux tests d'olfaction de l'eau à des températures différentes (4°C ; 22°C ; 37°C et 44°C). l'eau présente une odeur du chlore a 4°C et 22°C, par contre à 37°C et à 44°C notre eau sentait la terre et l'œuf pourris qui est une odeur désagréable. D'après (Pangborn et Bertolero, 1976), une hausse de température accroît la tension de vapeur des matières volatiles présentes dans l'eau potable à l'état de traces et peut, de ce fait, accentuer l'odeur de l'eau. Selon (Rodier *et al.* 2009), une eau destinée a l'alimentation doit être inodore incolore et agréable a boire. En effet, toute odeur est signe de pollution ou de la présence de matière organique en décomposition.

1.2.Couleur

D’après (Maudling J.S. et Harris R.H 1968). La température exerce un effet indirect sur la couleur puisqu’elle agit sur la coagulation. L’efficacité de cette dernière dépend beaucoup de la température.

Les résultats représentés dans la (figure 26), montrent que les valeurs enregistré au cours de notre étude relève une augmentation important de la couleur entre 4°C et 44°C elle varie entre (6.58 et 16.75 unité Hazen), avec un maximum (16.75 unité Hazen à 44°C).

La couleur élevées sont probablement liée à l’augmentation de la température. Nous résultat confirme que plus la température augmente plus la couleur est intense. Ce qui conduit à la diminution de l’efficacité du traitement. Ces valeurs traduisent une eau qui contient des substances dissoutes, à la présence de métaux tels que le fer, le manganèse et le cuivre, substances humiques et des matière en suspension (Black A.P et Christman R.F, (1963). Lamar W.A et Goerlitz D.F, (1966). AWWA, (1970)., responsables de sa coloration.

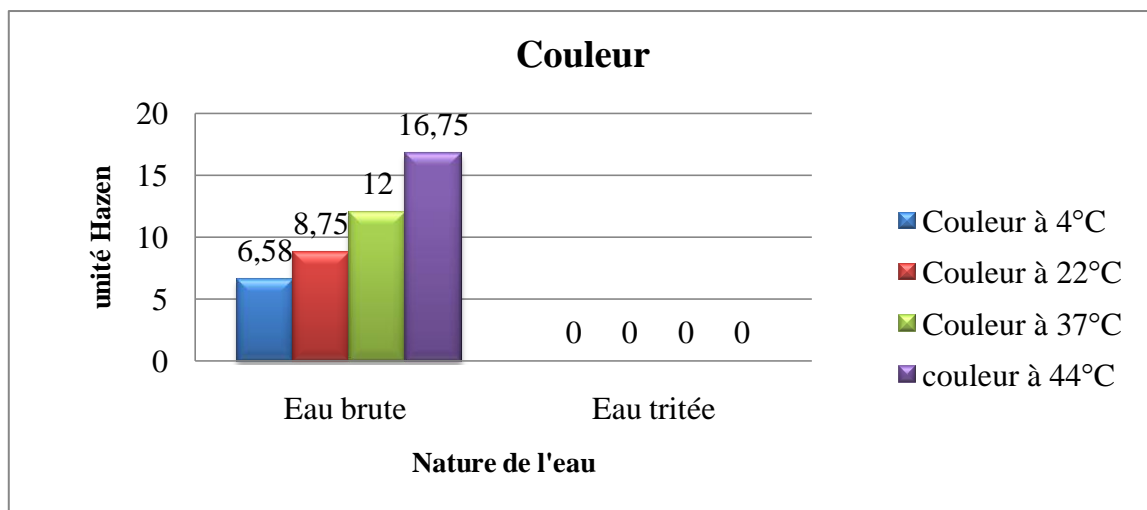


Figure 26 : Evolution de la couleur d’eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.

Une étude effectuée par les auteurs (Spring W, 1908; Duclaux J et Wollman E, 1912) qui ont travaillé sur « la couleur et la constitution de l’eau » qui ont trouvé que la couleur de l’eau devra dépendre de la température. Pour le vérifier, ils ont fait l’expérience d’entourer un

tube de 6 mètres, sur toute sa longueur, d'une hélice de fil métallique parcourue par un courant électrique, l'ensemble étant protégé contre le refroidissement par deux couches de ruban de feutre. ; on arrête le courant quand le tube est chaud ils avez cependant pu dépasser ainsi la température de 30° ; la température la plus basse étant de 3°, les mesures ont montré que cet intervalle de 30, était suffisant pour mettre en évidence le changement de teinte. D'après ces mesures, la couleur de l'eau à 0° (obtenue par extrapolation) est, pour une épaisseur de 6 mètres, égale comme nuance et comme intensité à celle d'une solution à 40/0 de sous une épaisseur de 2 centimètres; c'est-à-dire d'un bleu assez pur. A mesure que la température s'élève, la couleur devient plus pâle et tourne au vert. En se refroidissant, l'eau reprend sa couleur bleue ; il s'agit donc bien d'une modification réversible commandée par la température.

## 2. Paramètres physico-chimique

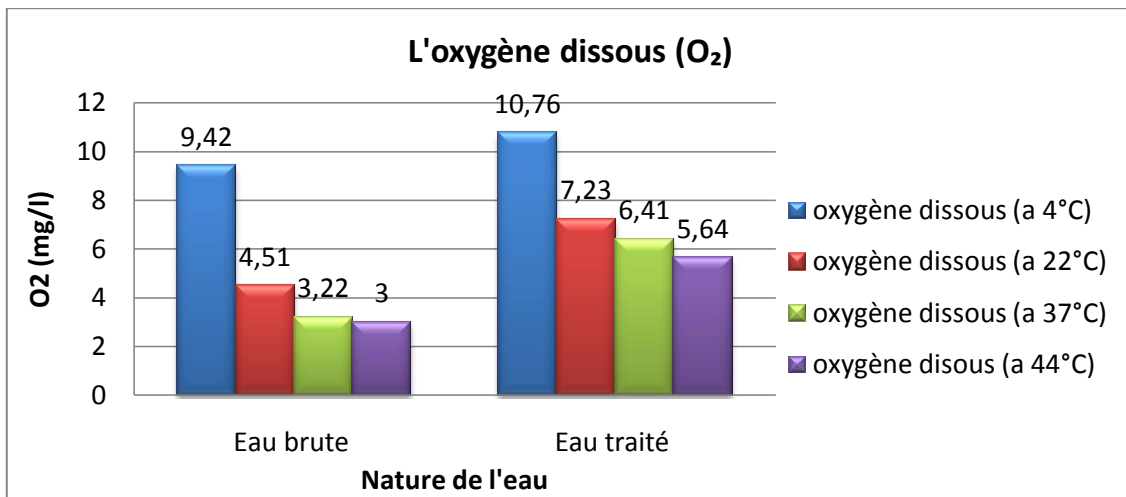
Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les eaux du barrage takesbt sont représentés respectivement dans le tableau (1) de l'annexe. Ces résultats sont résumés dans les histogrammes ci-dessous :

### 2.1.Oxygène dissous

Au cours de notre étude, nous avons remarqué que le profil global de l'oxygène dissous du barrage de taksebt à tendance à diminuer lorsque la température augmente (37°C et 44°C) pour l'eau brute et l'eau traitée (**figure 27**). Les plus fortes valeurs en Oxygène dissous sont observées lorsque la température baisse (4°C) avec une moyenne de (9,42 mg/l) pour l'eau brute et de (10.76 mg/l) pour l'eau traitée. Ces fluctuations pourraient s'expliquer par le changement des température ( de 4°C à 44°C) qui influent sur la concentration de saturation de l'oxygène dissous, d'après (Aminot et Kérouel, 2004), le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir (fonction de la température).

La solubilité de l'oxygène dissous est en fonction de la température. Plus la température est élevé, plus la solubilité de l'oxygène dissous dans l'eau est faible (à 44°C dans notre cas). L'eau froide peut accueillir une concentration plus élevée d'oxygène dissous que l'eau chaude (à 4°C dans notre cas). Le taux d'oxygène dissous élevé indique que les

eaux sont bien oxygénées, ce qui reflète un processus d'autoépuration avancé. (Rejasek, 2002).



**Figure 27:** Evolution des teneurs en oxygène dissous de l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonctions du la température

Comme ( Lavie E et Hassan El-Tayib N, 2014). qui ont travaillé sur « la qualité de l'eau potable dans le contexte domestique de l'agglomération de (Khartoum, Soudan) » et qui ont démontré la première hypothèse que l'hypoxie est due à une consommation de l'oxygène par les organismes vivants présents dans l'eau potable. Ils sont aussi proposer une deuxième hypothèse qui est autour de la consommation de l'oxygène par les sols : 40 % de l'eau distribuée sont perdus dans les canalisations dégradées et fendues d'un réseau de distribution précaire. La baisse d'oxygène peut donc être liée à la consommation de l'eau et de l'oxygène par les sols.

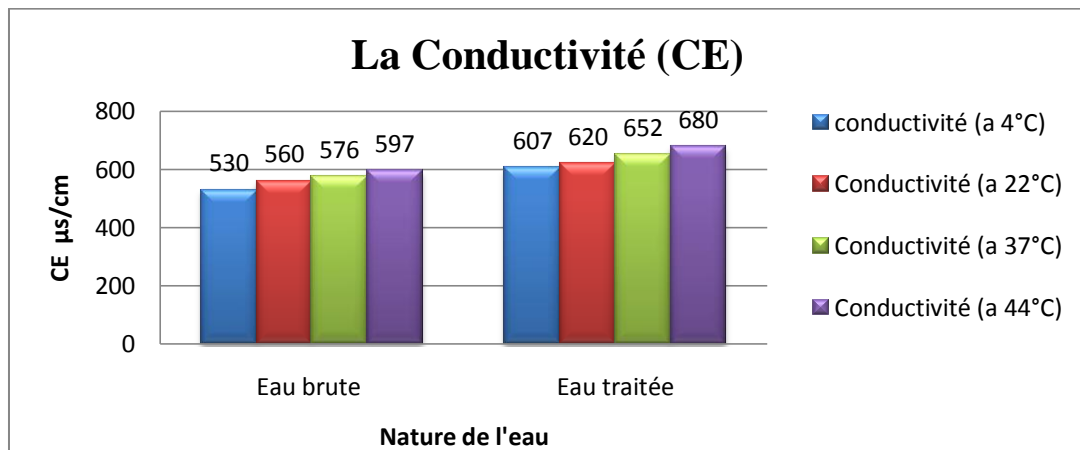
Une autre étude a été effectuée par (Secondat M, 2008), sur « les variations de la température et de la concentration en oxygène dissous des eaux lacustres et des eaux courantes », et qui ont trouvé que l'oxygène contenu dans l'eau a des origines diverses, la plus directe est représentée par la dissolution de l'air atmosphérique, Et que Lorsqu'on cherche à déterminer la composition de l'air dissous dans l'eau, on constate qu'elle est un peu différente de celle de l'air atmosphérique et que l'oxygène y est proportionnellement plus abondant. Cette disparité s'explique par la constante de solubilité de l'oxygène qui est plus élevée que celle de l'azote. Toutefois, la teneur de l'eau en un gaz donné dépend de la pression partielle

de ce gaz dans l'atmosphère avec laquelle l'eau est en contact. Enfin, pour une pression déterminée, la concentration de l'oxygène dissous croît quand la température de l'eau s'abaisse.

### 2.2.La conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau, elle est liée à la présence des sels dissous et à la nature géologique des terrains traversés. Les résultats obtenus sont illustrés dans la (figure 28).

L'histogramme de la (figure 28) montrent que les valeurs de la conductivité varie entre (530 et 597  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) enregistré pour l'eau brute et entre (607 et 680  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) enregistré pour l'eau traitée, ces taux restent conformes aux normes de potabilité fixée par l'OMS et (Jora, 2011) à (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La conductivité est proportionnelle à la température, si la température augmente la conductivité augmente aussi cela dépend de la nature des ions en solution et de leur concentration.



**Figure 28** : Evolution des teneurs de la conductivité d'eau brute et traité du barrage de takesbt en fonction de la température

D'après le travail de (Laurie F, 2021) sur « les facteurs influencent la conductivité électrique » qui a confirmé que la température influence grandement la conductivité de manière différente selon les cas. En effet pour une solution, l'augmentation de la température augmente également la conductivité du fait que les ions ou molécules en solution sont plus libre de se déplacer, et donc de participer au passage du courant électrique.

Une étude effectuée par (Arnold E et Greenberg Lenore S et Clesceri, Andrew D et Eaton. 1992), qui ont travaillé sur « la Conductivité Théorie et Pratique » et qui ont trouvé qu'à différentes températures il fallait introduire le concept de température de référence. La température de référence généralement utilisée est soit 20 °C soit 25 °C. Le conductimètre mesure la conductivité et la température réelles puis, en utilisant un facteur de correction de température, il va convertir la valeur de la conductivité pour la ramener à la température de référence désirée et afficher le résultat obtenu. Ils ont aussi confirmé que les résultats de la conductivité doivent être toujours associés à une température, sinon ils ne seront pas exploitables. La température pourra être la température de mesure ou la température de référence.

Pour les solutions de conductivité moyenne ou forte, il est possible de faire une correction de température basée sur une équation linéaire qui introduit le coefficient de température ( $\alpha$ ). La correction et la compensation de température sont calculées selon la formule :

Ou :

$$COND(r) = \frac{COND(m)}{1 + (\alpha \div 100) \cdot [T(m) - T(r)]}$$

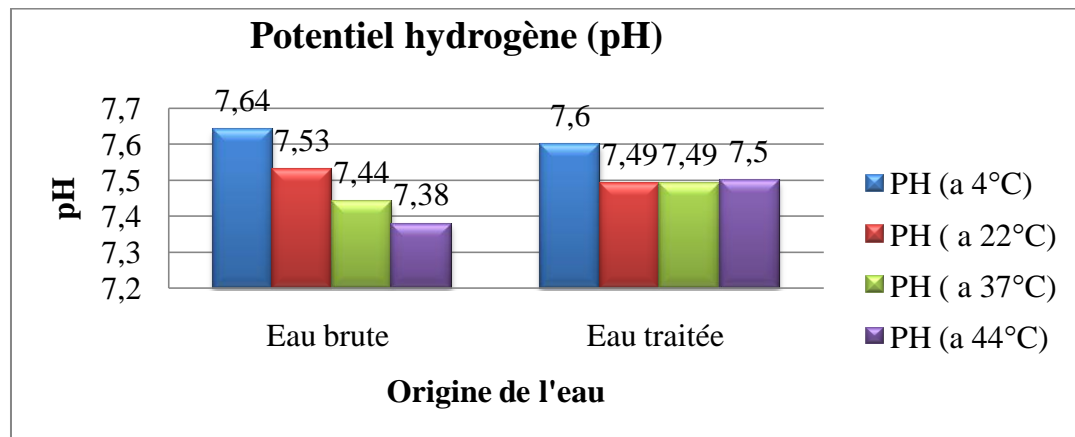
COND(m)	conductivité mesurée à la température de mesure T(m)
COND(r)	conductivité calculée à la température de référence T(r)
T (m)	température de mesure (°C)
T(r)	température de référence (°C)
$\alpha$	coefficient de température (% / °C)

Si le coefficient de température de l'échantillon spécifique n'est pas connu, on peut déterminer expérimentalement en mesurant l'échantillon à la température de référence T(r) = 25°C et à la seconde température T(m) comme 15 ou 35 °C (différence de 10°C ou plus).

$$COND(r) = \frac{[COND(r) - COND(m)] \cdot 100}{[T(m) - T(r)] \cdot COND(r)} \quad \% / \text{°C}$$

### 2.3.Le potentiel hydrogène (pH)

D'après la (figure 29), les eaux du barrage taksebt sont caractérisées par un pH faiblement alcalines ne dépasse pas 7,7 dans les eaux bruts et traitée aux déférentes températures. Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté et l'alcalinité il varie entre 7,2 et 7,6 (Bremond et Vuichard, 1973).



**Figure 29:** Evolution du pH de l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonctions de la température

Les résultats de la (figure 29) montrent que les valeurs du pH sont légèrement variée entre 7.3 et 7.7 ce qui reflète clairement une légère influence de la température qu'on lui a exercé, On constate que le pH optimal pour le processus de coagulation diminue a mesure que la température augmente. De plus, à mesure que la température diminue, la viscosité de l'eau augmente et le taux de sédimentation diminue. le pH des eaux du barrage de taksebt a différente température, ont un pH voisin de la neutralité et répondent aux normes fixées par l'OMS qui sont de 6.5 à 9 en 2006 et les normes du journal algérien n° 18 23 de 2011 pour l'eau potable, qui sont comprises entre (6,5 – 9).

d'après (Langelier, 1946; Dye, 1952; Larson et Henley, 1955). qui ont travaillé sur « la recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada » qui a affirmé que les changements de température agissent sur l'équilibre d'ionisation de tout acide et toute base faibles présents dans l'eau, et que l'augmentation de la température de l'eau fait augmenter la dissociation de l'eau, ce qui fait diminuer le pH. Dans l'eau pure, une diminution de pH

d'environ 0,45 unité survient si la température augmente de 25 °C, passant de 75 °C à 100 °C. Cependant, si des acides et des bases faibles sont présents dans l'eau, l'ampleur de cet effet dépendra alors de l'alcalinité et de la teneur en carbone inorganique dissous (CID) de l'eau.

Plusieurs auteurs ont travaillé sur la relation de pH et de la température ; (Apha *et coll.*, 2012) ont dit qu'à une température donnée, le pH, qui est le logarithme négatif de l'activité des ions hydrogène, mesure l'acidité ou la basicité de l'eau. (Sincero et Sincero, 2003; Schock et Lytle, 2005) ont affirmé que l'activité des ions hydrogène est pratiquement égale à sa concentration dans la plupart des eaux potables. C'est pourquoi elle est généralement présentée comme une concentration.

D'après (Sincero et Sincero, 2003; APHA *et coll.*, 2012), L'eau pure est faiblement ionisée; lorsque la réaction est à l'équilibre, le produit ionique ( $K_e$ ) peut être exprimé par l'équation suivante :

$$K_e = [H^+] \times [OH^-] = 1,01 \times 10^{-14} \text{ à } 25 \text{ °C} \quad (\text{équation 1})$$

Et

$$[H^+] = [OH^-] = 1,005 \times 10^{-7}$$

Où :

- $[H^+]$  est l'activité des ions hydrogène (mol/L);
- $[OH^-]$  est l'activité des ions hydroxyde (mol/L).

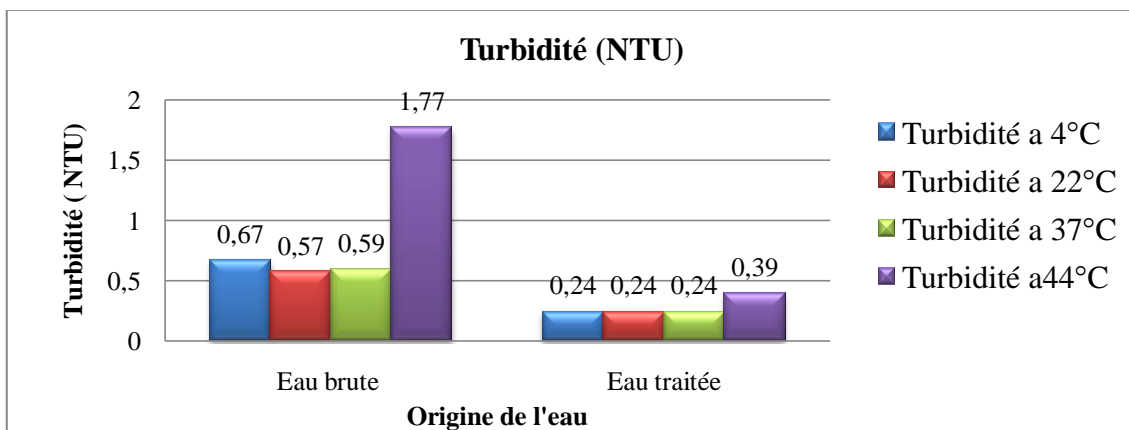
Le pH peut avoir un effet important sur la chimie de l'eau, qui se répercute de façon importante sur le rendement de nombreux procédés de traitement, dont la coagulation et la désinfection. Même si le pH de l'eau est un paramètre important dans la formation de sous-produits de désinfection, ses effets varient d'un sous-produit à l'autre. Il est donc nécessaire de surveiller le pH tout au long du traitement et de l'ajuster au besoin, (APHA, AWWA, WEF 2011).

2.4.Turbidité

Selon les résultats obtenus (**figure 30**), on remarque une stabilité de a turbidité des eaux traitées pour la température (4°C, 22°C et 37°C). et une légère floculation pour les eaux brute aux même température. Une légère augmentation est a signalé pour l’eau traitée a 44°C, ceci correspondent a la diminution de l’efficacité des procédés de coagulation et décantation qui éliminent ka couleur et la turbidité avec l’augmentation de la température de l’eau tandiqu’un pique est enregistré à 44°C pour brute (1.77 NTU). D’après (Nasmith G, 1930) une infime augmentation de la température (< 1°C) à la source d’eau brute réduit l’efficacité des procédés de floculation et de décantation.

Nous constatons un abattement du taux de turbidité après traitement. Ceci serait dû à l’efficacité des traitements de clarification (élimination des MES), à savoir : coagulation, floculation, décantation et filtration. La turbidité des eaux du barrage taksebt est conforme a la norme de potabilisation fixée par l’OMS à 5NTU.

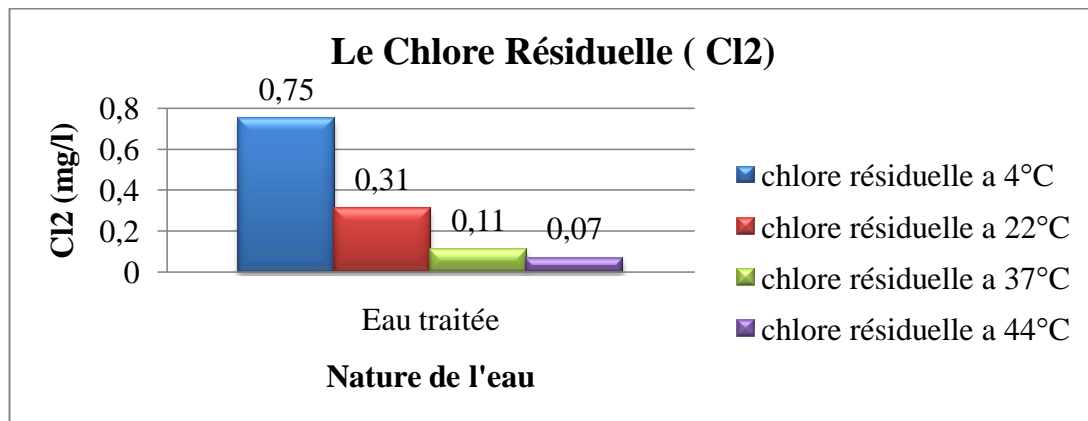
Selon le journal algérien n° 18 23 de 2011 la norme fixée pour la turbidité est de 5 NTU, la turbidité de l’eau traitée et brute du barrage takesbt répond donc à la norme.



**Figure 30:** Evolution des teneurs de la turbidité d’eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température

### 2.5. Le chlore résiduel

L'examen de la (**figure 31**) montre que la valeur la plus élevée en chlore résiduelle dans l'eau traitée (0.75 mg/l) à été enregistrée à une température de (4°C) alors que la valeur la plus faible (0.07 mg/l) à été enregistrée a une température de (44°C). Ce qui prouve l'efficacité du chlore a cette température, les résultats trouvés confirme qu'une hausse de température joue un rôle important dans l'efficacité des traitements dont la désinfection.



**Figure 31:** Evolution des teneurs en chlore de l'eau traitée du barrage de takesbt en fonction de la température

Une étude faite par (Smillie R, *et all* 1977), portant sur les substances organiques dans l'eau potable en Ontario ont conclus que la température de l'eau est probablement l'unique facteur important pouvant expliquer la variation saisonnière de la concentration des trihalo-méthanes. D'après (Santé Canada, 1993), les THM sont des sous-produits de la chloration de l'eau formés principalement par réaction du chlore avec des substances organiques naturelles (substances humiques et fulviques) présentes dans l'eau. Le chloroforme est généralement le principal THM mesuré dans l'eau potable (jusqu'à 90 % en poids de tous les THM).

D'après les recherches mené par (santé canada, 2009) sur « Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique Les trihalo-méthanes » ont trouvé que Le chloroforme est considéré comme possiblement cancérigène pour les humains, compte tenu de preuves de cancérigénicité limitées chez les animaux de laboratoire et insuffisantes chez les humains. Des études effectuées sur les animaux ont montré l'existence d'un lien entre une exposition à des trihalo-méthanes donnés et l'apparition de tumeurs du

foie chez la souris ainsi que de tumeurs rénales chez le rat et la souris; certaines études portant sur des humains viennent appuyer ces observations. Les études sur les humains suggèrent l'existence d'un lien entre l'exposition aux trihalo-méthanés et les cancers colorectaux. Des études effectuées sur les humains suggèrent également un lien entre l'exposition à des concentrations élevées de trihalo-méthanés et des effets en matière de reproduction. Toutefois, aucun lien n'a pu être établi entre une augmentation de la concentration des trihalo-méthanés et une augmentation du risque, d'où le besoin d'études plus poussées. Des études préliminaires sur les animaux montrent que le BDCM et les autres trihalo-méthanés qui contiennent du brome peuvent être plus toxiques que les trihalo-méthanés chlorés, tels que le chloroforme. Puisque des données scientifiques sur le BDCM sont disponibles, une recommandation distincte a été élaborée pour celui-ci. Le BDCM est considéré comme un composé probablement cancérigène pour les humains, compte tenu de preuves suffisantes dans le cas des animaux et insuffisantes dans le cas des humains. Les études sur les animaux ont mis en évidence l'apparition de tumeurs du gros intestin chez le rat. Parmi les quatre trihalo-méthanés les plus couramment trouvés dans l'eau potable, le BDCM semble être le composé le plus cancérigène pour les rongeurs, puisqu'il cause des tumeurs à des doses moins élevées et dans un plus grand nombre de sites ciblent que les trois autres THM. On a également établi un lien entre une exposition à des concentrations de BDCM supérieures à la valeur de la recommandation et une augmentation possible des effets sur la reproduction (risque accru de fausses couches ou de mortalité) qui dépasserait les niveaux aux quels on pourrait s'attendre normalement. Des études plus poussées sont nécessaires pour confirmer ces effets.

Dans le cadre des travaux réalisés par (Ames et Whitney-Smith, 1944), montrent qu'une hausse de température favorise la désinfection la plupart des données disponibles à ce sujet portent sur la chloration, si la température passe de 8 °C à 40 °C, l'action bactéricide du chlore se trouve multipliée par neuf. (Chambers C.W, 1974) a constaté que l'effet de la température sur l'action du chlore était pratiquement nul à un pH de 7 à 8,5 tandis que, si la température passait de 4 °C à 22 °C avec un pH plus élevé, l'efficacité du chlore était de 4 à 8 fois plus grande.

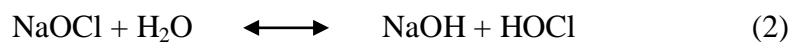
Dans une étude effectuée par (White, 1999; Pisc, 2000; OMS, 2004), sur « Composition chimique en milieu aqueux », qui a considéré que toutes les réactions

chimiques ci-dessous, et donc l'efficacité de la désinfection, dépendent beaucoup du pH et de la température du milieu aqueux, conditions qui déterminent l'importance de la transformation en l'une ou l'autre des trois espèces chlorées libres, Cl<sub>2</sub>, HOCl et OCl<sup>-</sup>. à des températures de 0 °C et 20 °C, une solution aqueuse de chlore à un pH de 6,5 renfermerait environ 95,5 et 92,4 % respectivement de HOCl (4,5 et 7,6 % d'ions OCl<sup>-</sup>); à un pH de 8,5, l'équilibre est inversé et la solution ne renferme plus que 17,5 et 10,8 % de HOCl (82,5 et 91,2 % d'ions OCl<sup>-</sup>), respectivement. Le pH de l'eau potable varie habituellement de 6,5 à 8,5. L'efficacité de désinfection est maximale lorsque la chloration est effectuée à un pH inférieur à 8. Et donc d'après (U.S. EPA, 1999b, 2007), l'efficacité peut également être améliorée grâce à l'accroissement de la durée de contact, de la concentration ou de la température.

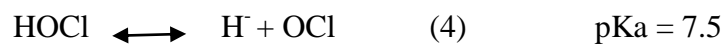
Lorsqu'on l'ajoute à l'eau, le chlore gazeux (Cl<sub>2</sub>) se dissout rapidement et un équilibre s'établit avec l'acide hypochloreux (HOCl), selon l'équation chimique suivante (1) :



L'ajout de NaOCl et de Ca(OCl)<sub>2</sub> à l'eau produit le même oxydant essentiel, le HOCl, d'après les réactions chimiques (2) et (3) ci-dessous (CIRC, 1991; Connell, 1996; White, 1999), mais avec des réactions secondaires et des produits différents :



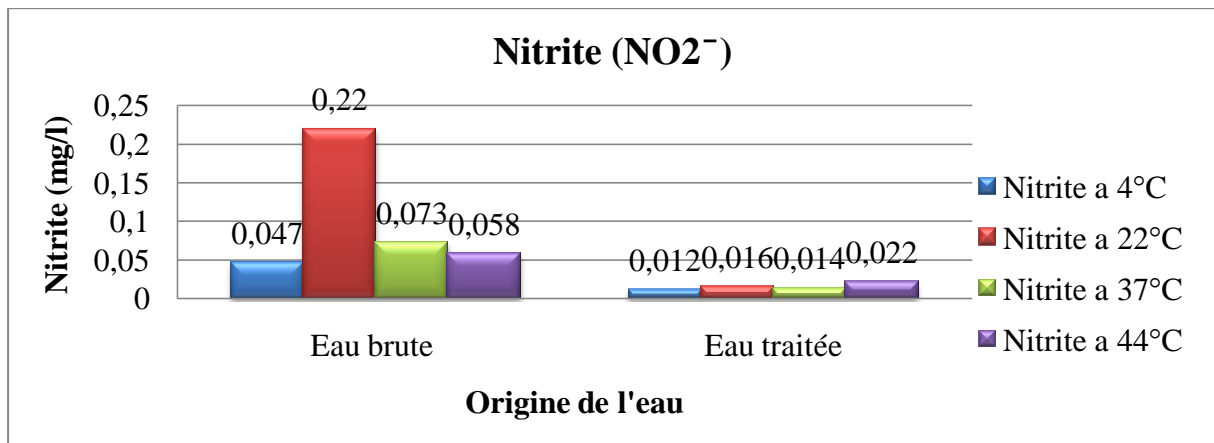
Le HOCl se dissocie ensuite en anion hypochlorite (OCl<sup>-</sup>), selon l'équation chimique (4) :



## 2.6. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Dans notre étude, les teneurs en nitrite sont relativement faibles, avec une valeur minimale de (0.012 mg/l) et une valeur maximale de (0.022 mg/l) enregistré pour l'eau traitée, Tandis que pour l'eau brute la minimal est de (0.047mg/l) et la maximale de (0.22mg/l). On observe donc une forte diminution des tenures en nitrite après traitement cela est due à l'oxydation des composés d'ammoniaque en nitrite, spécialement par l'action

des bactéries de nitrification appelées Nitrosomas. Les nitrites seront alors oxydés en nitrates par les bactéries Nitrobacter.



**Figure 32:** Variation de la concentration des nitrites dans l’eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température.

De façon conceptuelle, la nitrification se déroule en deux étapes (Robert B, 2021) :

- Ammoniac → Nitrite
- Nitrite → Nitrate

Au niveau chimique, le processus se déroule ainsi :

- $NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2^- + 3H^+ + 2e^-$
- $NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^-$

D’après (El Ouedghiri *et al*, 2014) Une teneur d’azote nitreux supérieur à 0,10mg/l suppose un apport d’eaux riches en matières organiques en voie d’oxydation. Dans notre cas une teneur supérieur à 0.10 mg/l a été enregistré dans la température 22°C de l’eau brute. Cela indique une concentration excessive en matière organique. Qui confirme nos analyses prochain de matière organique à 22°C il ya une augmentation de ce dernier qui est due à l’influence de la température.

Dans le cadre de la recherche de « **the influence of temperature on the nitrification Rate** » qui a été réalisé par (Painter ,1970), La température optimale pour la croissance des bactéries nitrifiantes, selon la littérature, se situe entre 28°C et 36°C, bien qu'une température

optimale allant jusqu'à 42°C ait été rapportée pour Nitrobacter. selon les résultat du (tableau et figure) qui on étai réalisé par ce dernier montrent que Les constantes de croissance des bactéries nitrifiantes sont fortement affectées par la température et que le taux de nitrification est fonction de températures comprises entre 5° et 35° C. Le taux de croissance maximal se produit à environ 30° C.

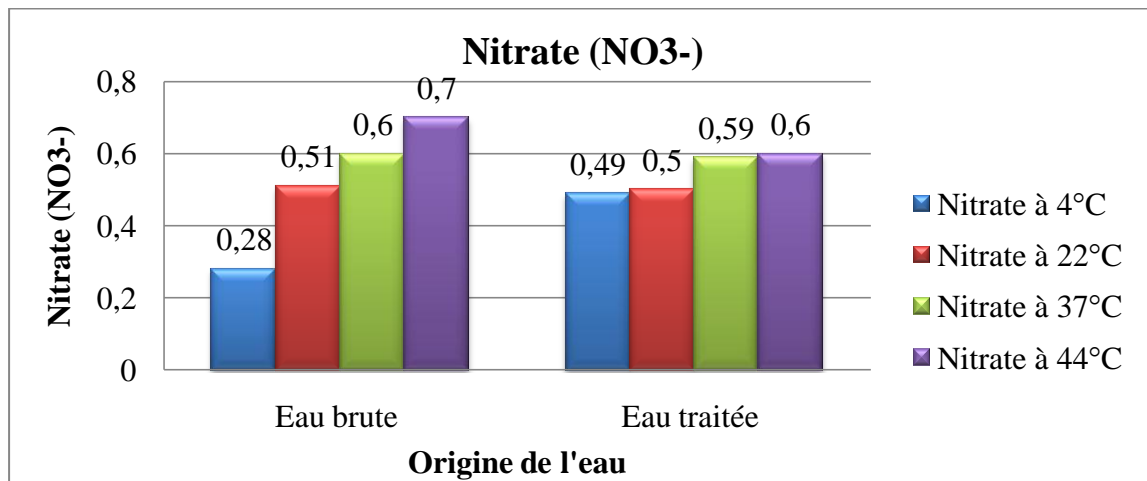
Une courbe qui a été effectuée par (Borchardt, 1966) indique qu'aucune température optimale nette ne peut être définie et qu'il existe un plateau d'activité maximale entre 15°C et 35°C. En dessous de 15°C cependant, le taux de nitrification chute fortement et est réduit de 50 % à 12°C.

(Wild *et coll.*, (1971), ont trouvé qu'il existe une relation presque linéaire entre le taux de nitrification et la température. Des dépendances similaires à la température ont été signalées dans des schémas de nitrification-dénitrification en une seule étape. Des données sont également disponibles sur les effets de la température sur l'oxydation de l'ammoniac en nitrite par Nitrosomonas et du nitrite en nitrate par Nitrobacter. Les deux espèces semblent être influencées de la même manière par la température.

(Randall et Buth, 1970) ont cependant démontré que bien que la formation de nitrites et de nitrates soit fortement inhibée à des températures de 10° C ou moins, l'effet inhibiteur d'une température plus basse était plus important pour Nitrobacter que pour Nitrosomonas ; cela était évident à partir de l'accumulation de nitrite à basse température.

### 2.7.Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Lors des analyses effectuées sur les nitrates on constate que leur taux dans l'eau brute varient entre (0.28mg/l et 0.7mg/l) tandis que pour l'eau traitée ils varient entre (0.43mg/l et 0.6mg/l), on remarque donc une légère fluctuation en fonction de la température mais qui reste toujours conforme à la norme prescrite dans le journal officiel qui est de 50 mg/l, (Jora, 2011).



**Figure 33 :** Variation de la concentration des nitrates dans l'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.

Une étude a été faite par (Gouvernement Québec, 2016). Ils ont dits que Faire bouillir l'eau pour éliminer les nitrates est inutile, car ils ne s'évaporent pas. Cela pourrait même faire augmenter leur concentration dans l'eau. Autrement dit la température qu'elle soit élevée ou basse, n'a pas la capacité de se débarrasser des nitrates dans l'eau.

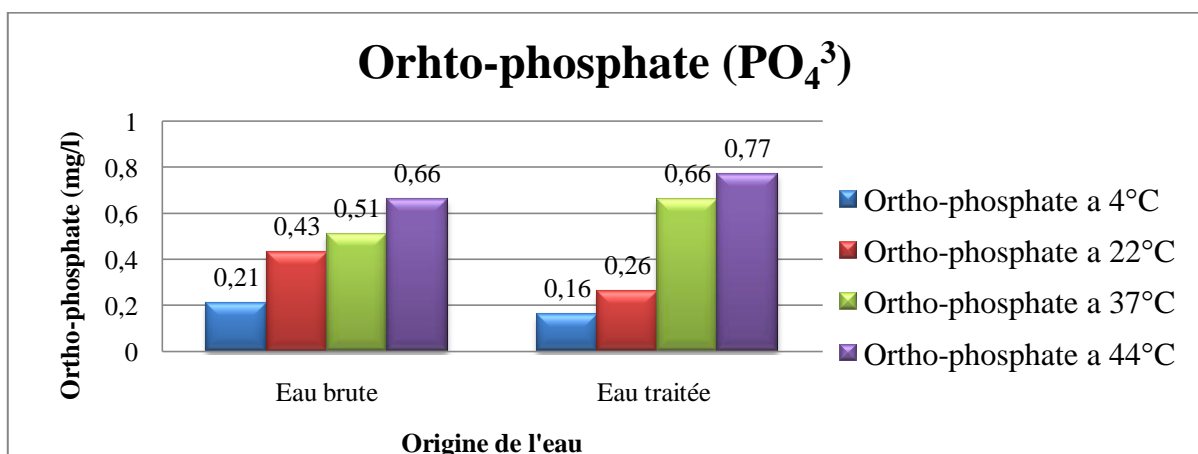
Dans la recherche de (Shelire b, Thi H, Deborah j.R, 2015), qui ont travaillé sur « Effect of temperature & salt concentration on salt tolerant nitrate-perchlorate reducing bacteria: Nitrate degradation kinetics », ils ont affirmé que l'effet d'un facteur indépendant (température) sur le taux de dénitrification biologique à été étudiés. les résultants de cette recherche ainsi que les résultats expérimentaux de l'étude précédente sur l'effet des mêmes facteurs sur le taux de désorption du nitrate de la résine permettent l'optimisation du processus de biorégénération. ils ont montré que le taux de biodégradation à différentes températures est indépendant de la concentration initiale en nitrates. le taux d'élimination des nitrates augmentait avec l'augmentation de la température avec une valeur moyenne de  $0,001110 \pm 0,0000647$  mg-nitrate/mg-VSS.h.°C. La température affectait la tolérance à la salinité et la culture était moins tolérante à une basse température. En témoigne la différence entre le taux minimum et maximum de dégradation des nitrates étant plus élevé à basse température. À 35 °C, une réduction de 32 % du taux de dégradation des nitrates a été observée alors qu'à 12 °C, cette réduction était de 69 %. Il s'agit de la première étude publiée à examiner l'interaction de la concentration en sel et de la température lors de la dénitrification biologique.

Une autre recherche a été faite par (Gouvernement Canada, 2014) sur « Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : nitrite /nitrate, Analyse et traitement » que les procédés classiques de traitement de l'eau (coagulation, sédimentation, filtration et chloration) ne sont pas efficaces pour l'élimination du nitrite, mais plutôt les techniques permettant d'éliminer le nitrate dans les approvisionnements d'eau municipaux comprennent l'échange d'ions, la dénitrification biologique, l'osmose inverse et l'électrodialyse.

## 2.8. Ortho-phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

L'histogramme (figure 34), illustre les variations des concentrations en ortho-phosphates dans les eaux brutes et traitées du barrage Taksebt à différentes températures ( $4^\circ\text{C}$ ;  $22^\circ\text{C}$ ;  $37^\circ\text{C}$  et  $44^\circ\text{C}$ )

Les résultats obtenus varient entre 0,21 et 0,66 mg/l pour l'eau brute, et entre (0,16-0,77 mg/l) dans l'eau traitée. Les concentrations en ortho-phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) enregistrées dans les deux cas sont conformes à la norme algérienne (Jora, 2011), qui les fixe à une valeur maximale de 0,5 mg/l lorsque la température ne dépasse pas les  $22^\circ\text{C}$ . La norme a été dépassée pour les températures de  $37^\circ\text{C}$  et  $44^\circ\text{C}$ .



**Figure 34:** Variation de la concentration des ortho-phosphate dans l'eau brute et traitée du barrage de Taksebt en fonction de la température

Cependant une autre étude réalisée au Ghana par (Oyelude et Ahenkorah 2012) sur « Quality of Sachet Water and Bottled Water in Bolgatanga Municipality of Ghana » a révélé que la concentration en ortho- phosphates est supérieure à la norme. Ses valeurs varient entre (0.41 et 0.79 mg/l)

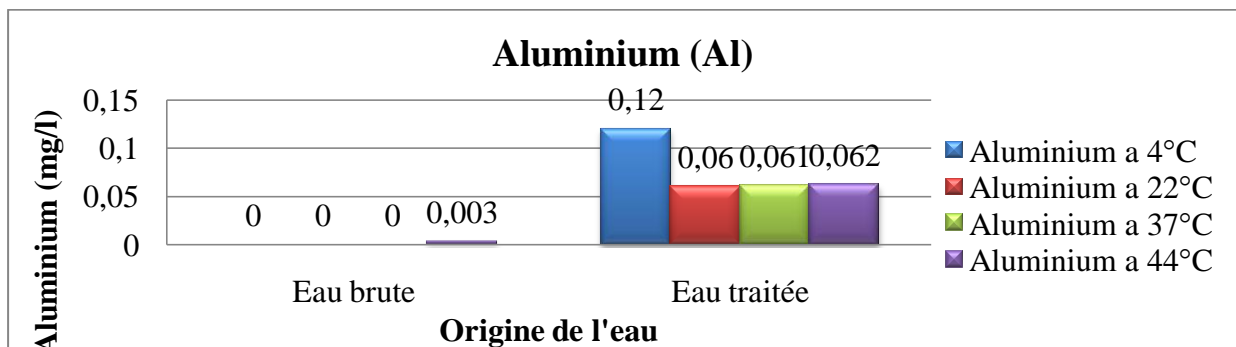
D’après (Dembele. 2005), Les phosphates dégradent la qualité organoleptique de l’eau (odeur, saveur, turbidité, couleur) ce qui a été confirmé dans nos analyses précédents sur la qualité organoleptique de l’eau a haute température.

**2.9.Aluminium (Al)**

On remarque que l’eau brute est généralement exempte d’aluminium car ce dernier est un élément d’origine métallique qui n’existe pas dans les roches mais existe plutôt dans la croûte terrestre.

Par contre on le trouve a l’état de trace dans les eaux traitées, sa présence est due a son ajout comme sel coagulant dans l’étape de coagulation-floculation des procédés de traitement de potabilisation sous forme de sulfate d’aluminium  $Al_2 (SO_4)_3$ . sa concentration reste conforme a la norme fixée a 0.2 mg/l (Jora, 2011), ce qui confirme la bonne maîtrise de cette étape de traitement.

On remarque aussi que la concentration maximale en Al (0.12 mg/l) est observée pour une température de 04°C. est restée presque constante (44, 37 et 22°C). la température a donc inversement proportionnelle a la concentration en aluminium.



**Figure 35 :** Variation de la concentration d’aluminium dans l’eau brut et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.

D'après les chercheurs d'une étude scientifique au Canada (santé Canada, 2019), la température a une influence sur la concentration en aluminium dans l'eau potable, les tendances saisonnières peuvent être très pertinentes, même pour les réseaux qui n'ajoutent pas de coagulants. Les modifications de traitement et d'autres pratiques opérationnelles peuvent également avoir une incidence sur les concentrations d'aluminium.

Dans la recherche sur « The influences of temperature on aqueous aluminium chemistry » réalisée par (Lydersen E. *et coll*, 1990), qui ont conclu que la température affecte la solubilité de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (s), le produit de solubilité formé, l'hydrolyse et la distribution de masse moléculaire des espèces Al aqueuses ainsi que le pH des solutions. Dans leur travail, des solutions identiques d'Al inorganique ( $400, 600$  et  $800 \mu\text{g Al L}^{-1}$ ) ont été stockées pendant 1 mois à 2 ou 25 °C. Dans les solutions stockées à 25 °C, le pH variait de 4,83 à 5,07, tandis que dans les solutions correspondantes stockées à 2 °C, le pH variait de 5,64 à 5,78. Malgré le pH relativement faible à 25 °C, des quantités importantes d'espèces d'Al de poids moléculaire élevé ont été précipitées de la solution et le produit de solubilité ( $\log^* K_s$ ) de  $(\text{Al}(\text{OH})_3)$  était faible (9,0). Des quantités substantielles d'espèces d'Al de poids moléculaire élevé se sont également formées à 2 °C, mais la majorité était présente sous forme de colloïdes dans la solution. Le produit de solubilité (converti de 2 à 25 °C) était de 10,2, reflétant un produit de solubilité d'une phase amorphe  $(\text{Al}(\text{OH})_3)$ . Les différentes formes physico-chimiques d'Al présentes à 2 et 25 °C devraient être pertinentes pour la modélisation de la chimie eau/sol.

### 2.10. Titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. Les résultats de l'histogramme montrent qu'il y a absence totale des carbonates dans l'eau traitée et brute du barrage Takesbt dans les différentes températures (4°C, 22°C, 37°C et 44°C). Cela est dû probablement à la neutralité du pH = 7 (trouvé dans le résultat précédent). Un pH inférieur à 7 indique que l'eau est acide alors qu'un pH supérieur à cette valeur indique qu'il s'agit d'une eau alcaline. La baisse d'une unité de pH implique que l'acidité est multipliée par un facteur 10.

Le TA est nul pour toutes les eaux étudiées ce qui confirme le résultat de (Hakmi A, 2006) qui stipule que le TA est nul lorsque le pH est inférieur à 8,3.

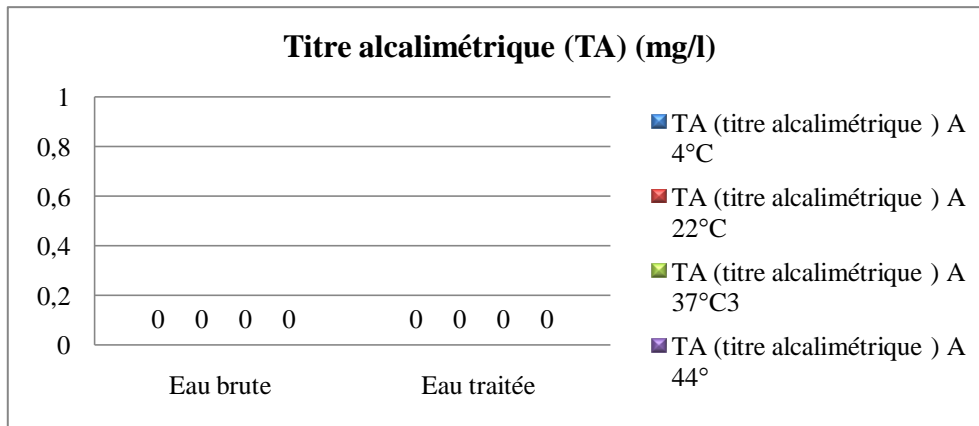


Figure 36 : Teneurs de TA d’eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température

D’après les recherche de (Lenntech B.V. 1998-2022) sur « pH et Alcalinité » il a confirmé que Le résultat d’une mesure de pH est défini par les quantités d’ions H<sup>+</sup> et d’ions OH<sup>-</sup> présentes dans la substance. quand les quantités de ces deux ions sont égales, l’eau (ou la substance) est considérée comme neutre, et le pH à un valeur aux alentours de 7.

Le pH d’une substance varie entre 1 et 14. Au-dessus de 7, la substance est considérée comme basique et la quantité d’ions OH<sup>-</sup> est supérieure à celle d’ions H<sup>+</sup>. Au-dessous de 7, la substance est acide; les ions H<sup>+</sup> sont en quantités supérieures.

$$pH = -\log [H^+]$$

Le pH est un facteur logarithmique; quand une solution devient dix fois plus acides, le pH diminue d’une unité. Si la solution devient 100 fois plus acide, le pH diminuera de deux unités. Le pH est aussi appelé alcalinité.

### 2.11. Titre alcalimétrique complet

La (figure 37) ci-dessus représente l’histogramme des teneurs en TAC (mg/l de CaCO<sub>3</sub>) de l’eau brute et traitée du barrage takesbt. Les résultats varient entre (157.5 - 167.75 mg/l) pour l’eau brute et 153.75-167.5 pour l’eau traitée en comparant ces résultat avec les normes international de l’OMS (<15mg/l).

Nous constatons que l’eau de barrage takesbt dans les déférentes températures est très riche en bicarbonate. Ces teneurs confirme son origine bicarbonatée, les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate

dans les eaux de consommation la potabilité n'est pas affecté. Donc la température de l'eau n'a aucune influence sur le TA et le TAC de l'eau de consommation.

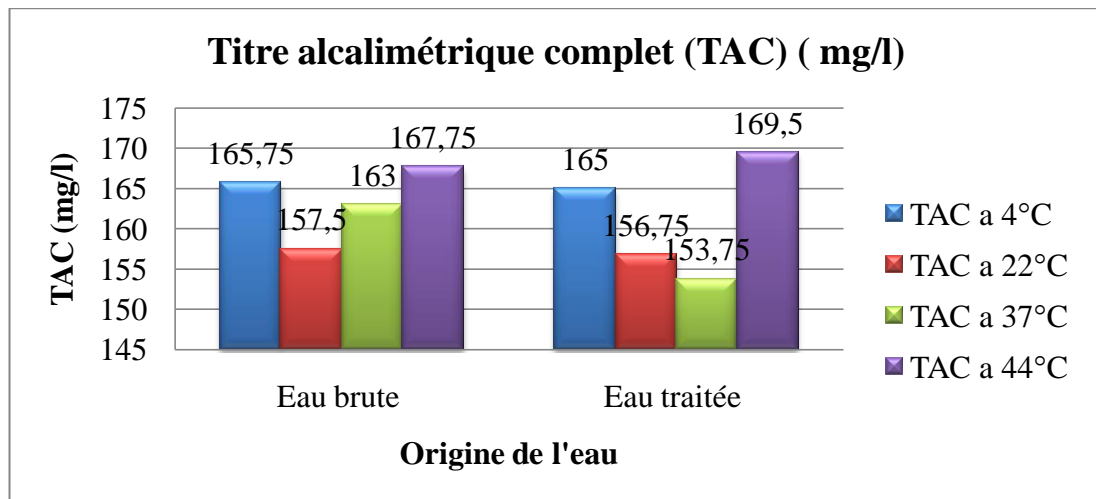
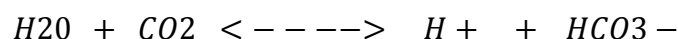


Figure 37 : Evolution les teneurs de TAC d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température

Titre Alcalimétrique Complet est une mesure permettant d'indiquer la quantité de sels minéraux présents dans l'eau. il représente donc l'alcalinité de notre eau, soit sa teneur en bicarbonate et carbonates. D'après la recherche scientifique faite par (Orski K, *et all* 2007) sur (concentration massique de titre alcalimétrique complet) ils ont confirmé que le seuil de concentration massique augmente avec la température, ce qui fait que l'eau très chaude peut contenir beaucoup plus de sel dissous que l'eau froide. Il augmente aussi avec la pression.

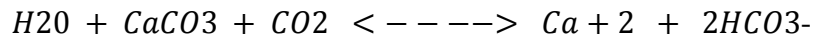
D'après (Claude T, 2013), l'alcalinité est une propriété importante des eaux naturelles : elle leur confère un certain pouvoir tampon pour résister aux apports acides : pluies acides ou déversements. Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours à la fois un acide faible (CO<sub>2</sub>) et une base faible (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) : cela n'est possible que parce que ces deux espèces sont "conjuguées", participant à un même couple acide-base :



Si les concentrations des deux espèces étaient du même ordre de grandeur, on aurait une véritable solution tampon. Généralement, l'eau contient beaucoup plus de bicarbonates mais les eaux alcalines sont tout de même de pH beaucoup plus stable.

On pense parfois qu'une eau alcaline est une eau dure; effectivement, si l'eau contient une forte quantité d'anions bicarbonates, elle contient aussi beaucoup de cations... cependant, il peut s'agir de sodium ou de potassium, plutôt que de calcium et de magnésium, ces derniers étant responsables de la dureté!

L'alcalinité dépend des sols et des sous-sols où l'eau a voyagé. Ainsi, les eaux des régions calcaires sont alcalines contrairement à celles des régions granitiques :

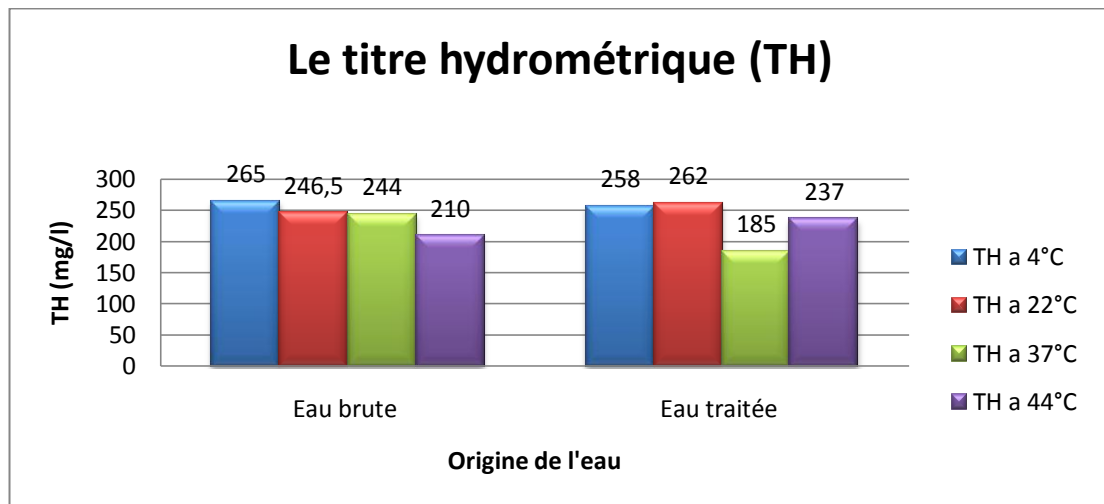


L'alcalinité est la propriété qui a le plus d'influence sur le traitement de l'eau, en particulier sur la coagulation, la désinfection et la mise à l'équilibre calco-carbonique.

Les agents coagulants, dérivés de l' $Al^{+3}$  ou du  $Fe^{+3}$  sont des sels acides qui consomment de l'alcalinité (même si certains coagulants modifiés comme les PASS en consomment moins).

### 2.12. Dureté totale de l'eau (ou titre hydrométrique) (TH)

Les résultats de notre étude présentés par l'histogramme ci-dessous (**figure 38**), montrent que les valeurs de la dureté de l'eau brute varient entre (210 mg/l et 265 mg/l), celle de l'eau traitée varient entre (185mg/l et 262mg/l). On constate donc que l'eau de consommation du barrage taksebt étudié est d'une dureté très élevée ce qui entraîne une augmentation du calcium, aussi appelé calcaire. Ce dernier n'est pas nocif pour la santé sauf qu'il implique à la formation du calcaire dans des conduites d'eau, la plomberie, les installations et appareils de cuisine mais il risque, sous l'effet de la température (au delà 44°C) de s'agglomérer et de former du tartre.



**Figure 38** : Evolution de la dureté totale TH d'eau brute et traitée du barrage takesbt en fonction de la température

D'après (Thomas, J.F.J, 1953 ; Environnement Canada, 1967), affirment que Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) : eau douce, de 0 à <60 mg/l ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/l ; eau dure de 120 à <180 mg/l ; eau très dure , 180 mg/l et plus.

Au cours d'une étude étrangère portant sur « La qualité de l'eau du robinet en France » effectuée par (Fabrice Dassonville et ses collaborateurs, 2016), ont dit que le carbonate de calcium dissous dans l'eau a naturellement tendance à précipiter - c'est-à-dire qu'il reprend sa forme solide - sous certaines conditions. Parmi celles-ci, la température aura l'influence la plus importante. En effet, lorsqu'une eau dure est chauffée au-delà de 60°C, il se forme un précipité insoluble appelé tartre ou calcaire. Ce calcaire va ainsi se déposer sur les résistances des appareils comme : bouilloires, chauffe-eau, lave-linge, lave-vaisselle... Lorsque les résistances chauffantes de ces appareils sont entartrées, la consommation énergétique s'élève, parfois très fortement, nuisant à la qualité de fonctionnement et à la durée de vie des appareils. L'efficacité des produits de lessive et d'entretien diminue également avec la dureté de l'eau. On doit donc en utiliser plus, ce qui augmente la pollution des eaux et les coûts.

La température n'est pas le seul facteur, raison pour laquelle on trouvera des dépôts de calcaire aussi sur des appareils n'utilisant que de l'eau froide, L'eau dure n'est cependant pas mauvaise pour la santé

2.13. Dureté calcique (TH Ca<sup>2+</sup>)

Les résultats des concentrations en calcium qui varient entre (56.5 mg/l et 67.6mg/l) pour l'eau brut et de (51mg/l- 67.2mg/l) pour l'eau traitée. Cette variance dépend essentiellement de la nature des terrains traversés. le calcium existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, de chlorures etc. (Rodier, 1996).

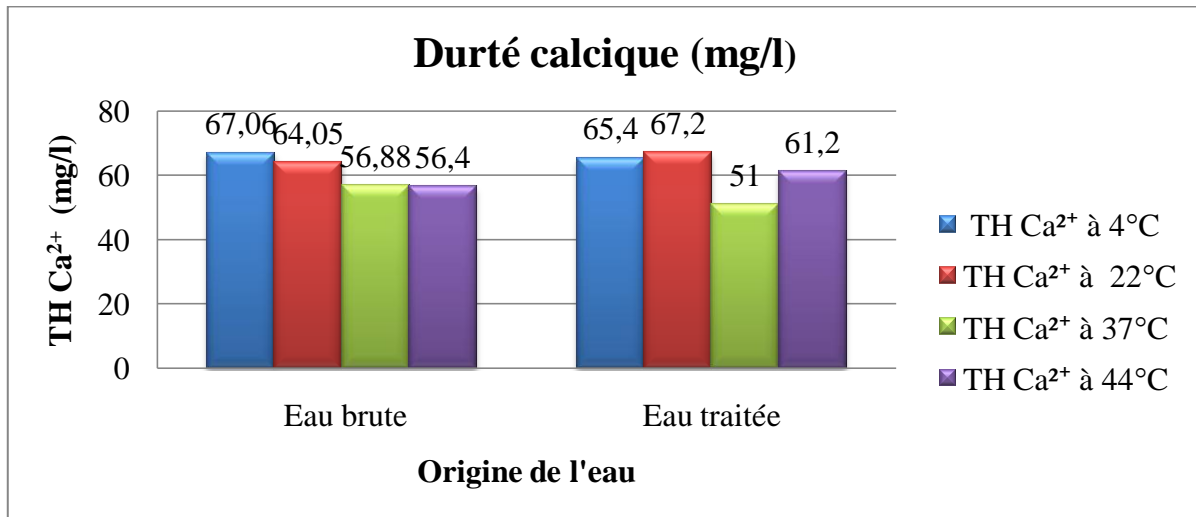


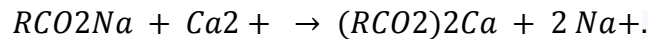
Figure 39: Evolution de la dureté calcique (TH Ca<sup>2+</sup> ) d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.

Selon (Gaujour, 1985), le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique est lié à la dureté élevée est l'entartrage des conduite à très hautes températures. Dans les échantillons étudiés et comme il est indiqué sur la (figure 39), les résultats sont toutes inférieures à la concentration maximale admissible qui est de 200 mg/l édictée par les normes de l'OMS pour l'eau potable. De là, nous concluons que même si la température atteint 44°C cela n'affectera pas sur les valeurs de la dureté calcique mais au delà de 44°C peut causer la formation du tartre.

Dans le cadre du travaille de (U.S. Environmental Protection Agency, 1976), basé sur « Quality criteria for water. Office of Water and Hazardous Materials » ont constaté que La dureté de l'eau sert traditionnellement à mesurer le pouvoir de réaction de l'eau avec le savon. l'eau dure a besoin d'une quantité considérable de savon pour produire de la mousse; par ailleurs, elle provoque également l'entartrage des canalisations d'eau chaude, des chaudières

et des appareils ménagers. La dureté de l'eau est due aux ions métalliques polyvalents dissous. Dans l'eau douce, les principaux ions responsables de la dureté sont les ions calcium et magnésium; les ions strontium, fer, baryum et manganèse y contribuent également.

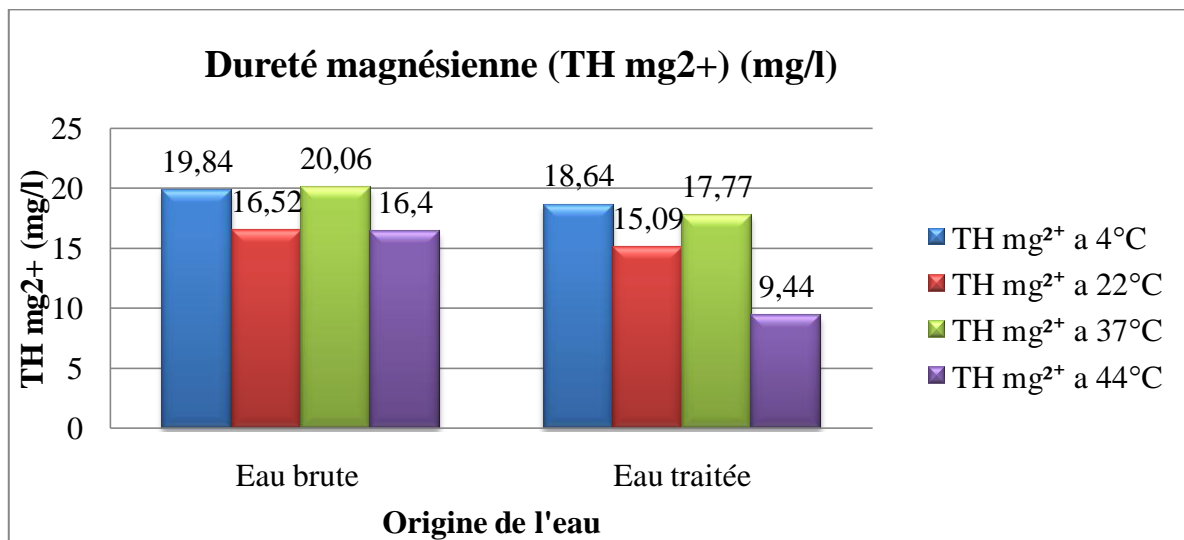
Une eau dure (pas douce), donc très concentrée en cations minéraux ( $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ) est dure à laver puisque se sont ses cations qui s'emparent du savon comme le montre cette réaction chimique:



- R est un radical, le composé  $(RCO_2)_2Ca$  est insoluble.

**2.14. Dureté magnésienne (TH  $mg^{2+}$ )**

Les mesures de nos échantillons ont donné une concentration en magnésium variant entre 16.4 et 20.06 mg/l dont la plus grande valeur est enregistrer à 22°C dans l'eau brute. Elles varient entre 9.4 et 18.6 mg/l avec un pique enregistrer a 4°C dans l'eau traité (**voir figure 40**). Ces valeurs sont en accord avec la norme Algérienne (**Jora, 2011**) qui fixent une valeur maximale de 150 mg/l.



**Figure 40:** Evolution de la dureté magnésienne (TH  $mg^{2+}$  ) d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température

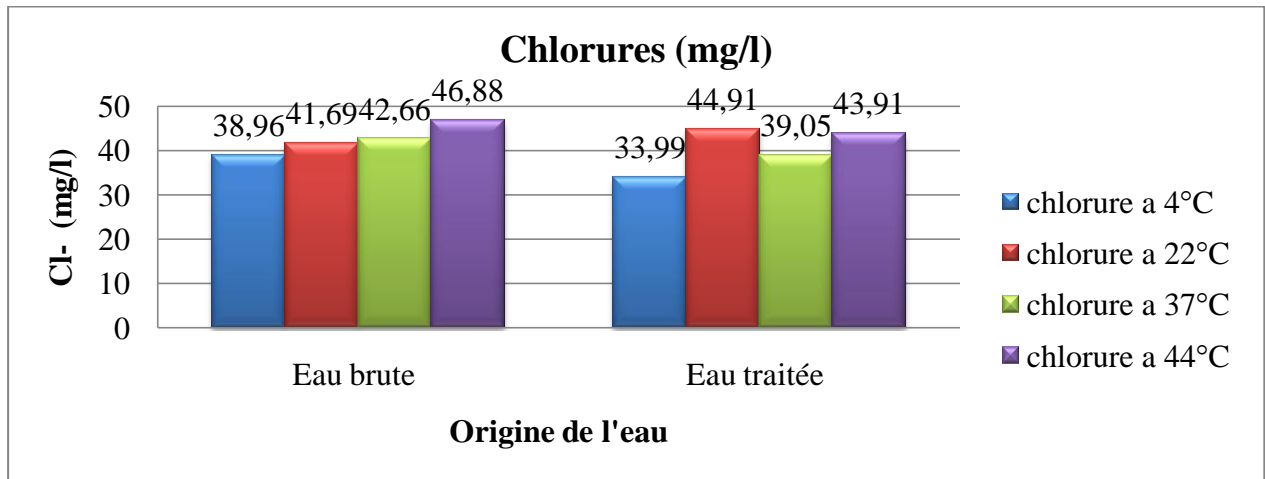
Des résultats similaires ont été trouvés par (Sekiou et Kellil 2014), cependant une autre étude réalisée par (Hazzab, 2011) a révélé que la concentration en magnésium varie entre 5 et 400 mg/l. donc, comme il n'y a pas de changements notables, nous concluons que la température qu'elle que soit élevée ou basse n'a aucun effet sur la dureté magnésien.

Selon (Environnement Canada 1984 ; Méranger J.C, Subramanian K.S, et Chalifoux C. A, 1979 ; Méranger J.C, Subramanian, K.S, et Chalifoux, C.1981), ils ont conclu que les concentrations de magnésium varient considérablement selon le lieu, et souvent selon la saison. Et que la teneur en magnésium des eaux brutes, traitées et distribuées était approximativement la même dans la plupart des échantillons, sauf aux endroits où les eaux brutes avaient été déminéralisées au cours du traitement. La dureté totale de l'eau est la mesure du calcium et du magnésium contenus dans l'eau. Ces deux éléments combinés forment du carbonate de calcium. Notre corps a besoin de calcium (Ca) et de magnésium (Mg). Dans certains pays, des niveaux minimum de calcium sont conseillés (le taux minimal de calcium est de 20 mg/l). Le principal problème d'un niveau de dureté totale élevé de l'eau est que des dépôts peuvent se former dans la tuyauterie et les rendre moins efficaces. Si l'eau est trop dure, cela peut également provoquer une diminution de l'efficacité des savons et détergents, et affecter le goût de l'eau.

#### 2.15. **Les chlorures**

Ions chlorure sont des toxines non cumulatives, un excès dont le montant, s'il est pris sur une période de temps, peut constituer un danger pour la santé (Oyelude et Ahenkorah 2012).

Au cours de notre étude les teneurs en chlorures oscillent entre (38.96mg/l – 46.88 mg/l) pour l'eau brute et (33.99 mg/l – 44.91mg/l) pour l'eau traitée. On constate qu'il n'y a pas de variation importante de chlorures en fonction de la température et ils sont en accord avec la norme algérienne (JORA, 2011), qui fixe 500 mg/l comme valeur maximale. A l'exception dans la température de 44°C, on remarque une légère augmentation des ions de chlorures.



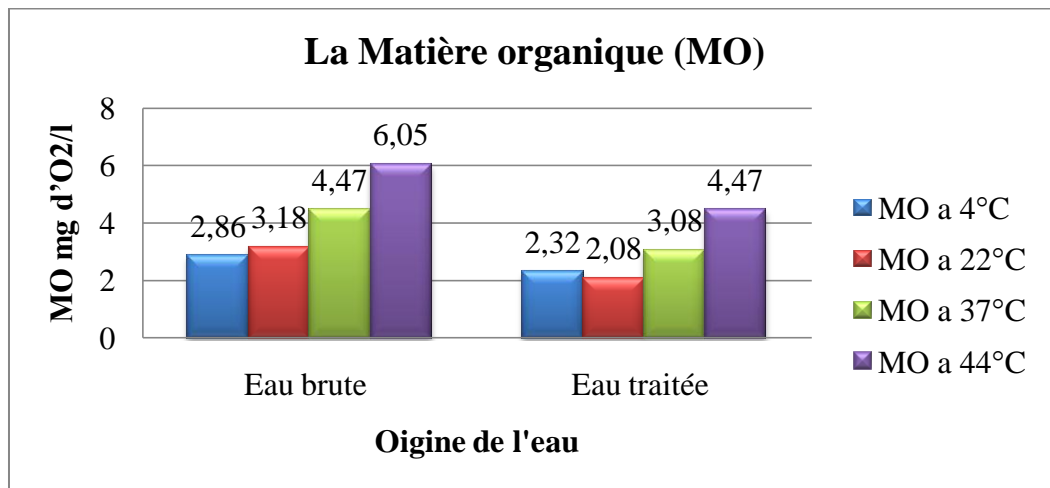
**Figure 41:** Evolution des chlorures (Cl<sup>-</sup>) d'eau brute et traitée du barrage de takesbt en fonction de la température

Une étude réalisée par (Oyelude et Ahenkorah 2012). Il a trouvé qu'une concentration plus élevée des ions de chlorure peuvent entrainer des problèmes de gout, ce qui confirme l'hypothèse que nous avons dit dans le paramètre organoleptique (gout) ci-dessus. Qu'un réchauffement de l'eau du barrage Taksebt à 44°C le gout est de plus en plus prononcé et imbuvable pour les gouteurs cela du à l'augmentation des ions chlorure dans l'eau.

### 2.16. Matière Organique

L'histogramme de la (**figure 42**), illustre la variation des teneurs en matière organique dans l'eau brute et traitée du barrage takesbt à différentes températures (4°C, 22°C, 37C et 44°C). On constate que les valeurs sont déférente d'une température à une autre. Oscillent entre (2.08mg/l – 6.05) mg/l) pour l'eau brute et (2.32 mg/l – 4.47mg/l) pour l'eau traitée.

Dans notre eau traitée les valeurs de la matière organique sont proche de la limite norme algérienne (Jora, 2011) (5 mg d'O<sub>2</sub>/l) cela est dû à l'augmentation de la température qui influencé sur le traitement de l'eau (coagulation-floculation - décantation physique-désinfection) qui lui même part la suit n'a pas agit pour éliminer la grande quantité de la matière organique.



**Figure 42 :** Evolution de la matière organique d'eau brute et traitée du barrage de taksebt en fonction de la température.

Nos résultats d'analyse sur la matière organique dans les différentes températures d'eau sont confirmés et en accord avec les remarques dites par (TARDAT-HENRY, 1992). Que la matière organique est constituée de composés organiques et est à l'origine de la dégradation de la qualité de l'eau, ainsi elle influence directement sur les propriétés organoleptiques de l'eau; elle peut être la cause d'une certaine toxicité acquise au cours du traitement elle influence directement sur la stabilité biologique de l'eau dans le réseau de distribution.

Dans une étude basée sur les effets saisonniers ou liés aux conditions météorologiques sur la matière organique, un grand nombre de chercheurs (Gregory, 1998; Billica et Gertig, 2000; Tseng *et coll.*, 2000; Goslan *et coll.*, 2002; Volk *et coll.*, 2002; Eikebrokk *et coll.*, 2004; Fearing *et coll.*, 2004a, 2004b; Hurst *et coll.*, 2004; Chow *et coll.*, 2006; Sharp *et coll.*, 2006; Parsons *et coll.*, 2007; Reckhow *et coll.*, 2007; Kraus *et coll.*, 2010; Carpenter *et coll.*, 2013; Kundert, 2014; McVicar *et coll.*, 2015; James *et coll.*, 2016), notent une augmentation de la concentration de MON et un changement de ses caractéristiques à la suite de la fonte de la neige, du ruissellement printanier ou d'une pluie abondante. Les concentrations les plus élevées peuvent être observées en été et en automne, lorsque les températures sont plus élevées, l'activité biologique est élevée et les pluies torrentielles de forte intensité mais de courte durée sont fréquentes selon (Aitkenhead-Peterson *et coll.*, 2003).

Les épisodes de précipitations et de fonte de la neige peuvent nuire grandement au procédé de coagulation, pour un certain nombre de raisons. Premièrement, un fort débit d'orage qui créent des conditions difficiles de coagulation, deuxièmement Les pluies torrentielles durant l'hiver ou le printemps peuvent être préoccupantes, car les basses températures peuvent réduire l'efficacité du procédé de coagulation.

### 3. Paramètres bactériologique

L'analyses bactériologique à été effectuée au niveau du laboratoire d'analyse bactériologique de la station du barrage de takesbt, elle consiste à la recherche et l dénombrement des Coliformes totaux, fécaux (*Escherichia coli*) et les Streptocoques fécaux, L'appréciation de la qualité bactériologique des eaux de différentes températures (4°C; 22°C; 37°C et 44°C) a été suivie par le bais de l'analyse des paramètres étudiés des résultats obtenue durant la période d'étude en allant du mois de juillet 2022 au mois d'aout de la même année et sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableaux 03 :** Résultat d'analyse bactériologique d'eau brute et traitée du barrage de taksabt en fonction de la température

Température	Eau brute				Eau traitée			
	4°C	22°C	37°C	44°C	4°C	22°C	37°C	44°C
<b>Coliforme totaux</b>	209	107	00	110	00	00	00	00
<b>Escherichia coli</b>	2.25	1.25	0.25	1.75	00	00	00	00
<b>Streptocoque</b>	21.25	9.25	4.5	1.25	00	00	00	00

Les analyses microbiologiques des eaux permet ainsi d'apprécier le risque dû à des microorganismes pathogènes, susceptible d'être trouvés dans les eaux consommées par les

citoyens, et de ce fait, de provoquer des maladies (MTH), permet aussi de contrôler l'efficacité des traitements de désinfection.

Nous résultats révèlent que l'eau traité est propre à la consommation humaine dans toutes les températures étudiées (4°C ; 22°C ; 37° et 44°C). ou On constate l'absence totale des germes indicateurs de contamination (coliformes, streptocoques et E-coli). (Tableau 3). Le dénombrement de ces bactéries pour l'eau traitée est nul autrement dit ne dépasse pas les normes de potabilité de l'OMS. et même les normes Algériennes qui fixent des concentrations maximales admissibles de 00 CF/100ml ce qui explique la bonne acceptabilité pour la consommation

### 3.1.Coliformes totaux et coliformes fécaux

Les variations des nombres de coliformes totaux lors des 4 prélèvements qui représente 4 températures différentes (4°C ; 22°C ; 37°C et 44°C) effectués au niveau de la station sont représentées dans le (**tableau 03**), montrent des différences très significatives entre l'eau brute et l'eau traitée. Pour les eaux brutes, la charge bactérienne varie de manière très importante entre les 4 températures différentes, dont la plus élevée est enregistrée à 4°C et les plus basses sont notées a 22°C .plus la température baisse plus la charge bactérienne (coliformes) augmentes car les coliformes ne tolères pas des températures élevée.

Nous avons alors comparer et confirmer nos résultat à l'expérience de (Larpent, 1985 ; Larpent et Larpent, 1970 ; Berch et *al.*,1989, et) qui ont affirmer que le facteur de la température influence directement la vie et la croissance des bactéries et des autres microorganismes dans l'eau.

Le temps de survie est influencé par un certain nombre de facteurs physiques et biologiques, dont la température, La surveillance des coliformes totaux et de la bactérie *E. coli* est utilisée pour déceler des conditions insalubres potentielles, des problèmes d'intégrité physique et la croissance bactérienne dans le réseau de distribution. (Apha et Awwa et Wef (2017)

### 3.2. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont d'excellent indicateur de contamination récente (Rodier, 2009). Les résultats de dénombrement de ces derniers à plusieurs températures de l'eau sont présentés dans le (**tableau 03**) montrent que la teneur en streptocoques fécaux est élevée dans la température de 4°C de l'eau brute, celle-ci diminue en fonction de l'augmentation de la température. Tandis que une absence totale de ces derniers l'eau traitée. Cela prouve l'efficacité de traitement de l'eau de consommation.

D'après (Silvey J.K, et Henley D.E, et Wyatt, J.T.1972) L'eau chaude stimule la prolifération d'organismes nuisibles qui peuvent causer des odeurs et des goûts désagréables et même rendre l'eau malsaine. Ce qui a été confirmé par nos analyses précédentes de l'eau à plusieurs températures de 4°C jusqu'à 44°C.

### 3.3. Escherichia-Coli

En ce qui concerne l'eau traitée de notre analyse, on constate que malgré la variation de température les E-coli sont inexistantes dans l'eau cela prouve l'efficacité du traitement. Par contre dans l'eau brute on constate la présence des coliformes totaux à 44°C témoignée par l'inexistence des tubes positifs confirmant la présence des coliformes fécaux, en particulier Escherichia-Coli.

Selon (Butterfield C.T, Wattie E, Megregian S, et Chambers, C.W 1943) En règle générale, une hausse de la température favorise la désinfection. La plupart des données disponibles à ce sujet portent sur la chloration. Dans le cadre de leurs travaux sur l'Escherichia coli, Butterfield et ses collaborateurs ont observé que, lorsque la température s'élève à partir de 2°C à 5 °C pour atteindre 20 à 25 °C, l'action bactéricide du chlore se trouve multipliée par cinq. Ce qui confirme le pique enregistré à 44°C.

**Conclusion**

### Conclusion

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer la potabilité de l'eau du barrage de taksebt à des différentes températures soit : 4°C ; 22°C ; 37°C et 44°C, et d'étudier l'effet de la température sur la qualité de l'eau par des analyses organoleptique, physicochimiques et bactériologiques au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux potable « SEAAL / Tizi-Ouzou » sur des échantillons prélevés durant une période de deux mois (juillet et aout 2022). Il ressort des résultats obtenus dans cette étude, que les eaux du barrage de taksebt dans les différentes températures sont caractérisées par une qualité organoleptique, physicochimique et bactériologique différentes.

L'importance de la température comme facteur décisif relativement à la qualité de l'eau tient à ses relations avec les autres paramètres comme (turbidité ; nitrates ; nitrites ; ortho- phosphates ; chlorure ; dureté calcique et matière organique). La plupart de ces relations touchent les aspects de la qualité organoleptique de l'eau; d'autres sont indirectement liées à la santé. La sapidité de l'eau potable dépend, dans une certaine mesure, de sa température. On fait souvent état d'un seuil de 19 °C; cette limite dépassée, la plupart des consommateurs se plaignent. À des températures supérieures à 15 °C, la prolifération d'organismes indésirables dans le réseau de distribution devient gênante et risque de produire des odeurs et des goûts désagréables.

D'un point de vue physicochimique, les valeurs pour les paramètres mesurés (PH ; conductivité ; TA ; TAC et dureté magnésienne) indiquent que la qualité d'eau de barrage de taksebt malgré les variations de la température est acceptable vue que ses eaux sont légèrement troubles, mais grâce aux processus de traitement la pollution est diminuée et l'eau devient potable

Oxygène dissous : les concentrations en oxygène dissous dans l'eau brute et traiter du barrage de taksebt baisse au fur et à mesure que la température augmente ce qui cause une diminution de l'oxygénation de l'eau.

## Conclusion

---

Le chlore a tendance à diminuer à chaque fois que la température augmente 44°C ce qui cause son évaporation et la diminution de l'efficacité de traitement tels que la désinfection.

Les eaux du barrage de Taksebt sont caractérisées par une dureté très élevée (TH, TH  $\text{mg}^{2+}$ , TH  $\text{Ca}^{2+}$ ). En effet, les dépôts de carbonate sont proportionnels à la température. Plus une eau est chauffée, plus les dépôts sont importants (c'est pourquoi les bouilloires s'entartrent si vite). Quelques remèdes simples permettent donc d'éviter l'entartrage des appareils : ne pas laver le linge à plus de 60° [abaisser la température du chauffe-eau électrique souvent surchauffée par l'installateur.... pour le changer plus vite].

Malgré la faible fréquence des bactéries indicatrices de contamination fécale au niveau des eaux brutes, ces germes n'ont pas été détectés au niveau des eaux traitées grâce au bon rendement du processus de traitement de la station du barrage de Taksebt. D'un point de vue bactériologique, l'eau de consommation de la wilaya de Tizi Ouzou est de bonne qualité ce qui indique l'efficacité du traitement. Mais malheureusement il y'a un manque des normes concernant l'eau brute ce qui conduit à une difficulté pour connaître la qualité de ce dernier.

La température de l'eau peut changer à mesure que l'eau circule dans le vaste réseau de conduites, de vannes, de bouches d'incendie et d'installations de stockage qui composent le réseau de distribution. Les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient donc élaborer une stratégie pour comprendre et gérer ces changements. Une stratégie comprend généralement une surveillance opérationnelle pour évaluer les tendances dans le but de prévenir ou de corriger les problèmes de qualité de l'eau. Parmi les pratiques exemplaires de gestion des effets de la température, mentionnons l'optimisation des taux de roulement des installations de stockage et l'installation de mélangeurs pour prévenir la stratification thermique. D'autres éléments importants comprennent le maintien de conditions de qualité biologique et chimique de l'eau stables et la réduction au minimum des perturbations physiques et hydrauliques.

Enfin, nous pouvons faire quelques perspectives utiles pour diminuer l'effet négatif de la température dans les eaux de consommation humaine :

## Conclusion

---

La température optimale pour la croissance des cyanobactéries toxiques est supérieure à 25 °C, Les concentrations peuvent culminer à des températures chaudes. Le pH peut augmenter (en raison de la photosynthèse) et peut avoir un effet sur les procédés de filtration et de désinfection. La prolifération d'algues peut causer d'autres problèmes de traitement (p. ex., masse cellulaire, matière organique hydrophile) et générer des goûts/odeurs désagréables.

Certaines proliférations organiques protégeant les bactéries contre l'action de la chloration, il est préférable de leur faire échec au maximum en utilisant de l'eau froide.

Comme la température est un paramètre critique lié à plusieurs aspects de l'eau potable, les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient s'efforcer de gérer adéquatement ses effets. Pour le faire, il faut bien connaître les points suivants :

- la façon dont la température change de façon saisonnière dans la source d'eau;
- son influence sur les procédés de traitement de l'eau;
- la façon dont la température change dans le réseau de distribution;
- son influence sur la qualité de l'eau au point de consommation (c.-à-d. au robinet);
- si l'un de ces changements entraîne des problèmes de santé, esthétiques ou opérationnels;
- les protocoles opérationnels et de gestion nécessaires;
- les programmes d'éducation et de sensibilisation nécessaires;
- les plans d'adaptation aux changements climatiques nécessaires.

Étant donné que la température influe sur pratiquement tous les paramètres de l'eau potable, les responsables du systèmes d'approvisionnement en eau potable devraient élaborer des stratégies de gestion pour les conditions normales d'exploitation, des mesures correctives et des interventions en cas d'incident, et devraient évaluer ses effets lors de la planification des éléments suivants :

- changer ou introduire une nouvelle source d'eau;
- changer un procédé de traitement;
- modifier le réseau de distribution;
- revoir les plans et protocoles d'échantillonnage.

## Conclusion

---

Les stratégies de gestion seront propres à chaque système, selon sa conception, sa taille et sa complexité, ainsi que les exigences réglementaires. Des rajustements saisonniers pourraient être nécessaires pour que les répercussions de la température soient gérées efficacement tout au long de l'année.

## Référence :

[1] : L'auteur anonyme, Les différentes échelles de température .Disponible sur : , date de création (20-04-2018).

[2]: Handbook of chemistry and physics. 66th edition 1985-1986, CRC Press.

**ALGERIE PRESSE SERVICE, Tizi-Ouzou:** la rareté et la qualité de l'eau, une préoccupation majeure des populations et des autorités, publié le 05 septembre 2017.

APHA/AWWA/WEF (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC.

Algéo (Alger Géophysique) (1997). Etude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport Interne, 28 p. ture et de pression [3].

Anonyme 2009.- Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie. PNUD, Algérie, 19p.

AWWA Research Committee on Coagulation and Research Committee on Color Problems. Joint report. Coagulation and color problems. J. Am. Water Works Assoc., 62 : 311 (1970)

AWWA (2021). Plans d'action pour le climat—Stratégies de gestion adaptative pour les services publics. Manuel d'approvisionnement en eau pratiques—M71. 1ère édition. American Water Works Association, Denver, Colorado.

American Public Health Association / American Water Works Association / Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14e édition. Washington, D.C. (1976).

Ames, M. et Whitney-Smith, W. J. Bacteriol., 47 : 445 (1944).

Aminot et Kérouel, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins Paramètres et analyses. Partie 2/Chap.III/Parag.3

APHA, AWWA, WEF (2011). Standard methods for the examination of water and wastewater, 4500-H+ pH Value. American Public Health Association, American Water Works

Association et Water Environment Federation, Washington D.C. Disponible à : [www.standardmethods.org/Store/ProductView.cfm?ProductID=185](http://www.standardmethods.org/Store/ProductView.cfm?ProductID=185).

Arnold E. Greenberg, Lenore S. Clesceri, Andrew D.Eaton. Standard methods for the examination of water and wasterwaters ”, 18ème édition 1992 partie 2540C, page 2-55.

APHA, AWWA, WEF (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater, 22e édition. American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation, Washington D.C.

BOEGLIN Jean-Claude ; (2001) Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110 10 janv. 2001.

BERNARD C. (2007). Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar. 316p.

Bouziani M., 2006.- L'eau dans tous ses états. Ed. Dar El Gharb, Algérie, 260p .

BENSACI T. (2006). Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi. 98 p.

Baird et Cann;. (2016). Baird, Colin ; Cann, Michael ; Chimie de l'environnement De Boeck Supérieur, 2016.

Black, A.P. et Christman, R.F. Characteristics of colored surface waters. J. Am. Water Works Assoc., 55 : 753 (1963).

Branger et al. (2007). Branger, Alain ; Richer, Marie-Madeleine; Sébastien , R Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques Educagri Editions, 2007.

Bourgeois R., C-M., Mescle J-F. et Zucca J. 1991.Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome1.Edition Lavoisier. Tec et Doc .p:260-261.

BONTE SL., M. PONS, O. POTIER, P. ROCKLIN. (2008), "Relation between Conductivity and Ion Content in Urban Wastewater" Journal of Water Science, vol. 21, n° 4, 429- 438.

Berne.F ; Jean. C, Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 1991, 306 p.

Butterfield, C.T., Wattie, E., Megregian, S., et Chambers, C.W. Influence of pH and temperature on the survival of coliforms and enteric pathogens when exposed to free chlorine. Public Health Rep., 1943

Burnson, B. Seasonal temperature variations in relation to water treatment. J. Am. Water Works Assoc., 30 : 793 (1938).

Carl, A. (2014). Encyclopedia of Food Microbiology Academic Press, 2 avr. 2014.

CHAPMAN D., KIMSTACH V. (1996). Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E and FN Spon, London, pp. 59-126.

Chapman D., Kimstach V. Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring. Chapman edition, 2nd ed E & FN Spon, London. (1996) 59-126 .

Connell, G.F. (1996). Water disinfection series: The chlorination/chloramination handbook. American Water Works Association, Denver, CO.

Caron et Alain. (2007). Caron, J. M; Alain, Gauthier Planete terre Editions OPHRYS, 5 oct. 2007 - 303 pages.

CIRC (1991). Chlorinated drinking water, chlorinated by-products, some other halogenated compounds, cobalt and cobalt compounds, dans Monographies du CIRC sur l'évaluation des risques de cancérogénicité pour l'homme, vol. 52, Centre International de Recherche sur le Cancer, Lyon, France.

CCME (2004). De la source au robinet : guide d'application de l'approche à barrières multiples pour une eau potable saine / Produit conjointement par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et par le Groupe de travail sur la qualité de l'eau du CCME.. Dans Internet : [www.ccme.ca/assets/pdf/mba\\_guidance\\_doc\\_f.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/mba_guidance_doc_f.pdf).

Claude Toutant . 2013, Techniques = L'alcalinité d'une eau, paramètre à suivre de près! (2 de 2).

Chambers, C.W. An overview of the problems of disinfection. Dans : Proceedings of the Symposium on Wastewater Treatment in Cold Climates, University of Saskatchewan, Saskatoon, p. 423. Environnement Canada, EPS 3-WP-74-3 (mars 1974).

Dumas A, Carmack E, Melling H., (2005) .Climate change impacts on the Beaufort shelf landfast ice.

DEGREMONT G., 2005.Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.

DAJOZ R. Précis d'écologie.4ème édition, Gauthier Villars, 1982, p.

DERWICH E, BENAABIDATE L., ZIAN,A., SADKI O., BELGHITY D. Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec Oued Fes/ Larhyss Journal, 8 (2010), pp. 101-112.

Delarras, C. (2010). Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux (2e ed.) Lavoisier, 10 mai 2010.

Dye, J.F. (1952). Calculation of effect of temperature on pH, free carbon dioxide, and the three forms of alkalinity. J. Am. Water Works Assoc., 44(4): 356–372.

Debabza.M, (2005) : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.

DJEMMAL S. (2008-2009), Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud -est de Sétif Cas du Guidjal, Université de Constantine, Algérie. F

Dembele, M. (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM. Sa dans la ville de BAMAKO:Médecine de pharmacie et d'odonto-stomatologie. Thèse de doctorat, Université de Bamako, 77 p.

Eaton, J. G., J. H. McCormick, B. E. Goodno, D. G. O'Brien, H. G. Stefany, M. Hondzo, et R. M. Scheller (1995), A Field Information-based System for Estimating Fish Temperature Tolerances, Fisheries, 20(4), 10-18 .

Ebersole, J., W. Liss, et C. Frissel (2003), Thermal heterogeneity, stream channel morphology, and salmonid abundance in northeastern Oregon streams, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60, pp 1266-1280.

EMSALEM R. (1986). *Climatologie Générale*. Edition. I.P.E.N.A.G. Tome 1. 198p.

Emilie Lavie et Noha Hassan El-Tayib, « Du robinet au consommateur : qualité de l'eau potable dans le contexte domestique de l'agglomération de Khartoum, Soudan », *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 664, mis en ligne le 05 février 2014, consulté le 20 septembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/26157> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.26157>

FERHANI Assia; *La tarification de l'eau dans le secteur tertiaire : cas des stations de lavage automobile* ;(2016).

Fabrice DASSONVILLE, Henri DAVEZAC, Nathalie FRANQUES, Béatrice JÉDOR ,Caroline LE BORGNE. *La qualité de l'eau du robinet en France* .Ministère chargé de la Santé, Direction générale de la santé, Paris, 2016

Environnement Canada. *Qualité des eaux de surface au Canada — Un aperçu*. Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures (1977).

GIEC., 2007 .*Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse, p. 30.

GAUJOUR D., 1995. *La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire*. 2eme édition : Lavoisier. P : 49.

GO N° 60, 14 p.

Grenouillet, G., B. Hugué, G. A. Carrel, J. M. Olivier, et D. Pont (2001), Large-scale synchrony and inter-annual variability in roach recruitment in the Rhône River: the relative role of climatic factors and density-dependent processes, *Freshwater Biology*, 46(1), 11-26.

Gouvernement du Canada. (2009, 6 fév.). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – la température*. Extraites de <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-document-technique-temperature.html>lgérie, 19p.

**Gaujour. D, (1985)** : La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2eme Edition : revue et augmenté.

Gouvernement Québec, 2016. Contamination de l'eau potable d'un puits (nitrate/nitrites), <https://www.quebec.ca/droit-auteur> 2022

**Gregory, 1998; Billica et Gertig, 2000; Tseng et coll., 2000; Goslan et coll., 2002; Volk et coll., 2002; Eikebrokk et coll., 2004; Fearing et coll., 2004a, 2004b; Hurst et coll., 2004; Chow et coll., 2006; Sharp et coll., 2006; Parsons et coll., 2007; Reckhow et coll., 2007; Kraus et coll., 2010; Carpenter et coll., 2013; Kundert, 2014; McVicar et coll., 2015; James et coll., 2016**, Document de conseil sur la matière organique , 21 mai 2019.

HIMMI N., FEKHAOUI M., FOUTLANE A., BOURCHIC H., EL MMAROUFY M., BENAZZOUT T., HASNAOUI M. (2003). Relazione plankton-parametri fisici chimici in un bacino dimaturazione (laguna mista Beni Slimane – Morocco. Rivista Di Idrobiologia. Universitadegli studi di perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di Idrobiologia “G.B. Grassi”, 110–111p.

HCEFLCD, (2006) : Etude sur la pisciculture au bar rage Almassira ; CR Dar Chafaai ; Cercle d'El BRouge, Province de Settat, Maroc.

Hamed, M., Guettache, A. et Bouamer, L. (2012) : Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djofra-Tourba Bechar. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Biologie, Option : Contrôle de qualité et d'analyse, Université de Bechar, 134p.

Hufty ., 2001 . Introduction à la climatologie: le rayonnement et la température, l'atmosphère, l'eau, le climat et l'activité humaine.

Hazzab A. 2011. Eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie. Hydrologie, environnement 343(1): 20-31

inspq. (2003). Institut national de santé publique du Québec 2003.

Jean-L.C, Jean C-C, 2005, Alimentation en eau potable, Cahier Technique N° 19, Office International De L'eau, 2005, P8.

Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). 2011. Décret exécutif n° 11-125 du 17 RabieEthani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. Imprimerie Officielle. Les Vergers: Bir-Mourad Raïs. Alger. Algérie

Jacques Duclaux, E. Wollman. La couleur et la constitution de l'eau. J. Phys. Theor. Appl., 1912, 2 (1), pp.263-268. ff10.1051/jphys:019120020026300ff. ffjpa-00241749ff

Kéttab A., 2001.- Les ressources en eau en Algérie, stratégies, enjeux et vision. Elsevier science: 1-5.

Kouider-Belala. Z, (2006) : Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf El Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de Magister en Eau et Environnement, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie.

Kadiri (2005). Analyse urbaine de la ville de Bou ssaàda, mémoire d'ingénieur EPAU.

Karpe H. J., 1990.- Climate and development. Climate change and variability and the resulting social. Economic, 1-10

Louise Schriver-Mazzouli, 2014, la gestion durable de l'eau (Ressources, qualité, organisation), Edition Dunod, 176 p.

Livre Bleu. 2002. Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. 2em édition. Belgique. BELGAQUA

LOUNNAS AMEL. (2009) : amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Thèse de Magister Présenté à l'université du 20 Août 1955 Skikda Faculté des Sciences Département des Sciences Fondamentales Spécialité : Chimie Option : Pollutions Chimiques & Environnement.

Laurie Fouché . 2021. La conductivité électrique. Publié le 02/01/2021; mis à jour le 01/03/2021

Lamar, W.A. et Goerlitz, D.F. Geological Survey Water-Supply Paper 1817A, U.S. Government Printing Office, Washington, DC (1966).

**Lydersen, E., Salbu, B., Poleo, A.B.S. et al.** The influences of temperature on aqueous aluminium chemistry. Water Air Soil Pollut 51, 203–215 (1990). <https://doi.org/10.1007/BF00158219>

**Lenntech B.V. 1998-2022** All rights reserved Read more: <https://www.lenntech.fr/francais/ph-et-alkalinite.htm#ixzz7fYu023ry>

Langelier, W.F. (1946). Effect of temperature on the pH of natural waters. J. Am. Water Works Assoc., 38: 179–185.

Larson, T.E. et Henley, L. (1955a). Determination of low alkalinity or acidity in water. *Anal. Chem.*, 27(5): 851–852.

Larson, T.E. et Henley, L. (1955b). Determination of low alkalinity or acidity in water – Correction. *Anal. Chem.*, 27(8): 1286–1286.

Lytle, D.A. et Schock, M.R. (2005). The formation of Pb(IV) oxides in chlorinated water. *J. Am. Water Works Assoc.*, 97(11): 102–114.

LADEL J., 2013. Water uses adaptation in Africa and Impact of water resources availability on several African communities. *Geo-Eco Trop*, 37, 2, 285-292.

LEYNAUD G. (1968). Les pollutions thermiques, influence de la température sur la vie aquatique. B.T.I. Ministère de l'agriculture, 224-881.

Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, « arrêté du 24 janvier 2005 modifié » relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux. « JORF » no 44 du 22 février 2005. p. 2949.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT 1987. « Arrêté royal du 4 novembre 1987 fixant des normes de qualité de base pour les eaux du réseau hydrographique public et portant adaptation de l'arrêté royal du 3 août 1976 portant règlement général relatif aux déversements des eaux usées dans les eaux de surface ordinaires, dans les égouts publics, et dans les voies artificielles d'écoulement des eaux pluviales », MB du 21.11.87.

Menad. K, Metadjer 2012. Traitement des eaux saumâtres par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana. Université Khemis Miliana.

Morabbi. A, et Souabni. O., (2013). Caractérisation de la qualité des ressources en eau dans le sous bassin Ksob (Région d'Essaouira, Maroc). Mémoire de licence. Université cadia ayyad, 27-28 p

Meriem boukamoum, memoire contribution a la prevision de la demande en eau en algerie (application sur l'agglomeration de setif.2016).

Maudling, J.S. et Harris, R.H. Effect of ionic environment and temperature on the coagulation of color-causing organic compounds with ferric sulfate. *J. Am. Water Works Assoc.*, 60 : 460 (1968).

NICHANE Mohamed\* et KHELIL Mohamed Anouar 2009). Département d'Écologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algéri 2009)

Nasmith, G.G. The trial filtration plant, Ottawa, Canada. J. Am. Water Works Assoc., 22 : 1017 (1930).

OULD KANKOU M.O.S.A. (2004). Vulnérabilité des eaux et des sols de la rive droite du fleuve Sénégal en Mauritanie. Thèse de Doctorat, l'université de Limoges, option Chimie et Microbiologie de l'Eau, France,

Oram, B. (2014). Stream Water Quality – Importance of Temperature.

ONEMA. (2012). Les agences de l'eau, cycle de l'eau, p4.

OMS (2014). Water safety in distribution systems. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. Dans Internet : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/204422?locale-attribute=fr&> (anglais seulement)

OMS (2004). Directives de qualité pour l'eau de boisson, 3e éd., Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse; consulté le 22 février 2006).

Orski, K. Grimbert, B. Menezes, C. & Quin, E. (2007), Fighting Lead and Zinc Sulphide Scales on a North Sea HP/HT Field; Total E&P UK Ltd.; European Formation Damage Conference, 30 May-1 June 2007, Scheveningen, Pays-Bas; ([ISBN 978-1-55563-160-4](#)) Society of Petroleum Engineer ([résumé](#) [[archive](#)]).

Oyelude E. O. et Ahenkorah S. 2012. Quality of sachet water and bottled water in Bolgatanga municipality of Ghana. Applied Sciences, Engineering and Technology4 (9): 1094-1098.

PERRY J. (1984). Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.

Parry Martin L., 1991.- The potential socio-economic effects of climate change. Nairobi, UNEP: 1-25.

Prescott et al. (2018). PRESCOTT, L; JOANNE, W; LINDA, S. Microbiologie de Prescott.

Potelon J-L., Zysman K. 1998. Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial. 253p.

Peter H. Gleick et Meena Palaniappan, Peak water limits to freshwater withdrawal and use, Proceedings of the National Academy of Science (2010) 107 11155–11162. (doi: 10.1073/pnas.1004812107).

Potelon J. L et Zysman .K. 1998. Le guide des analyses de l'eau potable. Édition : La lettre du cadre territorial S.E.P.T, pp. 89-119

Pangborn, R.M. et Bertolero, L.I. Influence of temperature on taste intensity and degree of liking of drinking water. J. Am. Water Works Assoc., 64 : 511 (1972).

PISC (2000). Disinfectants and disinfectant by-products, Programme international sur la sécurité des substances chimiques, Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse (Critères d'hygiène de l'environnement 216).

Painter ,1970 et. Borchartd ,1966 et (Wild est ces collaborateurs, (1971 et Randall et Buth (1970). the influence of temperature on the nitrification Rate.

Rodier, J. (1999) : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Paris, 7<sup>ème</sup> édition, Dunod.

Rodier J. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition. (2009) 1113-1115.

Rodier J Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8<sup>ème</sup> Edition, paris, 1996, 1260 p.

RODIER J. (1996). L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8<sup>ème</sup> éd. Denod, Paris, 1383.

Rodier. J, (2005) : L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition : Dunod, Paris, France.

Rodier, 1997 : analyse de l'eau naturelles, résiduaires et eau de mer 8<sup>ème</sup> Edition (p : 66).

Rodier J. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition. (2009) 1113-1115.

Robert Barbault, 2021 *Écologie générale : Structure et fonctionnement de la biosphère*, 5<sup>e</sup> édition, Dunod, p. 32

Rimini, B. (2005) : Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux potables cas de la station de traitement de Hammam Debagh de Guelma. Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 Guelma, p91.

Rejsek, F. (2002) : Analyse des eaux –Aspects règlementaires et techniques biologie technique CRDP d'aquitaine, p358.

Rodier, J., Bazine, C., Broutin, J-P., Chambon, P., Champsaur, H et Rodi, L (2005) : L'Analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eaux de Mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats, Ed Dunod, paris, p384.

ROUX J.C. (1989). Analyse biologique de l'eau. Etude de synthèse. Office national de l'eau édition du BRGM, n° 23. 113p.

Ramade. F., (1982). Eléments D'écologie, Ecologie Appliquée, L'action De L'homme Sur La Biosphère, 2ème édition, Paris, Masson, 422 p.

Rodier. J, Beuffr. H, Bournaud. M, Broutin. J.P, Geoffray. C.H, Kovacsik. G, Laport. J, Pattee. E, Plissier. M, Rodi. L, et Vial. J., (1984).L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, Dunod, Paris, 5 p.

Rodier. J, Legube. B, et Merlet. N., (2009). L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. • Dunod, 1579p.

Rodier. J., (1996). Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires. 8ème édition, Paris, Dunod, 1130 p.

Rodier, J., (1996) - L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème, édition, Paris, pp. 799-780.

Smillie, R.D., Nicholson, A.A., Meresz, O., Duholke, W.K., Rees, G.A.V., Roberts, K., et Fung, G. Organics in Ontario Drinking Water, 2e partie. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto (avril 1977).

SELTZER, P., 1946. Le climat de l'Algérie. Alger. Carbonel. 1946; 219p.

S. Jagtap, S. Rane and S. Gosavi.Synthesis, Characterization and Fabrication of NTC Thick Film Thermistor Using Lead Free Glass Frit. Journal of Materials Science and Engineering A (2016) 6 (11-12) 301-309.

Santé Canada (2021). Document de conseils sur les aspects liés à la température de l'eau potable. Bureau de la qualité de l'air et de l'eau, Direction générale de la santé

environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). (No de catalogue 978-0-660-40985-6).

Santé Canada (1993), Les trihalométhanes. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Documentation à l'appui, Accessible à: [www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/trihalomethanes/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/trihalomethanes/index-fra.php)(le lien est externe), Consulté le 11 juin 2015.

SARI HASSIBA. (2014) : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source. Mémoire de Magister option sciences des aliments. Université Abou Baker Belkaid Tlemcen.

Sekiou F., et Kellil A. 2014. Caractérisation et classification empirique graphique et statistique multivariable d'eaux de source embouteillée de l'Algérie. *Hydraulique* (20): 1112-3680.

Silvey, J.K., Henley, D.E. et Wyatt, J.T. 1972 Planktonic blue-green algae: growth and odor-production studies. *J. Am. Water Works Assoc.*,

Santé Canada, 2009. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique Les trihalo-méthanes, Préparé par Le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement Santé Canada Ottawa (Ontario) Mai 2006

SOLTNER D. (1999). Les Bases De La Production Végétale. Edition. Sciences & Techniques Agricoles, Tome 2. 396 p

Shelir, Ebrahimi. et Thi, HauNguyen. et Deborah, J.Roberts, 2015. Effect of temperature & salt concentration on salt tolerant nitrate-perchlorate reducing bacteria: Nitrate degradation kinetics

Spring. VT. *Arch. des sciences phys. et nat.*, t. XXV, p. 217 ; 1908.

State Water Quality Control Board, California. Temperature. Dans : *Water Quality Criteria*. 2e édition, p. 283 (1963).

Secondat, M., sur « les variations de la température et de la concentration en oxygène dissous des eaux lacustres et des eaux courantes ; 2008

Singer, P.C. (dir.) (1999). Formation and control of disinfection by-products in drinking water. American Water Works Association, Denver, Colorado.

TARDAT HENRY. M., (1992). Chimie Des Eaux. 2ème Ed. Griffon d'Argile, Québec, 537 p

U.S. EPA (1999a). Reregistration eligibility decision (RED): Chlorine gas [en anglais seulement], Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, consulté le 24 septembre 2007).

UDERT KM., TA. LARSEN, M. BIEBOW, W. GUJER. (2003). Urea hydrolysis and precipitation dynamics in a urine-collecting system. *Water Res.*, 37, 2571-2582.

U.S. Environmental Protection Agency. Quality criteria for water. Office of Water and Hazardous Materials Rep. EPA-440/9-76-023, Washington, DC, juillet (1976).

W.H.O. (1987). Global pollution and health results of related environmental monitoring. Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.

White, G.C. (1999). Handbook of chlorination and alternative disinfectants, 4e éd., John Wiley & Sons, New York, NY.

WMO, 2008. Guide to meteorological instruments and methods of observation ; 681p. Organisation météorologique mondiale, 2012.

**Tableau 01 : Température mensuelles correspondant à la période juillet et aout 2022 du Barrage de taksebt**

juillet			aout				
Jours	T°C MIN	T°C MAX	T°C MOY	jours	T°C MIN	T°C MAX	T°C MOY
1	23.53	32.01	27.77	1	22.74	31.29	27.01
2	24.45	35.98	30.21	2	21.85	30.82	26.33
3	25.09	34.57	29.83	3	21.11	32.05	26.58
4	24.24	33.88	29.06	4	22.34	31.97	27.15
5	23.55	34.53	29.04	5	22.48	32.51	27.49
6	24.83	34.46	29.64	6	21.18	32.83	27
7	21.76	30.34	26.05	7	21.03	32.70	26.79
8	20.43	27.74	24.08	8	20.78	33.25	27.01
9	19.56	29.07	24.31	9	22.25	33.82	28.03
10	18.99	29.89	24.44	10	21.59	33.50	27.54
11	18.93	31.20	25.06	11	22.38	33.92	28.15
12	22.73	32.92	27.82	12	21.54	33.75	27.59
13	22.77	31.17	26.97	13	23.58	36.08	29.83
14	21.54	31.71	26.17	14	26.19	37.55	31.87
15	20.70	31.46	26.32	15	26.24	34.48	30.02
16	21.59	32.93	27.26	16	25.83	33.76	29.79
17	22.35	33.64	27.92	17	25.34	33.36	29.35
18	21.35	33.19	27.27	18	21.70	30.01	25.85
19	22.48	32.93	27.92	19	20.44	28.77	24.6
20	22.44	32.71	27.57	20	18.65	30.99	24.82
21	21.02	32.67	26.89	21	19.10	31.34	25.04
22	22.49	32.60	27.54	22	20.83	31.83	26.33
23	23.40	33.66	28.53	23	21.19	30.74	25.73
24	23.01	34.54	28.77	24	20.97	31.70	26.44
25	23.23	34.46	28.84	25	20.51	32.97	26.74
26	23.85	35.07	29.46	26	21.95	30.97	37.43
27	23.03	32.29	27.66	27	21.73	30.78	26.25
28	21.44	32.94	27.06	28	21.74	33.03	27.38
29	23.28	34.67	28.97	29	24.03	33.88	28.95
30	23.55	34.58	29.06	30	25.19	34.68	29.95
31	24.64	35.29	30.14	31	24.37	30.29	27.33

## Annexes

**Tableau 01** : les résultats des paramètres physico-chimiques

Nature de l'eau	Eau brute				Eau traité			
	4°	22°	37°	44°	4°	22°	37°	44°
<b>Température</b>	4°	22°	37°	44°	4°	22°	37°	44°
<b>Oxygène dissous</b>	12.60	4.47	4.00	3.11	12.06	5.96	5.57	5.06
	10.50	4.03	3.00	3.12	11.06	7.76	6.67	6.53
	12.40	7.50	3.95	4	12.20	7.67	6.12	4.98
	2.21	2.07	2.33	1.77	7.73	7.58	7.29	6.00
<b>Moyenne</b>	9.42	4.51	3.22	3.00	10.76	7.23	6.41	5.64
<b>Conductivité</b>	602	550	600	566	610	621	650	701
	522	572	540	602	602	635	642	704
	495	549	568	562	609	619	682	676
	501	570	596	549	602	613	633	655
<b>Moyenne</b>	530	560	576	597	607	620	652	680
<b>Potential hydrogène</b>	7.80	7.41	7.27	7.11	7.35	7.44	7.34	7.37
	7.72	7.75	7.62	7.52	7.74	7.76	7.52	7.60
	7.64	7.53	7.47	7.45	7.74	7.17	7.53	7.44
	7.50	7.45	7.43	7.47	7.57	7.61	7.57	7.59
<b>Moyenne</b>	7.64	7.53	7.44	7.38	7.6	7.49	7.49	7.5
<b>Turbidité</b>	1.04	0.43	0.69	0.40	0.19	0.16	0.12	0.71
	1.01	0.53	0.49	0.44	0.18	0.28	0.22	0.39
	0.24	0.41	0.39	0.35	0.18	0.16	0.43	0.23
	0.32	0.92	0.81	1.77	0.41	0.37	0.20	0.26
	0.65	0.57	0.59	1.77	0.24	0.24	0.24	0.39

## Annexes

<b>Chlore résiduelle</b>	-	-	-	-	0.79	0.41	0.19	0.12
	-	-	-	-	0.77	0.23	0.10	0.03
	-	-	-	-	0.75	0.35	0.15	0.06
	-	-	-	-	0.70	0.26	0.11	0.07
<b>Moyenne</b>	-	-	-	-	0.75	0.31	0.11	0.07
<b>Couleur</b>	8	09	12	19	00	00	00	00
	6	08	13	14	00	00	00	00
	5	10	12	18	00	00	00	00
	7	08	11	16	00	00	00	00
<b>Moyenne</b>	6.58	8.75	12	16.75	00	00	00	00
<b>TA</b>	00	00	00	00	00	00	00	00
	00	00	00	00	00	00	00	00
	00	00	00	00	00	00	00	00
	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>Moyenne</b>	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>TAC</b>	183	163	167	184	161	164	162	172
	174	152	167	148	168	147	170	180
	152	155	150	154	171	160	140	159
	154	160	168	149	160	156	143	167
<b>Moyenne</b>	165.75	157.5	163	167.75	165	156.75	153.75	169.5

## Annexes

<b>TH</b>	268	296	256	266	268	298	232	290
	288	236	262	236	242	236	270	208
	234	228	206	108	256	254	236	220
	270	226	252	230	266	260	238	230
<b>Moyenne</b>	265	246.5	244	210	258	262	185	237
<b>THCa<sup>2+</sup></b>	89.06	86.4	68.8	68	72	88	61.6	72
	68.8	68.8	67.2	71.2	72	72.8	68.8	80
	56	52	46.4	45.6	56	53.6	46.4	52
	54.4	49	45.12	40.8	61.6	54.4	27.2	40.8
<b>Moyenne</b>	67.06	64.05	56.88	56.4	65.4	67.2	51	61.2
<b>THMg<sup>2+</sup></b>	10.69	19.44	20.41	23.32	21.38	18.95	10.95	7.73
	28.18	15.55	22.84	14.09	15.06	13.12	17.07	8.74
	20.99	16.01	19.99	13.34	18.09	12.97	20.04	11.37
	19.50	15.07	17.00	14.87	20.03	15.34	23.03	9.94
<b>Moyenne</b>	19.84	16.52	20.06	16.40	18.64	15.09	17.77	9.44
<b>Les chlorures</b>	37.72	38.71	39.70	41.68	17.86	44.66	5.95	33.74
	37.72	38.73	41.63	44.6	41.68	41.68	45.06	44.66
	38.71	45.65	44.66	53.60	27.79	43.67	48.63	48.63
	41.68	43.67	44.66	47.64	48.63	49.63	56.57	48.63
<b>Moyenne</b>	38.96	41.69	42.66	46.88	33.99	44.91	39.05	43.91

## Annexes

**Tableau 02 : les paramètres de pollution**

Nature de l'eau	Eau brute				Eau traitée			
	4°C	22°C	37°C	44°C	4°C	22°C	37°C	44°C
<b>Nitrite</b>	0.060	0.017	0.021	0.061	0.011	0.013	0.014	0.020
	0.050	0.026	0.030	0.062	0.09	0.025	0.017	0.025
	0.049	0.023	0.027	0.050	0.010	0.013	0.012	0.021
	0.032	0.021	0.027	0.060	0.08	0.014	0.015	0.024
<b>Moyenne</b>	0.047	0.22	0.073	0.058	0.012	0.016	0.014	0.022
<b>Nitrate</b>	0.31	0.52	0.57	0.73	0.50	0.55	0.57	0.58
	0.25	0.50	0.60	0.71	0.50	0.54	0.60	0.65
	0.30	0.49	0.58	0.69	0.46	0.49	0.57	0.59
	0.28	0.51	0.60	0.70	0.49	0.43	0.59	0.60
<b>Moyenne</b>	0.28	0.51	0.60	0.70	0.49	0.50	0.58	0.60
	0.24	0.30	0.45	0.67	0.19	0.20	0.66	0.09
	0.23	0.34	0.40	0.60	0.13	0.30	0.70	0.96
	0.19	0.63	0.69	0.73	0.15	0.34	0.65	0.73
	0.20	0.45	0.50	0.65	0.18	0.22	0.64	0.69
<b>Moyenne</b>	0.21	0.43	0.51	0.66	0.16	0.26	0.66	0.77
<b>La matière Organique</b>	1.93	2.66	2.99	5.45	2.69	2.11	3.78	4.87
	3.7	04	6.7	7.8	2.1	2.01	4.9	3.99
	2.33	3.99	4	7.6	2.23	2.13	4.5	3.94
	3.5	2.04	3.99	3.36	2.28	2.12	4.7	4.94
<b>Moyenne</b>	2.86	3.18	4.47	6.05	2.32	2.08	3.08	4.47

## Annexes

---

**Tableau 03:** paramètre indésirable

Nature de l'eau	Eau brute				Eau traitée			
	4°C	22°C	37°C	44°C	4°C	22°C	37°C	44°C
<b>Aluminium</b>	00	00	00	0.001	0.197	0.059	0.054	0.050
	00	00	00	0.001	0.099	0.054	0.062	0.062
	00	00	00	0.007	0.086	0.070	0.071	0.079
	00	00	00	0.003	0.100	0.050	0.057	0.058
<b>Moyenne</b>	00	00	00	0.003	0.120	0.060	0.061	0.062

## **Résumé :**

Le présent travail a pour objet de résumer la façon dont la température peut influencer sur la qualité de l'eau potable et de souligner les paramètres qui peuvent être pertinents pour les responsables de systèmes d'approvisionnement en eau potable. Ce travail couvre les paramètres influencés par la température, de la source jusqu'à la plomberie de l'immeuble, en passant par le traitement et la distribution. La température de l'eau a des effets sur tous les processus organoleptique en premier lieux, physiques, chimique et microbiologiques dans une certaine mesure. À leur tour, ces processus influencent l'efficacité du traitement et la qualité de l'eau et peuvent engendrer des problèmes occasionnés par des contaminants pouvant nuire à la santé et/ou à l'esthétique.

Quatre échantillons ont été prélevés et analysés à différentes températures (4°C, 22°C, 37°C, 44°C) sur une période de 02 mois au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux potable «SEAAL/ Tizi-Ouzou». Les résultats indiquent un impact important de la température sur les paramètres de l'eau potable du barrage de Taksebt à savoir : paramètres organoleptique (goût, turbidité,...), physicochimiques (dureté, alcalinité,...) et bactériologiques (coliforme totaux, streptocoque, E. Coli).

La température de l'eau dans les recommandations pour la qualité de l'eau potable du barrage de Taksebt est excellente si elle varie entre 15°C et 22°C.

## **Abstract:**

The purpose of this paper is to summarize how temperature can influence drinking water quality and to highlight parameters that may be relevant to those responsible for drinking water supply systems. This work covers the parameters influenced by temperature, from the source to the plumbing of the building, including the treatment and the distribution. Water temperature has effects on all organoleptic processes in the first place, physical, chemical and microbiological to some extent. In turn, these processes influence treatment efficiency and water quality and can lead to problems caused by contaminants that can affect health and/or aesthetics.

Four samples were taken and analyzed at different temperatures (4°C, 22°C, 37°C, 44°C) over a period of 02 months at the level of the laboratory of the drinking water treatment station "SEAL / Tizi- Ouzou". The results indicate a significant impact of temperature on the drinking water parameters of the Taksebt dam, namely: organoleptic (taste, turbidity, etc.), physicochemical (hardness, alkalinity, etc.) and bacteriological (total coliform, streptococcus, E. coli).

The water temperature in the drinking water quality guidelines for Taksebt dam is excellent if it ranges between 15°C and 22°C.