REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques
Département de Biologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de
Master en biologie

Spécialité : Protection de l'environnement

Présenté par : **M^elle AMRANI Cilia**

Devant le jury :

Présidente	**M^me Landri**	**Maitre-assistant (A)**	**UMMTO**
Examinatrice	**M^me Lardjane**	**Maitre de conférence (A)**	**UMMTO**
Promotrice	**M^me Sadoudi**	**Professeur**	**UMMTO**
Co- promotrice	**M^me Chikhi**	**Chef de service qualité**	**SEAAL**

2016-2017

DEDICACES

Arrivée au terme de mes études par la grâce de Dieu, j'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail aux personnes qui me sont plus chères :

- *Ma mère à celle que je dois tout et je ne rendrais jamais.*
- *Mon père pour ses encouragements, son soutien, surtout pour son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études, merci père.*
- *Mon cher frère GHILES pour ses encouragements.*
- *Mes sœurs THANINA et TINHINANE qui ont toujours su m'entourer et me redonner du courage et de la confiance.*
- *Ma grande famille Salem Imazithen.*
- *Ma grande famille maternelle.*
- *Mon cher mari Rahim et à ma belle-famille.*
- *A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*
- *Tous les étudiants (es) de ma promotion 2016/2017.*

CILIA

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Mme SADOUDI ET Mme CHIKHI pour avoir accepter de diriger ce modeste travail, et pour leurs aides, leurs disponibilités, leurs orientations, leurs conseils et leurs volontés qu'elles ont manifesté tout au long de l'élaboration du présent mémoire.

Je tiens à remercier aussi le personnel du laboratoire SEAAL, Mr HEDDADI, Melle AKLIOUAT, Mme AZIZ et Mme KHIALI.

Il est un agréable devoir d'exprimer mes sentiments les plus reconnaissants à tous ceux qui ont participé de loin ou de prés à l'élaboration de ce mémoire et qui se sont dévoués pour me venir en aide.

Mes sincères remerciements et nos profondes gratitudes s'adressent également aux membres de jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.

Merci à tous

Listes des figures

Figure 1 : Cycle de l'eau……..…….2

Figure 2 : Localisation du barrage Taksebt…….12

Figure 3 : Localisation de la station de traitement……..13

Figure 4 : Conductimètre…….15

Figure 5 : pH mètre……..16

Figure 6 : Turbidimètre……16

Figure 7 : Oxymètre…….17

Figure 8 : Valeurs moyennes de la turbidité (en NTU) de l'eau du barrage

TAKSEBT Apres et avant traitement…….…….25

Figure 9 : Valeurs moyennes du de l'eau du barrage

apres et avant trait…….. …….26

Figure 10 : Valeurs moyennes de la température (en °C) de l'eau du barrage

TAKSEBT après et avant traitement…….……26

Figure 11 : Valeurs moyennes de la conductivité (en us/cm) de l'eau du barrage

TAKSEBT Après et avant traitement..…….…….....27

Figure 12 : Valeurs moyennes de l'oxygène dissous (en mg/l) de l'eau du barrage

TAKSEBT après et avant traitement ……..……..28

Figure 13 : Valeurs moyennes de la dureté totale (en mg/l) de l'eau du barrage

TAKSEBT après et avant traitement ……..29

Figure 14 : Valeurs moyennes du chlorure (en mg/l) de l'eau du barrage TAKSET

Avant et après traitement……31

Figure 15 : Valeurs moyennes de l'aluminium (en mg/l) de l'eau du barrage

TAKSEBT après et avant traitement ……..…….32

Liste des tableaux

Tableau 1 : relation entre la conductivité et la minéralisation de l'eau…… 4

Tableau 2 : paramètres ayant un effet sur la qualité de l'eau…….6

Tableau 3 : dilution effectuée pour le test de goût……..18

Tableau 4 : dénomination des eaux selon les plages de valeurs du titre hydrotimétriques…29

Tableau 5 : interprétation des résultats bactériologiques des eaux…….31

Tableau 6 : résultats obtenus des analyses bactériologiques……

Liste des abréviations

°C : degré Celsius

°f : degré Faraday

AEP : adduction d'eau potable

ANBT : agence nationale des barrages et transformations

ASR : anaérobie sulfito réductrice

CAP : charbon actif en poudre

CMA : concentration maximale admissible

EDTA : éthylène diamine tétra acétique

MES : matière en suspension

NA : norme algérienne

NG : norme guide nm :

nanomètre

NTU : unité de turbidité néphélométrique

OMS : organisation mondiale de la santé

pH : potentiel hydrogène

SEAAL : société des eaux et d'assainissement d'Alger

STE : station de traitement Est

TA : titre alcalimétrique

TAC : titre alcalimétrique complet

TH : titre hydrotimétrique

UFC : unité formant colonies

us : micro siemens

UV : ultra violet

Introduction

L'eau (H_2O), molécule inodore, incolore et sans saveur, est présente dans la nature sous différentes formes et elle est indispensable pour la vie des différents êtres vivants. Longtemps considérée comme une ressource inépuisable, pure et gratuite, l'eau potable est aujourd'hui de plus en plus rare, polluée et chère. Les besoins en eaux de bonne qualité et en quantité abondante ont augmenté avec la croissance démographique et le développement industriel (Holt et *al*., 2005).

En même temps, les eaux sont excessivement touchées par la pollution, qui peut entrainer un véritable danger pour l'écosystème, ceci implique la nécessité impérieuse de protéger l'eau

(Benyoub et El-Magroud, 2014).

Pour cela, plusieurs études ont été effectuées dans le but d'étudier la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux du barrage Taksebt comme ceux réalisés par, TAZIBT et OUAZAR (2010), CHOUGGAR (2014)

La question qui se pose : L'eau qui arrive à nos robinets est-elle toujours de bonne qualité ?

L'objectif de ce travail est l'étude de la qualité d'une eau destinée à la consommation humaine au niveau de la station de traitement des eaux potables de TAKSEBT (Tizi-Ouzou) gérée par SEAAL.

Pour atteindre notre objectif, nous avons effectué des analyses physico-chimiques, et bactériologiques qui se sont étalées sur une période de cinq mois.

Le présent travail est subdivisé en quatre chapitres. Le premier chapitre consiste en une étude bibliographique de l'eau. Dans le deuxième nous présentons la station de traitement Est(STE) puis le troisième chapitre fait référence au matériel et aux méthodes adoptées. Dans le dernier chapitre, nous rapportons les principaux résultats physico-chimiques et bactériologiques des eaux du barrage TAKSEBT.

Nous achevons ce modeste travail par une conclusion générale et des perspectives.

1. Généralité sur l'eau :

L'eau est un des composés chimiques les plus remarquables. Elle possède des propriétés physico-chimiques inhabituelles. Sa formule chimique (H_2O) est formée de deux atomes d'hydrogènes et un atome d'oxygène disposés en **V** inversé selon un angle de 105^0.

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2\ H_2O$$

C'est un fluide indispensable à la vie, très largement répandu à la surface de la terre et jouant un rôle essentiel dans la structure organique des êtres vivants et des végétaux.

Il est toujours en mouvement, se déplaçant autour de la planète et passant sous 03 formes (liquides à l'Etat normal, gazeux en vapeur, solide en glace) (Roux-Jean Claude, 1995).

1.1. Répartition de l'eau sur la planète

Les mers et les océans représentent 97.4% de la totalité des eaux terrestres. Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constituées par les sommets enneiges et les glaciers alors que la quasi-totalité du cinquième restant est localisée dans des nappes phréatiques.

L'eau, indispensable à la survie de l'espèce vivante terrestre, représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0.014% de l'eau totale.

C'est pourquoi, il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens du développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin (Friedli, 2002).

1.2. Cycle de l'eau

La masse d'eau totale de l'hydrosphère n'évolue pas au cours des années, elle reste toujours constante. L'eau s'évapore et forme la vapeur d'eau qui en se transformant en pluies, va alimenter les mers, les cours d'eau et les nappes souterraines (Figure 1).

L'eau change d'état au cours de son cycle, passant de l'état gazeux à l'état liquide ou à l'état solide. Cependant, depuis trois milliards d'années, date d'apparition de l'eau sur terre, sa quantité globale est restée inchangée. Les principales étapes qui constituent ce cycle sont

l'évaporation, la précipitation, le ruissèlement et l'infiltration. Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qui s'en dégage.
En effets, c'est cette dernière qui entraine les changements d'état de l'eau; la formation et la fente des neiges, ou encore l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère (Anctil, 2008).

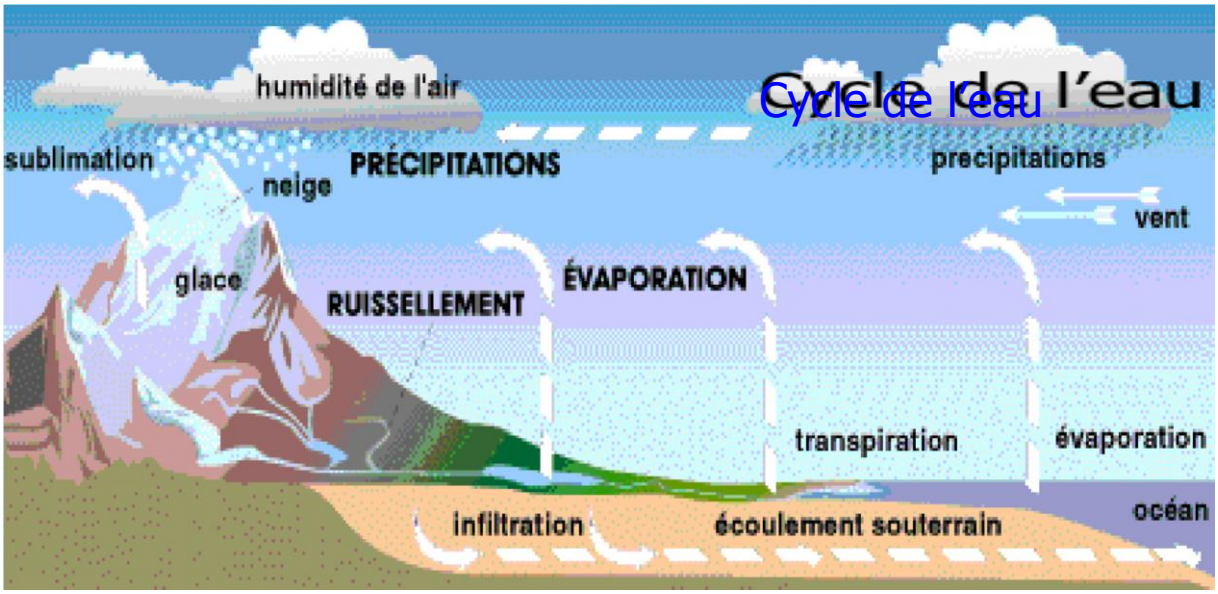

Figure 1: cycle de l'eau

2. Eau potable

2.1. Définition de l'eau potable

Les eaux potables sont d'origines diverses, leur contamination est elle aussi, variée. C'est pourquoi, pour qu'une eau soit potable et consommable, il faut qu'elle réponde à certaines caractéristiques. On dit qu'une eau est potable lorsque sa consommation n'a pas de danger pour la santé humaine. Sa qualité est définie par la conformité à des normes portant sur 63 paramètres

- Un paramètre est un élément dont on va rechercher la présence et la quantité ;
- La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite à ne pas dépasser ou une limite à atteindre ;
- Un critère est dit atteint lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné (OMS, 2004).

2.2. Paramètres descripteurs de la qualité de l'eau

2.2.1. Paramètres physico-chimiques

2.2.1.1. Température

Il est important de connaitre la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celleci 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.

La température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et le rayonnement solaire ; elle est mesurée en °C (Rodier et *al.*, 2009).

2.2.1.2. Potentiel hydrotimétrique pH

Le pH ou le potentiel hydrogène mesure la valeur de la dissociation en ions des acides ou des bases (produits alcalins) en solution dans l'eau. Il indique le caractère acide ou basique de l'eau.

Les normes algériennes des eaux de consommation fixent comme valeur recommandée une gamme de pH comprise entre 6.5 et 8.5 (Rejsek, 2002).

2.2.1.3. Turbidité

La turbidité a pour origine la présence de matières en suspension qui donne un aspect trouble à l'eau. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute. La turbidité d'une eau doit être inférieure à cinq NTU pour qu'elle soit admise dans la catégorie des eaux pures (Rejsek, 2002).

2.2.1.4. Conductivité électrique

L'eau a une très bonne conductivité électrique, a peu près quatre fois supérieure à celle des autres liquides

La conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation, la nature des ions dissous et leur concentration. Elle varie aussi en fonction de la température.

Selon Rejsek (2002), la conductivité constitue un critère d'appréciation de la minéralisation globale d'une eau. Le tableau 1 résume la relation entre la conductivité et la minéralisation de l'eau.

Tableau 1 : Relation entre la conductivité et la minéralisation de l'eau (Rejsek, 2002)

C=conductivité us/cm	**Minéralisation**
C >100	Minéralisation très faible
100 < C <200	Minéralisation faible
200 < C < 333	minéralisation moyenne
333 < C <666	Minéralisation moyenne accentuée
C > 1000	Minéralisation elevée

2.2.1.5. Oxygène dissous

La teneur en oxygène dans l'eau dépasse rarement 10 mg/l. Elle est en fonction de l'origine de l'eau. Les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes, proches de la saturation. Par contre, les eaux profondes n'en contiennent que quelques milligrammes par litre.

L'eau saturée d'air à 20^0C et sous pression normale contient 9.1 mg/l d'oxygène, il est mesuré avec un oxymètre (Rodier, 2005).

2.2.1.6. Matières en suspension (MES)

Des teneurs élevées de matières en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissout et limiter, de ce fait, le développement de la vie aquatique. Les normes en vigueur préconisent que les matières en suspension doivent être absentes dans l'eau destinée à là la consommation humaine (Rodier, 1996).

2.2.2. Paramètres organoleptiques

2.2.2.1. Couleur

La couleur des eaux est due, généralement, à la présence de substances colorées provenant essentiellement de la décomposition des matières végétales, des algues, des substances minérales (en particulier le fer et le manganèse) et des rejets industriels (teintures). Elles doivent être éliminées pour rendre l'eau agréable à boire (Degrimont, 1989).

2.2.2.2. Odeur et Saveur

Toute eau destinée à la consommation doit être inodore et toute présence d'odeur est un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition. Les principaux corps chimiques pouvant donner une saveur désagréable à l'eau sont le fer, le manganèse, le chlore actif, etc. (Dupont 1986 et Rodier 2005)

2.2.3. Minéralisation globale

2.2.3.1. Dureté totale

La dureté totale ou le titre hydrométrique d'une eau correspond essentiellement à la présence de sels de calcium et de magnésium. Elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. Ainsi, un sol calcaire ou crayeux contenant de la craie, donne une eau dure. Dans le cas où elle traverse un sol cristallin, comme le sable, elle sera douce (Potelon, 1998; Rodier 2009).

2.2.3.2. Alcalinité TA et TAC

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'ions hydroxyle OH^-), de carbonates (CO_3^{2}) et de bicarbonates (HCO_3^-) et dans une moindre mesure les ions phosphates (PO_3^{4-}) et silicates ($HSiO_3^-$), ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^-, varie de 10 à 350 mg/l. Elle est augmentée par des apports d'origine urbaine (phosphate-ammoniaque-matière organique) ou industrielles (produits basiques ou acides).

La connaissance de ces valeurs est essentielle pour l'étude de l'agressivité d'une eau (Potelon, 1998).

2.2.3.3. Chlorure

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

- Percolation à travers des terrains salés ;
- Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques ;
- Activité humaine et industrielle ;

Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte floculation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution (Rodier, 1996).

2.2.3.4. Sodium

Il provient des formations géologiques contenant du $ClSO_4$ et des sels minéraux. Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'y pas de valeur limite standard. Cependant, une eau riche en Na^+ est inconsommable et présente un goût désagréable (Dégrimons, 2005).

2.2.3.5. Potassium

La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de 10 à 15 mg/l. A cette concentration, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus (Rodier, 1996).

2.2.3.6. Sulfate

Le sulfate est un composé naturel de l'eau. La plupart des sulfates sont solubles dans l'eau, souvent associés au calcium, au magnésium et au sodium

Le sulfate résulte de la décomposition des roches évaporables comme le gypse ($CaSO_4$, $2H_2O$) et de la matière organique d'origine fécale.

Selon Potelon (1998), le tableau suivant défini les paramètres physico-chimiques les plus fréquemment rencontrés et qui peuvent avoir un effet sur la qualité de l'eau.

Tableau 2: Paramètres ayant un effet sur la qualité de l'eau (Potelon, 1998)

Paramètres	Effet sur la qualité de l'eau
Calcium	Contribue à la dureté de l'eau, peut avoir des effets indésirables surtout d'ordre organoleptique.
Couleur	Inconvénient surtout d'ordre organoleptique ou esthétique
Magnésium	Facteur de la dureté de l'eau, peut donner de mauvais gout à l'eau. Le seuil de détection serait de 100a 500mg/l. (teneurs rarement rencontrées dans l'eau potable).
Turbidité	La norme AFNOR a été fixée à 05NTU pour des considérations d'ordre esthétique, une eau dont la turbidité est supérieure à 05 NTU devient visiblement trouble et peut être rejeté par le consommateur.
Cuivre	Au-delà de 1mg/l, favorise l'apparition de taches sur la plomberie et lors de la lessive. Donne un gout amer et désagréable au-delà de 2-3mg/l
Manganèse	A plus de 0.15mg/l, il tache les appareils sanitaire et la lessive et donne un gout déplaisant aux boissons.
chlorure	Au-delà de 250mg/l, ils donnent un mauvais gout à l'eau et risquent d'accroitre les phénomènes de corrosion.

2.2.4. Paramètres indésirables

2.2.4.1. Fer

Le fer contenu dans l'eau provient des roches et des sols. Dans les eaux de surface, il se trouve, généralement, sous forme ferrique et précipité, souvent associé aux MES, il est alors éliminé au cours de la clarification.

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à quelques mg/l de fer ayant pour origine la lixiviation des terrains traversés ou les pollutions industrielles.

Sa présence dans l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influence la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur) (Dégrimons, 1998).

2.2.4.2. Aluminium

En général, la quantité d'aluminium susceptible d'être retrouvée dans l'eau de distribution ne présente pas de caractère de toxicité pour les populations. L'OMS retient une valeur limite de 0.2 mg/l (Potelon, 1998).

2.2.4.3. Manganèse

La présence du manganèse est fréquent dans les eaux souterraines sous forme dissoute. Bien qu'il ne s'agisse pas de polluant majeur et son ingestion ne présente pas de danger pour l'homme, il est nécessaire de limiter sa concentration dans les eaux de consommation, car il influe la qualité organoleptique de l'eau (aspect, couleur, goût, .etc.) et peut être à l'origine du développement de micro-organismes initiant des phénomènes de corrosion (Potelon, 1998).

2.2.4.4. Matières organiques

L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition du mauvais goût qui pourrait être exacerbe par chloration. Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Les eaux très pures ont généralement une concentration en oxygène inférieure à 1 mg/l (Potelon, 1998).

2.2.4.5. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote, il peut avoir pour origine l'eau de pluie et pour une faible part, les activités humaines (agricultures) et les rejets domestiques.

Le taux maximum admis dans l'eau potable est de 50 mg/l (Potelon, 1998).

2.2.4.6. Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites s'insèrent entre l'ammoniaque et les nitrates dans le cycle de l'azote. Leur présence est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates (Vilagines, 2003).

2.2.4.7. Phosphates (PO_4^{3-})

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des algues. Ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans le réservoir, les grosses canalisations et les eaux des lacs où ils contribuent à l'eutrophisation (Gaujous, 2005).

2.3. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique de l'eau est indispensable afin de s'assurer de l'efficacité du traitement vis-à-vis des germes ci-dessous :

- Coliformes totaux ;
- Coliformes fécaux ;
- Streptocoques fécaux ;
- Anaérobies sulfito- réducteurs ;
- Bactéries revivifiables ;

2.3.1. Coliformes totaux

Selon Roussel (1999), les coliformes totaux sont des organismes en forme de bâtonnets, gram négatif, oxydase non sporulé, aérobie ou anaérobie.

Ces bactéries existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (sols, végétations, eaux naturelles).

2.3.2. Coliformes fécaux ou thermo-tolérants

L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, principale bactérie de contamination fécale. Bien que la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, mais proviennent plutôt d'eaux enrichies en matières organiques (Dalleras, 2007).

2.3.3. Streptocoques fécaux

Ce sont des Cocci à gram positif, regroupées en chainettes. Ils sont généralement pris en compte comme des témoins de pollution fécale. On les trouve aussi bien chez les animaux que chez l'Homme (Dalleras, 2007)

2.3.4. Microorganismes revivifiables

Selon la définition donnée pour les microorganismes revivifiables 22°C et 37 par la norme AFNOR, ce sont des bactéries, moisissures, levures, etc.

Ces germes n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes dans le système de la dialyse.

Une concentration en germes totaux trop importante peut entrainer des problèmes d'ordre organoleptique (Potelon, 1998).

2.3.5. Les microorganismes anaérobies sulfito-reducteurs (A.S.R)

Les clostridiums sulfito-réducteurs sont des germes anaérobies stricts, sous forme de bâtonnets, sporulant, d'origines telluriques et très résistants au traitement de désinfection. Ils constituent un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Balitere, 2015).

3. Pollution de l'eau

3.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants et qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Une eau est dite polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (Ramade, 2000)

3.2. Différents types de polluants

Tout facteur susceptible de provoquer un déséquilibre dans l'eau et qui altère sa qualité est appelé polluant. Parmi les principaux polluants citons :

3.2.1. Polluants physiques

L'élévation de la température de l'eau de surface diminue la solubilité des gaz dans l'eau, en particulier l'oxygène.

Les particules en suspension de nature organique ou minérale sont introduites dans l'eau de surface par les eaux de ruissèlement d'effluent industriel et urbain.

La radioactivité est potentiellement la plus dangereuse des polluants physiques.

3.2.2. Polluants chimiques

Les polluants chimiques sont des sels minéraux dissous tel que des chlorures, des sulfates et des micropolluants tels que les métaux lourds (plomb, chrome) et les pesticides tels que les herbicides, insecticides, fongicides, .etc.

Les détergents sont des tensioactifs utilisés en pratique pour le dégraissage, nettoyage, et autres. De même que les hydrocarbures qui sont déversés par les stationsservice et les huiles industrielles (Rolland, 2003).

3.2.3. Polluants organiques

L'eau se charge en matières biodégradables ou non, et constitue un milieu nutritif favorable au développement des microorganismes notamment les pathogènes (Rolland, 2003).

3.2.4. Polluants biologiques

La pollution biologique peut être de nature virale, parasitaire ou bactérienne. Ces microorganismes sont nuisibles pour la santé de l'Homme.
Les polluants biologiques entrainent un déficit en oxygène dissous et un dégagement des odeurs désagréables. Les polluants bactériologiques et viraux sont les plus dangereux, ils provoquent des maladies mortelles comme la typhoïde et le choléra (Rolland, 2003).

1. Station de traitement Est

1.1. Présentation du barrage taksebt

Le barrage TAKSEBT se situe sur la rivière de Takhoukhth, entre Aït Iraten et Ait Aïssi dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Kabylie, (figure 2). Il est destiné à l'AEP des villes situées sur le couloir des willayas de Tizi-Ouzou, de Boumérdés et d'Alger.

Alimenté par les eaux de pluie et de fonte du manteau neigeux du Djurdjura, l'ouvrage constitue une aubaine pour des millions de gens.

DETAILS DU PROJET :

Maitre d'ouvrage: ANBT

Volume: 175 millions m3

Hauteur de la digue: 76 m

Longueur de la digue: 512 m

Altitude: 171,5 m

Surface du bassin versant: 448 km²

Mise en service: 2001

Figure 2 : localisation du barrage de Taksebt (Google MAPS)

1.2. Présentation de la station de traitement Est (STE)

La STE taksebt (figure 3), située à l'OUED AISSI (à quelques kilomètres de la wilaya de Tizi-Ouzou), a été mise en service en juillet 2008. Elle a été construite et exploitée par SNC

LAVALIN jusqu'au 18 juillet 2013, puis reprise en gestion par la SEAAL. Alimenté à partir du barrage de TAKSEBT (de façon gravitaire sur une distance de 8km), elle alimente 25 communes et assure l'approvisionnement en eau de trois wilayas (Tizi-Ouzou, Boumerdes et Alger).

Le transport de l'eau potable, vers les régions à alimenter se fait de façons gravitaire depuis la STE jusqu'au réservoir d'eau traitée de DBK, puis l'eau continue à être transférée à travers les conduites de fonte et les tunnels jusqu'au réservoir de Boudouaou. Tout au long du transfert des piquages sont opérés pour alimenter les villes de Tizi-Ouzou et DBK.

Figure 3 : localisation de la station de traitement (Google MAPS)

1.3. Description des étapes de traitement

Les eaux superficielles contiennent de nombreuses impuretés, des composés organiques et minéraux sous forme dissoute ou colloïdales en suspension qui proviennent de différentes origines (naturelle, rejets domestiques et industriels). Souvent, elles ne présentent pas la qualité requise pour la consommation donc doivent subir un traitement adéquat et des modifications physiques, chimiques et bactériologiques avant leur utilisation, qui les rendent potables.

L'eau brute alimentant le barrage de TAKSEBT provient de la fonte des neiges et le ruissellement des pluies des massifs.

1.3.1 Ouvrage d'entrée

L'arrivée de l'eau brute à la station de traitement TAKSEBT se fait dans la chambre de dissipation qui possède un volume de 430 m^3.

1.3.2. Chambre de mélange

Le mélange de ces produits chimiques est réalisé dans trois (03) déversoirs vers la Chambre de mélange. Cette chambre possède un volume de 450 m^3, permettant un mélange et un temps de contact suffisant. Au niveau de cette chambre s'effectue différentes injections :

- **Injection d'acide sulfurique**

L'injection d'acide sulfurique permettra de diminuer le pH pour pouvoir ajouter le sulfate d'alumine qui est utilisé pour coaguler les MES colloïdales très fines. La coagulation étant optimale à un pH proche de 6,4 à 7. Le pH de l'eau du barrage de Taksebt varie de 8,05<pH<7,50. **Injections du chlore**

Utilisé dans le but de limiter la présence d'organismes (algues, bactérie et plancton) susceptibles de proliférer dans les filières de traitement, ainsi que des matières organiques. **Injection de charbon actif en poudre**

Elle sert à contrôler le goût et l'odeur de l'eau en captant les micropolluants principalement d'origine organique.

- **Injection de $KMnO_4$**

Elle est utilisée pour les précipitations du manganèse. Compte tenu de la qualité de l'eau brute du barrage de TAKSEBT, cette injection n'est pas effectuée car le taux du Mn varie dans la fourchette suivante 0,025 <Mn<0,082 mg/l.

Toutefois, ce point d'injection est prévu en cas de détérioration de la qualité de l'eau du Barrage avec le temps.

1.3.3. Décantation

A la sortie de la chambre de mélange, on injecte un polymère, qui est un adjuvant de floculation, d'agrégations des particules en floc de taille supérieure, pour faciliter la décantation. Ensuite l'eau est répartie dans les décanteurs depuis le canal de répartitions

1.3.4. Filtration

L'eau venant des décanteurs ou des floculateurs est repartie entre les 24 filtres à sable de granulométrie homogène. En filtration, un déversoir dénoyé permet l'équi-répartition des débits d'eau entre les filtres en service, qui est ensuite filtrée par gravité à travers la couche de sable.

L'eau filtrée est collectée par des buselures traversant la dalle plancher qui supporte les matériaux filtrants. Des vannes régulatrices augmentent ou diminuent le débit de manière à garder un niveau d'eau stable audessus des filtres, quelque soit le niveau de colmatage. Après, l'eau est dirigée vers le canal d'eau filtrée.

1.3.5. Désinfection et réservoirs

A la sortie des filtres, on trouve un point d'injection de chlore (post chloration). Après cette opération, l'eau est dirigée vers les cuves de contact où elle permet :

- Un temps de contact suffisamment long entre l'eau traitée et le chlore.
- La dose de chlore initiale est appliquée dans la zone où le nombre d'organismes à éliminer est plus important.

Les cuves de contact débouchent sur les réservoirs d'eau traitée qui assurent un stockage de l'eau traitée avant distribution dont le débit de production est de 605 000 m^3/j.

Signalons que de l'acide ou de la chaux est injectée à la sortie des cuves de contact, avant le déversement de l'eau vers le réservoir afin de limiter le pouvoir corrosif de l'eau.

Cela dépendra de l'Indice de Saturation IS si :

- IS=0 eau équilibrée (aucune injection)
- IS>0 eau entartrant (injection d'acide)
- IS <0 eau agressive (injection de la chaux)

L'eau, à la sortie, après chloration et chaulage doit respecter les critères de qualité établis pour la station de traitement des eaux de TAKSEBT.

La station de traitement est conçue pour pouvoir assurer une alimentation fiable et continue en eau potable, exempte d'organismes pathogènes dans les conditions de qualité de l'eau contractuelles et d'une exploitation normale.

Matériels et méthodes

La partie **expérimentale** porte sur l'étude physico-chimique et bactériologique des eaux de surface du barrage TAKSEBT dans la station de traitement TAKSEBT.

Dans ce chapitre nous présenterons la préparation des échantillons et le matériel utilisé, ainsi que des méthodes d'analyse.

1. Paramètre physico-chimiques

1.1. Paramètres physico-chimiques

1.1.1. Température et conductivité

Pour ces deux paramètres, le conductimètre est utilisé (figure 4), et doit être étalonné avec la solution étalon 1413us /cm et a 25 °C.

Introduire la sonde de l'appareil dans l'échantillon à mesurer, puis lire les deux valeurs de ces deux paramètres.

Figure 4 : conductimètre

1.1.2. pH

Pour la mesure du pH, il faut d'abord vérifier l'étalonnage du pH mètre avec les deux étalons pH=7 puis pH=10.

Le principe consiste à remplir le bécher de mesure et immerger l'électrode dans le vase puis lire la valeur du pH de l'échantillon sur l'écran de l'appareil ci-dessous (figure 5)

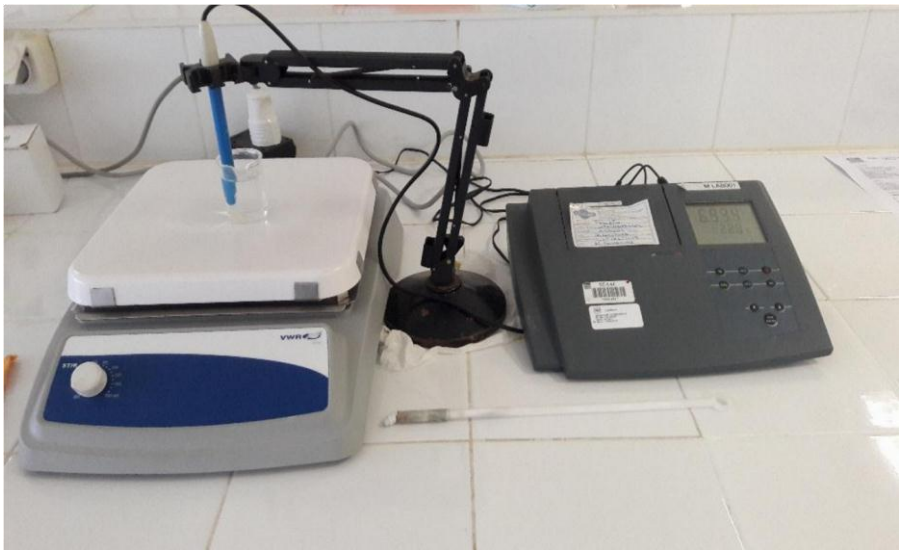

Figure 5 : pH mètre

1.1.3. Turbidité

Pour mesurer la turbidité de nos échantillons, il faut d'abord vérifier l'étalonnage de l'appareil, le turbidimètre, avec des solutions d'étalonnage de <0.1 et 20 NTU.

Pour mesurer ce paramètre, il faut remplir le tube, l'essuyer et enlever toute bulle d'air présente. Introduire ensuite l'échantillon dans la chambre de l'appareil puis fermer. La lecture se fait sur l'écran de cet appareil ci-dessus (figure 6).

Figure 6 : Turbidimètre

La valeur optimale pour la mesure de la turbidité est de **05** NTU pour l'eau traitée.

1.1.4. Oxygène dissous

La mesure se fait avec un oxymètre et la vérification de l'étalonnage se fait à l'air libre, puis immerger la sonde dans l'échantillon et lire la valeur sur l'appareil ci-dessous (figure 5).

Figure 5 : Oxymètre

1.1.5. Matières en suspension

Le dosage des matières en suspension se fait selon les étapes suivantes :

- ✓ Prendre une membrane filtrante et la marquer avec précaution pour ne pas l'abimer ;
- ✓ Peser la membrane et noter sa masse à vide ;
- ✓ Placer la membrane sur la rampe de filtration et bien agiter l'échantillon ;
- ✓ Prélever 200 ml de l'échantillon et les transvider sur la membrane ;
- ✓ Procéder à la filtration : le volume filtré ne doit pas dépasser 1 litre ;
- ✓ Récupérer la membrane après filtration, puis la placer dans une étuve a 105^0C pendant 1h30 mn minimum pour enlever l'excès d'eau ;
- ✓ Peser de nouveau la membrane, après passage au dessiccateur, puis noter sa nouvelle masse.

1.1.6. Sulfate

Prendre 20 ml de l'échantillon à analyser et ajouter 5 ml de la solution stabilisante, agiter quelques secondes, puis ajouter 2 ml de chlorure de baryum et compléter à 100ml d'eau distillée. Laisser pendant 1mn sous agitation mécanique rapide, puis remplir la cuve avec l'échantillon à analyser, l'insérer dans le spectrophotomètre. La concentration des sulfates est affichée sur l'écran en mg/l.

1.2. Paramètres organoleptiques :

1.2.1. Couleur

Pour vérifier l'étalonnage du spectrophotomètre et mesurer la couleur,il faut d'abord mettre le zéro avec de l'eau distillée puis mettre l'échantillon (eau brute et/ou eau traitée) dans la cellule de 10ml et l'introduire dans le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 455nm ensuite lire la mesure dans cet appareil. La valeur limite est de 5 PTCO.

1.2.2. Odeur et saveur

Diluer l'eau traitée de la SEAAL avec une eau de référence ''LALLA KHEDIDJA'', à différents volumes (comme inscrit dans le tableau). La dégustation est effectuée en commençant par les dilutions les plus fortes jusqu'à l'apparition du goût.

Tableau3 : dilutions effectuées pour le test du goût

Becher	Eau traitée	Eau de référence	Seuil
A	100	0	1
B	66.6	34.4	1.5
C	50	50	2
D	33.3	66.7	3
E	20	80	5
F	14.2	85.8	7
G	7	93	10
H	0	100	15

1.3. Minéralisation globale

Pour la mesure des paramètres de la minéralisation globale nous avons utilisés les méthodes volumétriques définies comme suit :

Les méthodes volumétriques consistent à faire réagir des quantités équivalentes de deux Réactifs contenus dans des volumes bien déterminés. La réaction entre les deux réactifs doit etre totale.

L'un des réactifs est ajouté au deuxième par petites quantités jusqu'à transformation de ce dernier. La fin de la réaction (point d'équivalence) est indiquée par le virage d'un indicateur coloré, les paramètres mesurés par cette méthode sont :

1.3.1. Dureté totale

A une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon, on ajoute 04ml d'une solution tampon pH=10 (NH4 +alcool) et une pincée de l'indicateur. Il faut bien mélanger jusqu'à ce que la prise d'essai se colore en violet , titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA, en versant lentement tout en agitant constamment jusqu'au virage bleu.

1.3.2. Alcalinité (TA-TAC)

1.3.2.1. TA: Titre alcalimétrique

Prendre 100ml de prise d'essai et ajouter 02 à 03 gouttes de phénolphtaléine, une couleur rose apparait, dans le cas contraire le TA est nul

1.3.2.2. TAC: Titre alcalimétrique complet

On prend 100ml de prise d'essai auxquelles on ajoute 02 à 03 gouttes du rouge de méthyl puis on titre avec H_2SO_4 jusqu'au virage de la couleur rose.

1.3.3. Chlorure

Introduire, au moyen d'une fiole, 100 ml de l'échantillon, ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium K2CrO4 et titrer la solution par addition, goutte à goutte, de la solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre.

1.3.4. CO_2 libre

Prendre 100 ml de l'échantillon a mesurer, on ajoute 06 gouttes de phénol phtaléine puis titrer avec du sodium carbonate jusqu'à apparition de la couleur rose pale.

1.4. Paramètres indésirables

1.4.1. Fer

Pipeter 40 ml de l'échantillon dans une fiole de 100 ml. Ajouter 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement.

Ajouter 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3,5 et 5,5 et de préférence 4,5.
Ajouter enfin 2 ml de la solution de phénanthroline-1,10 compléter à 50 ml puis conserver les fioles à

l'obscurité pendant 15 mn. Mesurer l'absorbance de la solution à l'aide d'un spectromètre à 510nm.

1.4.2. Aluminium

Préparer les échantillons à un pH=3.5, l'acidification se fait avec l'acide nitrique HNO_3^-, puis la préparation des tubes de types LCK 301 selon les étapes suivantes :

Introduit 2ml de la solution A (LCK 301 A) dans des tubes de type LCK 301, on ajoute 3 ml de l'échantillon à analyser et une cuillère rase du réactif B (LCK 301 B) puis mélanger bien le tout jusqu'à dissolution et laisser un temps de contact de 25mn. La mesurer se fait par le spectrophotomètre DR6000 à une longueur d'onde

1.4.3. Manganèse

Le dosage du manganèse se fait en versant 100ml de l'échantillon à analyser dans un bécher puis ajouter 5 ml d'acide nitrique à chacune des solutions puis 5ml de solution nitrate de mercure, agiter soigneusement et ajouter 0.5ml de nitrate d'argent

Placer l'échantillon sur la plaque chauffante à ébullition durant environ 5mn et retirer de la plaque, ajouter 1ml d'acide phosphorique concentré à 85%.

Replacer à nouveau sur la plaque chauffante à ébullition durant environ 10mn et laisser refroidir

Effectuer les lectures spectrométriques a la longueur d'onde de 525nm. La norme est fixée à 0.2 mg par litre.

1.4.4. Matière organique

Prendre 100 ml de prise d'essai, on injecte 20 ml de l'acide sulfurique pour chacun des échantillons, ajouter 20 ml du $KmNO_4$ (solution fille), laisse à ébullition 10mn.

Puis rajouter 20 ml d'oxalate de sodium (décolorant), et titrer avec du $KmNO_4$ jusqu'à obtention d'une couleur rose pale.

Pour le blanc : il faut décolorer encore une autre fois avec 20 ml d'oxalate pour prendre la valeur du retour du blanc qui serra utilisé dans l'équation suivante :

$$Ip(\frac{mg}{l}O2) = \frac{V1 - V0}{V2}$$

V_0 : Volume (ml) de la solution de permanganate de potassium consommé pour l'essai à blanc.

V_1 : Volume (ml) $KMNo_4$ consommé par l'échantillon.

V_2 : Volume (ml) $KMNo_4$ utilisé pour le titrage de la solution.

1.4.5. Nitrate

Introduire 10 ml d'échantillon à analyser dans une capsule de 60 ml, alcalinisé faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium, ajouter 1ml de salicylate de sodium. Evaporer à sec au bain marie ou dans une étuve portée à 75-80°C. Laisser refroidir, reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré.

Attendre 10mn, ajouter 15ml d'eau distillée puis 15ml de la solution de tartre double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune, Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 420 nm.

1.4.6. Nitrite

Prélever 40 ml de l'échantillon, ajouter 1 ml du réactif coloré, homogénéiser immédiatement et compléter à 50 ml. Laisser reposer au moins 20 mn, effectuer la mesure spectrométrique a la longueur d'onde 540 nm.

1.4.7. Ortho phosphate

Prendre 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml du réactif mixte, ajouter 1 ml d'acide ascorbique, attendre 10 mn développement de la couleur bleu. Effectuer la mesure spectrométrique à la longueur d'onde 800 nm.

1.4.8. Ammonium

Pour une prise d'essai de 40ml on ajoute 4ml du réactif coloré NH_4 et 4ml du dichloro de sodium qui donne la coloration jaune puis jauger a 50ml et laisser un temps de contacte 1h. puis effectuer la mesure spectrométrique

1.4.9. Ultra-violet

Sur le menu principale d'un spectrophotomètre, on sélectionne ''longueur d'onde unique' 'puis on met l'eau distillée pour le zéro, et aussi ce qu'on appelle QC ''contrôle qualité'' a une concentration connue comprise entre $0.011<QC<0.013$, puis on mesure non échantillons qui sont l'eau brute et l'eau traitée.

Puis on lit les valeurs qui s'affichent sur l'écran de cet appareil.

2. Paramètres bactériologiques

2.1. Echantillonnage :

Les résultats d'analyses de tous les échantillons dépendent de la méthode d'échantillonnage utilisée. Les méthodes d'échantillonnage, pour les eaux de barrage, sont complexes. En effet, l'échantillonnage doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, pour cela, il faut un maximum de soin et de précaution. Le mode opératoire de prélèvement varie suivant la source d'eau. Dans notre cas, 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 physico-chimiques et bactériologiques de l’eau

2.2. Méthodes de dénombrements des bactéries

Il existe plusieurs méthodes de dénombrement de différentes bactéries. À la station de traitement des eaux du barrage TAKSEBT on a utilisé la méthode solide ou bien la filtration sur membrane.

2.2.1. Méthode solide

2.2.1.1 Dénombrement des bactéries coliformes

La Méthode générale de dénombrement par filtration sur membrane s’effectue en suivant la technique de filtration qui suit :

- ✓ Allumer le gaz ;
- ✓ Flamber la rampe de filtration ;
- ✓ Prélever une membrane dans son emballage stérile en la saisissant par le bord, avec une pince flambée et refroidie ;
- ✓ Etaler sur la plaque poreuse ;
- ✓ Agiter soigneusement le flacon d’eau à analyser ;
- ✓ Verser stérilement la quantité d’eau désirée (100 ml a la SEAAL) ;
- ✓ Ouvrir le robinet pour laisser l’eau s’écouler ;
- ✓ Dès que la membrane parait sèche, fermer le robinet ;
- ✓ Prélever la membrane avec une pince flambée en la saisissant par le bord ;
- ✓ Déposer la membrane sur le milieu sélectif choisi en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d’airs ;
- ✓ Incuber à 44°C pendant 24h les microorganismes fécaux et à 37°C pendant 48h les coliformes totaux et les streptocoques fécaux, puis effectuer la lecture à l’œil nue ;

2.2.1.2 Dénombrement des micro-organismes revivifiables

Pour le dénombrement de ces microorganismes on Utilise la méthode par incorporation. Placer un volume de la prise d'essai n'excédant pas 1ml dans la boîte de Pétri, ajouter 15 ml à 20 ml de gélose et mélanger avec précaution par rotation lente.

Laisser le milieu se solidifier et retourner les boîtes et incuber à 37 °C pendant 48 h et l'autre à 22 °C pendant 72 h. Examiner les boîtes aussitôt qu'elles sont retirées des étuves.

2.3.1.3. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs :

Après destruction des formes végétatifs des bactéries par un choc thermique, on filtre sur une membrane stérile de 0, 2µm de porosité, 100 ml d'échantillon d'eau traitée et on dépose la membrane sur la boite de pétri, face retournée sur la gélose, en évitant toute incorporation d'air. On place la boite préparée dans la jarre d'anaérobiose. Puis on l'incube à 37°C pendant 48h

Au niveau de la STE Taksebt, les germes recherché, les milieux de culture utilisé

1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Paramètres organoleptiques

1.1.1. Couleur

L'eau traitée du barrage TAKSEBT présente une couleur inférieure à 5 unités de platine cobalt, cette valeur traduisent une eau très pauvre en substances dissoutes et en matières en suspension responsables de sa coloration ce qui éloigne tous les problèmes posés par ces substances.

Nos résultats sont identiques à ceux obtenus par TAZIBT et OUAZAR (2010), et par CHOUGAR (2014) pour les eaux du même barrage, ceci confirme l'efficacité du traitement.

1.1.2. Goût et odeur

Une eau potable de bonne qualité doit avoir une saveur faible et agréable et le traitement par le chlore est à l'origine de la plupart des problèmes organoleptiques. Les résultats que nous avons obtenus du test organoleptique indiquent une eau de bonne qualité avec un léger goût de chlore. Chose normale pour la saveur, le chlore résiduel avoisine les 0,6 mg/l et le seuil de détection étant de 0,2 mg/l. De même, les résultats obtenus des eaux du meme barrage par TAZIBT ET OUAZAR (2010) et par CHOUGAR (2014) indiquent une eau sans odeurs.

1.2. Paramètres physico-chimiques

1.2.1. Turbidité

Les valeurs de la turbidité de l'eau du barrage TAKSEBT sont comprises entre 1 et 2.97 NTU (annexe 2). Ces variations sont dues aux changements climatiques, mais grâce aux différents traitements de clarification (coagulation-floculation, décantation et filtration), la turbidité est réduite à une valeur moyenne de 0.15 NTU qui est bien inférieure à la norme établie (1NTU) (figure 8). Ces valeurs indiquent une eau de très bonne qualité du point de vue de la turbidité

Par ailleurs, selon TAZIBT et OUAZAR (2010), les valeurs moyennes n'ont pas subi des changements significatifs et sont comprises entre 0.87 et 3.01 et cela est dû au fait que l'eau de barrage TAKSEBT ne soit pas stagnante c'est à dire il y a un renouvellement de la quantité entrante dans le barrage.

De même, les résultats obtenus par CHOUGAR (2014), sont compris entre 1.6 et 3.3 NTU, qui sont des valeurs supérieures à celle obtenues par TAZIBT et OUAZAR (2010) et aux résultats de nos échantillons, cela est dû au changements climatiques.

La turbidité n'est pas dangereuse en soi. Par contre, son apparition a une importance sur les autres paramètres définissant la qualité de l'eau, tant du point de vue bactériologique que chimique. Les éléments à l'origine de la turbidité augmentent la demande en chlore, de l'eau traitée (Potelon Jean-Luc, 1998).

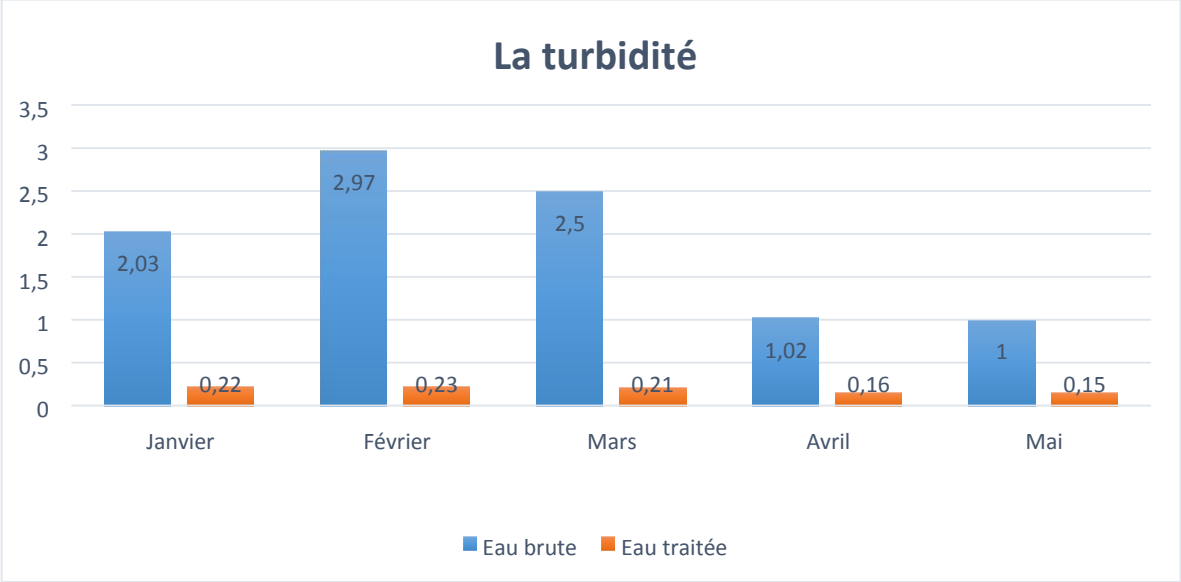

Figure 8: Valeurs moyennes de la turbidité en (NTU) des eaux du barrage Taksebt avant et après traitement

1.2.2. pH

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Le pH de nos échantillons est compris entre 7.36 et 7.73 (annexe 2).

Les eaux du barrage TAKSEBT ont donc un pH assez stable, cette stabilité est due à la présence de CO_2 dans l'eau. Selon la norme de pH d'une eau potable, les valeurs doivent être comprises entre 6.5 et 8.5 et toutes les valeurs obtenues sont incluses dans cet intervalle (figure 9).

Les eaux de TAKSEBT selon TAZIBT et OUAZAR (2010) ont connus un pH assez élevé compris entre 7.60 et 8.02 et cela est dû probablement aux faibles doses de sulfates injectées. En 2014, CHOUGAR a trouvé des valeurs comprises entre 7.4 et 7.7, ces résultats n'ont pas subi des changements significatifs par rapport aux résultats que nous avons obtenus, cela est dû probablement aux même doses de sulfates injectés.

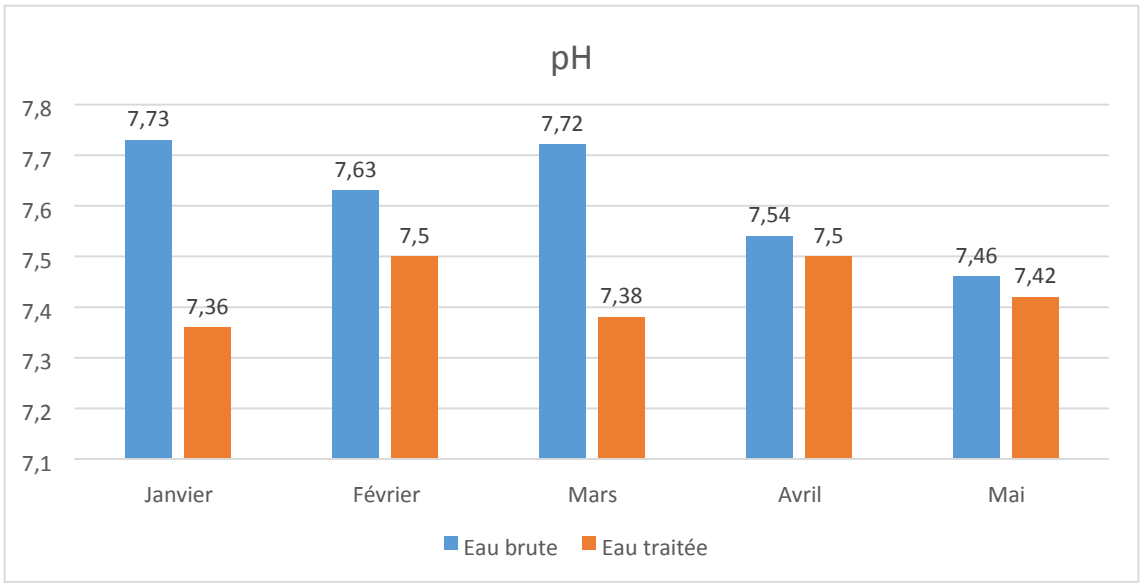

Figure 9 : Valeurs moyennes du pH des eaux du barrage Taksebt avant et après traitement

1.2.3. Température

La figure (10) montre que les valeurs obtenues des différentes températures de l'eau du barrage de TAKSEBT sont comprises entre 12.40°C et 17.15°C. La température de l'eau est influencée par la température de l'air qui est voisine de celle de l'atmosphère ambiante qui se situe entre 12et 20°C, ce qui est conforme aux normes algériennes (NA). Les résultats de la température que nous avons obtenus sont élevés par rapport aux résultats obtenus par TAZIBT et OUAZAR (2010) qui sont compris entre 9.70 et 12°C. Cela est dû au réchauffement climatique connu ces dernières années et au manque de précipitations.

Selon CHOUGAR(2014), la température des mêmes eaux n'a pas subi des changements significatifs par rapport aux résultats que nous avons obtenus et elle est comprise entre 12.7 et 20.7°C, elle a constaté que ceci est due au courant hivernal, surtout que la température est influencée par la température de l'air. Toutefois les valeurs des températures enregistrées répondent aux normes requises pour les eaux de consommation estimées à 25°C.

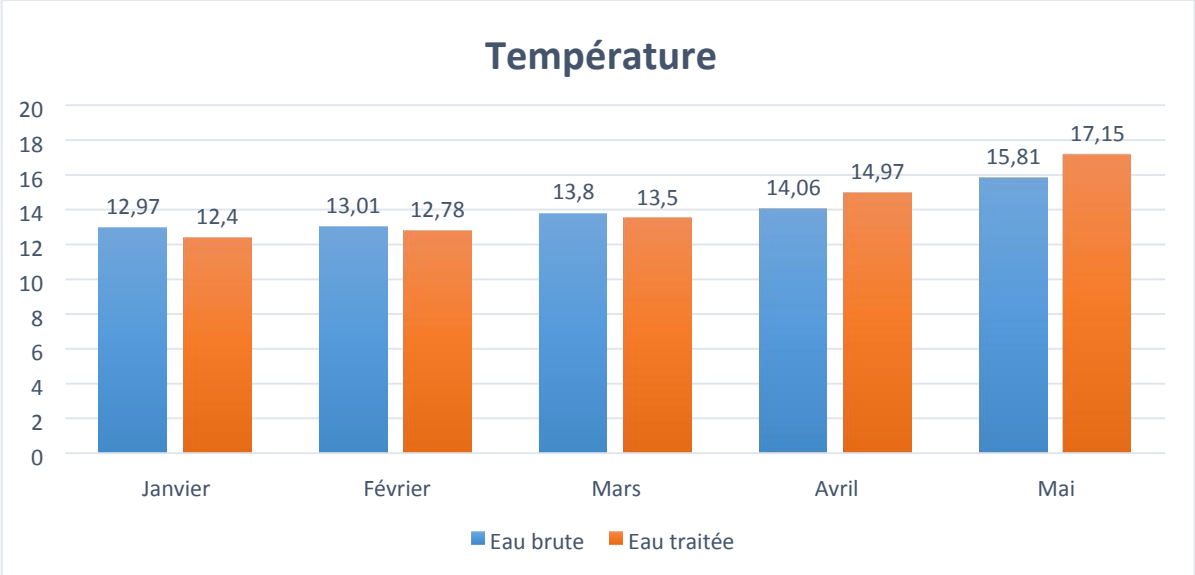

Figure 10 : Valeurs moyennes de la température en (°C) des eaux du barrage Taksebt avant et après traitement

La température de l'eau n'a pas d'influence directe sur la santé de l'Homme, cependant son élévation ou sa diminution ont diverses conséquences

- Si elle est élevée, elle
  - Favorise la prolifération bactériologique et intensifie l'odeur et la saveur de l'eau dans les canalisations ;
  - Favorise la corrosion dans la station de traitement ;
- Si elle diminue, elle entraine une augmentation de la viscosité de l'eau et réduit la vitesse de sédimentation, de la filtration et l'efficacité du traitement de désinfection

1.2.4. Conductivité

Les résultats obtenus sont proches du niveau guide de l'OMS. Les valeurs de la conductivité de nos échantillons se situent entre 454 et 490 (figure 11). Cet intervalle qualifie cette eau selon Rejsek (2002), d'eau de minéralisation moyenne accentuée et les valeurs obtenues de la conductivité par TAZIBT et OUAZAR (2010) qualifient cette eau, d'eau de minéralisation moyenne. D'autre part, nous constatons que les valeurs de la conductivité de nos échantillons à la station de traitement et celle obtenues par CHOUGAR (2014) sont élevées par rapport à celle obtenues par TAZIBT et OUAZAR (2010). Cela serait dû à l'augmentation des minéraux dans l'eau de barrage, qui proviennent du charriage des eaux de pluies d'hiver.

Pour les eaux traitées l'augmentation est due aux réactifs utilisés pour le traitement de l'eau du barrage.

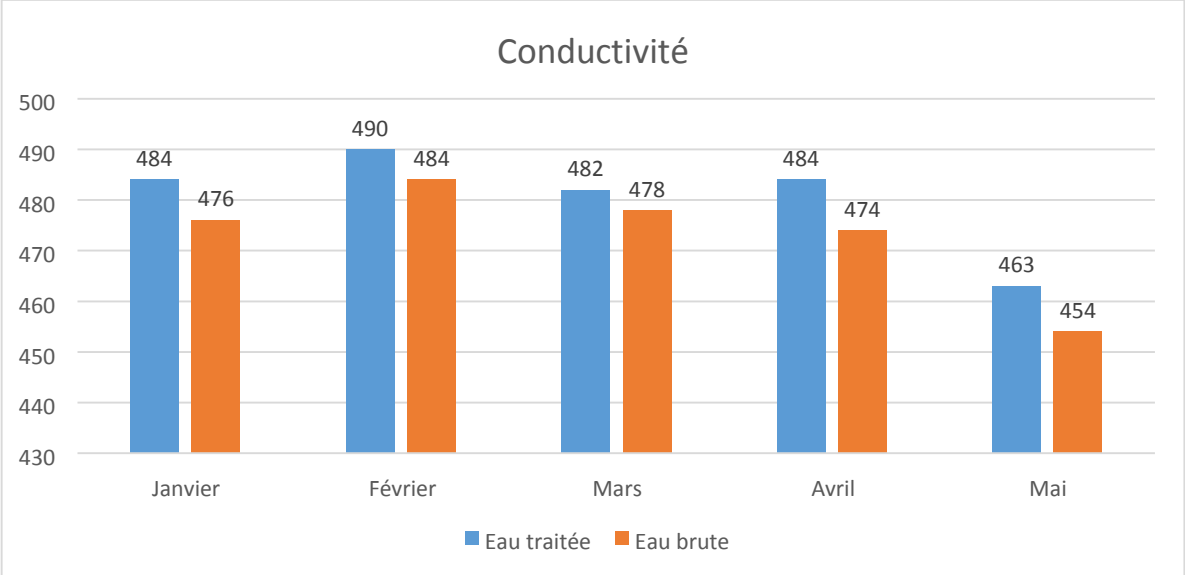

Figure 11 : Valeurs moyennes de la conductivité en (us/cm) des eaux du barrage Taksebt avant et après traitement

1.2.5. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'activité synthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière.

Concernant nos résultats, les valeurs obtenues sont proches de 6 pour l'eau brute et 9 pour l'eau traitée (figure 12)

Selon l'OMS, l'eau de qualité supérieure contient une quantité d'oxygène supérieure à 7 mg/l d'O_2. Selon les valeurs obtenues pour ce paramètre, l'eau traitée est considérée de qualité supérieure.

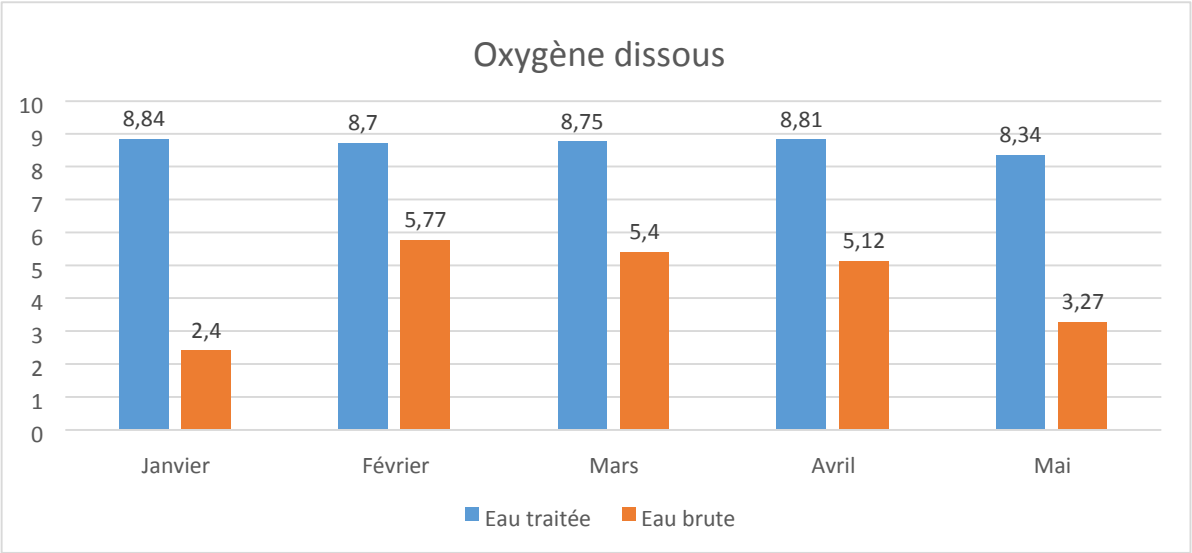

Figure 12: Valeurs moyennes de l'oxygène dissous en (mg/l) des eaux du barrage Taksebt avant et après Traitement

Pour les résultats obtenus par TAZIBT et OUAZAR (2010), indiquent que les valeurs d'O_2 plus importantes. Cela serait dû à la présence d'o_2 et a l'absence de l'activité synthétiques des algues et les plantes aquatiques.

1.3. Analyses de la minéralisation globale

1.3.1. Dureté

Les moyennes des valeurs de TH obtenues pour l'eau de barrage sont comprises entre 16.85 et 18.80pour l'eau traitée. Ces valeurs restent inférieures à la norme (20°f pour l'eau de boisson). Cela permet de classer cette eau comme étant moyennement douce (TH entre 15 et 25).

Tableau 4: Dénomination des eaux selon les plages de valeurs du titre hydrotimétrique (AFNOR, 1986)

TH	0-7	7-15	15-25	25-42	42
eau	Très douce	Douce	Moyennement douce	Dure	Très dure

Concernant les sels de calcium, ils se rencontrent presque dans toutes les eaux naturelles.

Le magnésium est nécessaire pour l'organisme et l'apport peut se faire par l'eau de consommation, mais dépassant une certaine concentration dans l'eau (100mg/l) et pour des sujets sensibles, il confère une saveur amère à l'eau. Selon les résultats obtenus (figure 13), nous remarquons une diminution de ces minéraux après traitement ce qui explique la diminution du TH. En conséquence, l'augmentation du TH conduit à l'entartrage des conduites et provoque la formation des dépôts de calcaire.

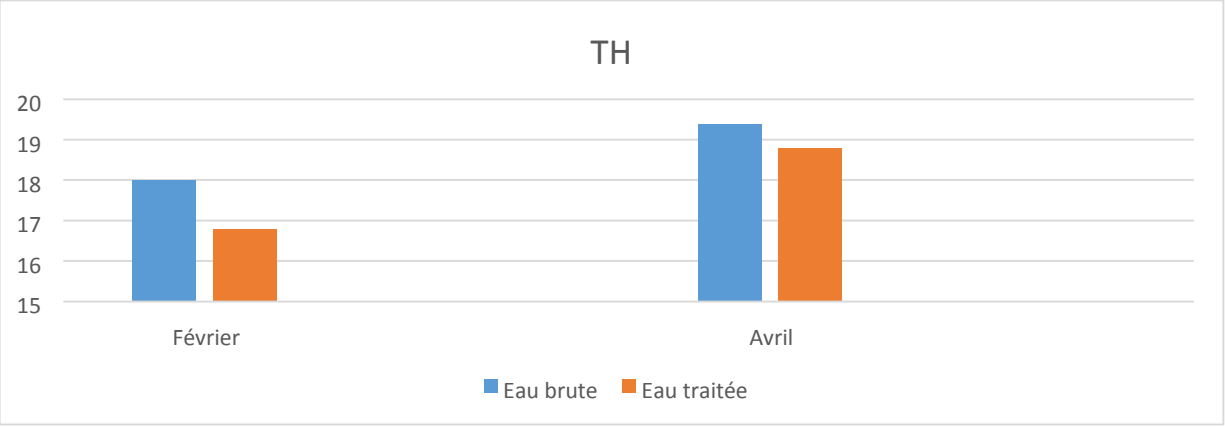

Figure 13 : Valeurs moyennes de la dureté totale en () des eaux du barrage Taksebt avant et après Traitement

CHOUGAR(2014), a trouvé que les valeurs de TH de l'eau traitée, plus élevées que celle de l'eau brute. Elle a classé cette eau en une eau dure selon la norme algérienne NA (annexe 1).

1.3.2. Chlorure

Les résultats obtenus pour ce paramètre sont comprises entre 29.79 et 36.73 mg/l pour l'eau brute et entre 26.80 et 38.72 mg/l pour l'eau traitée (figure 14). Généralement, les chlorures présents dans l'eau potable n'ont pas de conséquences toxiques pour l'homme, même à de fortes concentrations (500 mg/l). Des

Concentrations élevées nuisent par contre au goût de l'eau en lui conférant un goût salé. Ce qui n'est pas le cas pour l'eau du barrage, qui révèle de faibles valeurs de chlorure. De plus, ces valeurs éloignent le

problème de corrosion dans les canalisations et réservoirs.

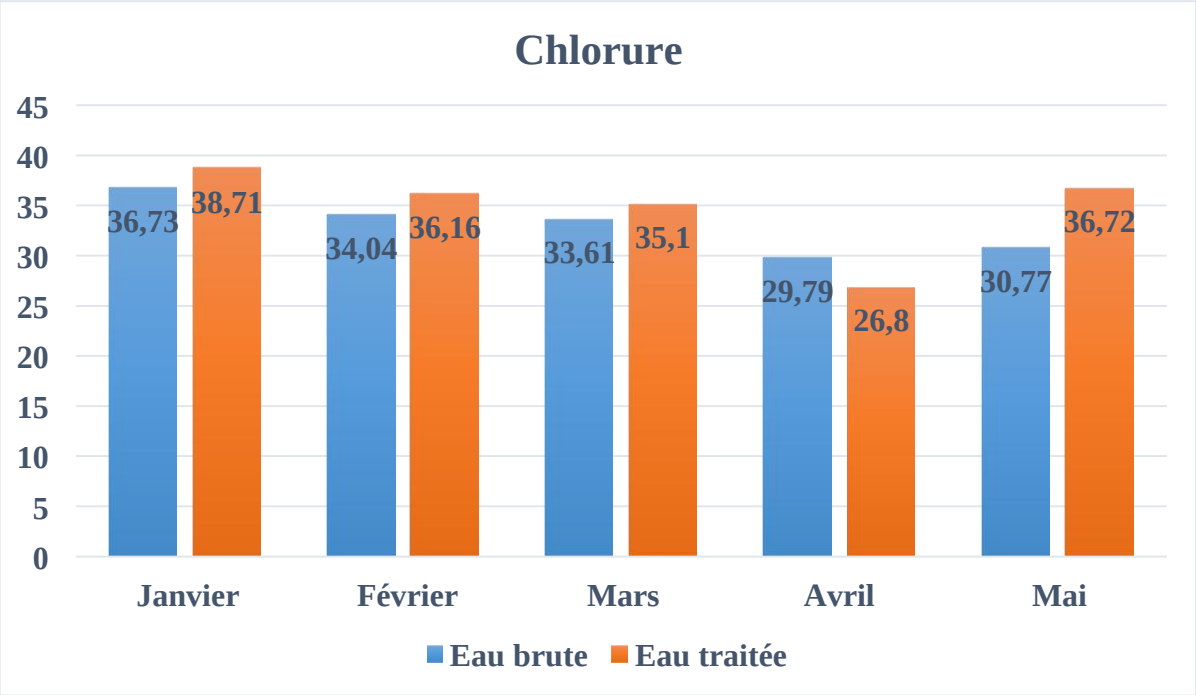

Figure 14 : Valeurs moyennes du chlorure en (mg/l) des eaux du barrage Taksebt avant et apres traitement.

1.4. Analyses des paramètres indésirables

Toute présence excessive de ces paramètres (**NH4, NO3-, NO2-, $PO4^{3-}$, Zn, Cu, F^- Al**) dans l'eau potable est un signe de pollution.

Les valeurs de **nitrites** et **nitrates** obtenues sont inferieurs a 0.03mg/l (annexe 2) ceci dit, elles sont proches des normes, ce qui en fait présentent une eau conforme et sans danger du point de vue présence de nitrate et nitrite pour l'eau traitée.

L'absence de nitrite après traitement est due à l'oxydation de ce dernier en nitrate par le chlore injecté. Ce qui fait que les doses des nitrates augmentent après traitement de 5.75 à 6.19 mg/l. Cependant, ces valeurs restent au-dessus de la limite admissible établie par les normes NA (10 mg/l) (CHOUGAR, 2014).

Pour **l'aluminium** l'une des causes les plus courantes de sa présence est le traitement de l'eau par des quantités massives de sulfate d'aluminium. La valeur limite d'aluminium dans l'eau destinée à la consommation humaine est fixée à 0.2 mg/l. Les valeurs obtenues dans les eaux du barrage TAKSEBT sont inferieures a 0.2mg/l (figure 14) et sont comprises entre 0.021 mg/l et 0.098mg/l ce qui indique que cette eau est de bonne qualité.

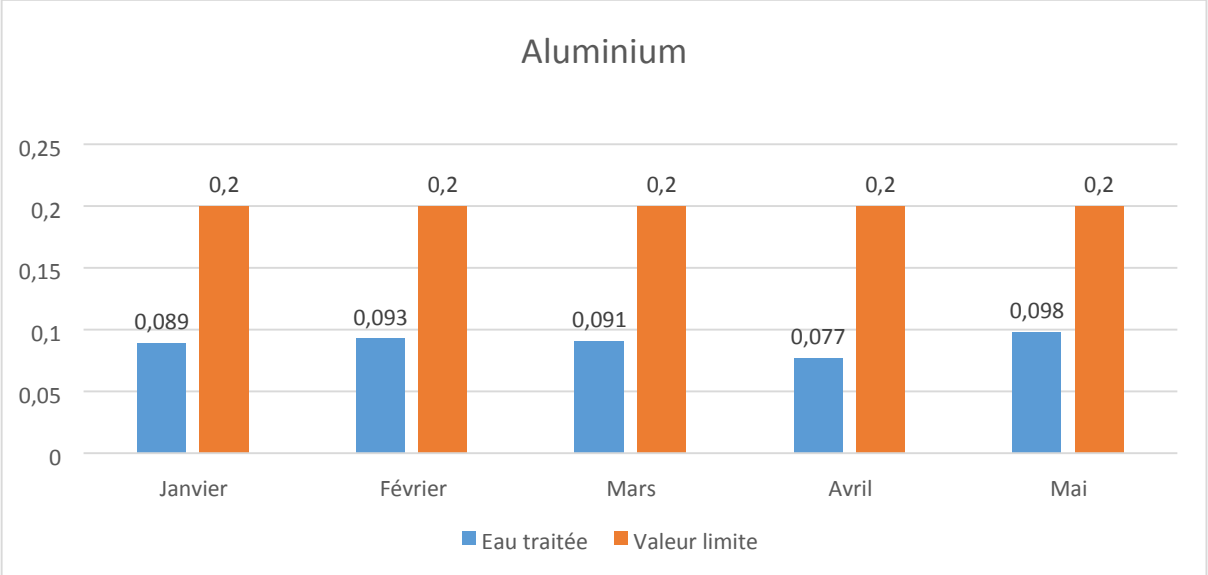

Figure 15 : Valeurs moyennes de l'Aluminium en (mg/l) des eaux du barrage Taksebt avant et après Traitement

La présence de **phosphat**e dans l'eau n'a pas de conséquence sanitaire. Par contre, elle favorise la croissance des algues. Les valeurs de phosphate de l'eau de barrage TAKSEBT sont inférieures à 0.015, et sont nettement inférieures à la norme qui est de 0.5mg/l.

Selon CHOUGAR (2014) ainsi que TAZIBT et OUAZAR (2010), tous les résultats d'analyses montrent une absence totale de phosphate car dans les conditions naturelles, le phosphore est présent en très faible quantité dans les eaux de surface.

Le phosphore est un constituant essentiel de la matière organique et un nutriment indispensable pour les organismes vivants. Cependant, il doit être considéré comme un polluant lorsqu'il est présent à de fortes concentrations dans l'environnement. Des teneurs dans l'eau supérieures à 5mg/l doivent constituer un indice de pollution (Rodier, 2009). Les rejets de phosphore dans les écosystèmes aquatiques constituent l'un des plus sérieux problèmes environnementaux car ils contribuent à accélérer l'eutrophisation de ces milieux.

2. Analyse bactériologique

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entrainer une contamination biologique et être la cause d'une épidémie.

Les résultats d'analyses bactériologiques de l'eau du barrage TAKSEBT sont présentés dans le tableau 5

Tableau 5: résultats obtenus des analyses bactériologiques de l'eau de barrage Taksebt

Bactéries	**Coliforme totaux**	**Coliforme fécaux**	**Streptocoque fécaux**	**Microorganisme 37°C**	**Microorganisme 22°C**
Janvier	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Février	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Mars	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Avril	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Mai	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Le tableau 6 donne la classification des eaux en fonction des résultats bactériologiques.

Tableau 6 : Interprétation des résultats bactériologiques des eaux (institut Pasteur d'Algérie, 1977).

Coliformes	E. Coli	streptocoques fécaux	conclusion
-	-	-	Eau de bonne qualité bactériologique : potable
+	+	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique : non potable
+	+	-	Eau de mauvaise qualité bactériologique : non potable
+	-	+	Eau de mauvaise qualité bactériologique : non potable
+	-	-	Eau de mauvaise qualité bactériologique : non potable

(-) : Absence (+) : présence

Apres le traitement effectué à l'eau de barrage nous avons obtenus une eau ou il y a absence des germes recherché, ainsi que par TAZIBRT et OAZAR (2010), de même par CHOUGAR (2014). Tous les résultats obtenus traduisent l'efficacité de la désinfection par le chlore gazeux qui est une eau de bonne qualité microbiologique malgré la mauvaise qualité microbiologique de l'eau brute.

L'étude de la qualité d'une eau potable repose sur les analyses physico-chimiques, bactériologiques et des tests organoleptiques, afin d'apprécier les différents aspects de la qualité d'une eau.

A la lumière de tous les résultats d'analyses et tous ce qui a était dit sur l'eau traitée de TAKSEBT, on peut dire que l'eau potable de TAKSEBT est une eau

- Sans couleur, ni odeur avec un léger goût chloré, et une turbidité très faible et très loin de la norme
- Qui présente des teneurs en matière toxique et indésirable étudiées inferieur au niveau guide, ce qui est une excellente chose
- Sans risque microbiologique et bien désinfecter.

Conclusion

La qualité de l'eau distribuée, en vue de la consommation humaine, répond amplement aux exigences légales et aux normes nationales, voire internationale comme celles de l'OMS. Cette eau constitue un élément très important pour la protection de la santé publique, pour la protection des réseaux et l'usage domestique.

Selon les résultats des analyses effectuées, les eaux de la station TAKSEBT (Tizi-Ouzou) ont des caractéristiques physicochimiques et bactériologiques d'une eau potable et ceci après traitement. Cette bonne qualité, selon les paramètres étudiés, est due à la nature de l'eau brute du barrage et aux opérations de traitements effectuées au sein cette station.

Une fois l'eau du barrage TAKSEBT (eau brute) est passée par les différentes étapes de traitement, soit la coagulation-floculation, la filtration et la désinfection, les paramètres physico-chimiques se rapprochent plus des normes fixées par l'OMS ou les normes algériennes (NA). Pour les paramètres bactériologiques, nous avons constaté une élimination totale de toutes les bactéries présentes dans l'eau brute.

A l'issue de ces résultats, nous pouvons conclure que l'eau que nous buvons est d'assez bonne qualité, ce qui reflète la convenance, la fiabilité et l'efficacité des procèdes utilisés.

Il est à noter, quand même, que quelques modifications s'avèrent utiles, pour améliorer davantage la qualité de cette eau, à savoir :

- Recherche d'autres germes pouvant être responsable de maladies hydriques.
- La recherche et l'application d'une nouvelle méthode, à l'issue de laquelle la concentration finale en aluminium serait moins élevée.
- Ça serait également plus bénéfique si les boues seraient valorisées et utilisées à des fins agricoles, par exemple, au lieu d'être jetées dans la lagune.

Au final, nous dirons que la disponibilité et la distribution d'une eau potable aux consommateurs sont la résultante logique d'efforts consentis, au niveau du contrôle permanent de la qualité et de la surveillance rigoureuse à tous les stades : du captage jusqu'aux robinets des consommateurs. Il faut donc prendre soin de cette eau et arrêter de la gaspiller.

Références bibliographiques

Anctil F., 2008. L'eau et ses enjeux. Edition Boeck Université, Bruxelles, Belgique. 276 p.

Balitere K., 2015. Analyse bactériologique d'eau brute et d'eau traitée. Projet de fin d'étude. Faculté des sciences et technique. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.

Bliefert C. et Robert P., 2008. Chimie de l'environnement ; air, eau, sol, déchets ; 2eme Edition française ; Edition de boeck université 478 p.

Chougar L., 2004.Traitement physique, chimique et bacteriologique de l'eau d'alimentation de la commune de Beni-Douala. Mémoire de master en biologie. Université

Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 59p.

Dalleras G., 2007. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse et de contrôle sanitaire. Edition Lavoisier, Paris 206p.

Degrimons., 2005. Memento technique de l'eau, 10 éme édition. Edition Lavoisier, paris.

Degremont., 1989. Memento technique de l'eau, tome 1, 3eme édition. Edition Lavoisier, paris 276p

Friedli C., 2002. Chimie générale pour ingénieur. Edition : presse polytechnique

Office de la formation professionnelle et de la promotion du travail ; direction recherche et ingénieurs de formation sur : traitement des eaux 76 p.

OMS., 2004. Directives et qualité pour l'eau de boisson. 3eme Edition., volume1, recommandations. Organisation mondiale de la santé.

Potelon J.L., 1998. Le guide des analyses de l'eau potable ; Edition, la lettre du cadre territorial 253 p.

Ramade F., 2000. Dictionnaire encyclopédique de pollution de l'environnement a l'Homme. Edition Science, paris 307p.

Rejsek., 2002. Analyse des eaux, aspect règlementaire et technique. Edition centre régionale de documentation pédagogique CRDP, d'aquitaine, France 330p.

Dupont J, 1986. Hydraulique urbaine, hydrologie et traitement de l'eau.6eme édition tome 1. Edition Eyrolles 301p.

Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8 éditions, DUNOD, paris 276p.

Rodier J., 2009. L'analyse de l'eau 9eme edition Dunod, paris 307p.

Roland V., 2003.Eau, environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie 2emeedition, Lavoisier 397p.

Roux Jean Claude., 2005. Les secret de la terres ; l'eau : source de vie ; Edition BRGM 63 p.

Tazibt S et Ouazar A., 2010. Traitement des eaux de surface du Barrage de TAKSEBT. Mémoire de Master en biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Pages 79.

Vilagines., 2003. Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrologie. 2eme édition. Lavoisier, Paris, France 201p.