

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

-----  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE : SCIENCES DE LA MATIERE  
FILIERE : CHIMIE

**MEMOIRE DE MASTER**

SPECIALITE : CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

*THEME*

**Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de  
berge, de surface, de profondeur et traitée du barrage de  
TAKSEBT, Tizi-Ouzou : étude comparative**

Présenté par M<sup>lles</sup>.

**GARECHE DJAHIDA**

**YOUSFI SAMIRA**

Soutenu publiquement, le 01/ 10/ 2022, devant le Jury composé de :

<b>KADOUCHE</b>	<b>SLIMANE</b>	<b>MCA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Président</b>
<b>ALI</b>	<b>OUMSSAAD</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>FERRAG</b>	<b>FATIHA</b>	<b>MCA</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Promotrice</b>
<b>CHIKHI</b>	<b>AKILA</b>		<b>SEAAL</b>	<b>Invitée</b>
<b>KEROUI</b>	<b>MOHAMED</b>		<b>SEAAL</b>	<b>Co-promoteur</b>

## ***Remerciements***

*Après avoir rendu grâce à dieu le tout puissant et le miséricordieux.*

*Nous tenons à remercier et à exprimer notre reconnaissance et nos  
remerciements les plus sincères à :*

*Notre encadreur, Mme FERRAG.F pour son entière disposition, sa  
patience et sa gentillesse, de nous avoir orienté, aidé et conseillé*

*Nos sentiments de profonde gratitude vont à Mme CHIKHI, Mr  
KEROUI, Mr HADDADI et tout le personnel de la Station TAKSEBT  
pour leur gentillesse, leur confiance et l'aide qu'ils nous ont  
apportés*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury pour  
l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir acceptés d'évaluer notre travail  
et de L'enrichir par leurs propositions.*

*Nos remerciements vont aussi à Mr OURAD pour son aide  
précieuse*

*A tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à  
l'élaboration du présent mémoire.*

## ***Dédicace***

*A mes chers parents*

*Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard,  
de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre  
mes objectifs que dieu les garde et les protègent*

*A mes chères sœurs Fetta, Razika et Hassina*

*A mes chers frères Boussaad, Belaïd et Amer*

*Pour leurs soutiens et leurs conseils précieux tout au long de  
mes études.*

*A mes chers ami(e)s*

*Pour votre soutiens et tous les bons moments  
qu'on a passés ensemble, Merci*

*A mes chers Juba, Lydia et ma cousine Siham qui  
m'ont tant soutenu et encourager*

*Djahida*

*Je dédie ce mémoire à toutes les personnes chères à mon cœur.  
Qu'elles trouvent en ce travail l'expression de toute ma gratitude  
et mon amour*

*A*

*Mes chers parents,  
Qui n'ont jamais cessé, de me  
M'encourager et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes  
objectifs.*

*A*

*Mes frères et sœurs qui m'ont soutenue et guider tout le long de mon  
parcours*

*A*

*Mon neveu Eliane*

*A*

*Ma meilleure amie Ilham*

*SAMIRA*

# Sommaire

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

## **Chapitre I : L'eau potable et ses paramètres de qualités**

I L'eau dans la nature.....	06
II Propriétés de l'eau.....	06
II.1 Propriétés chimiques.....	06
II.2 Propriétés physiques.....	06
II.3 Propriétés thermodynamiques.....	07
III Les différents types d'eau.....	07
III. a) Les eaux souterraines.....	07
III. b) Les eaux de surfaces.....	08
III. c) Les eaux de mers et des océans.....	08
III. d) Les eaux de pluies.....	08
IV Les paramètres descripteurs de la qualité de l'eau.....	09
IV.A Paramètres Organoleptiques.....	09
IV.B Les paramètres physico-chimiques.....	10
IV.C Paramètres bactériologiques.....	15

## **Chapitre II : Présentation de la zone d'étude**

I Présentation du Barrage TAKSEBT.....	18
I.1 Situation géographique.....	18
I.2 Aperçu géologique.....	18
I.3 Caractéristiques climatiques.....	19
I.4 Relief et Végétation.....	19
II Présentation de la station de traitement d'eau potable SEAAL.....	20
II.1 Laboratoire de la station de traitement.....	20
II.1.1 Analyses physico-chimiques.....	20
II.1.2 Analyses bactériologiques.....	21
III Processus de traitement de la SEAAL.....	21

## Sommaire

---

III.1	Qualité de l'eau d'entrée.....	21
III.2	Ouvrage d'entrée.....	21
III.1.1	Injection du chlore.....	21
III.1.2	Injection du charbon actif.....	22
III.1.3	Injection des permanganates de potassium.....	22
III.3	Chambre de mélange.....	23
III.3.1	Injection d'acide sulfurique et du sulfate d'alumine.....	23
III.4	Décantation.....	24
III.5	Filtration.....	24
III.5.1	Les canaux by-pass.....	24
III.6	Désinfection et réservoirs.....	25
III.7	Les dessableurs .....	25
III.8	Les épaisseurs.....	25
III.9	La lagune .....	26

### Chapitre III : Matériel et méthodes

I.	Méthode générale de prélèvement.....	28
I.1.	Le point d'échantillonnage.....	28
I.1.1.	Échantillonnage destinée à l'analyse physico-chimique.....	28
I.1.2.	Échantillons destinés à l'analyse microbiologique.....	29
II.	<b>Analyse de l'eau.....</b>	<b>32</b>
II.1.	Les paramètres de table.....	32
II.1.1	La mesure de l'oxygène dissout.....	32
II.1.2	Mesure de la turbidité.....	32
II.1.3	Mesure de pH.....	33
II.1.4	La mesure de la conductivité et la température.....	34
II.2.	Les paramètres de pollution.....	34
II.2.1.	Paramètre effectuée à l'aide de spectrophotomètre.....	34

## Sommaire

---

II.2.1.1 UV.....	35
II.2.1.2 Couleur.....	35
II.2.1.3 Chlore libre.....	35
II.2.1.4 Ammonium.....	36
II.2.1.5 Dosage des nitrates.....	36
II.2.1.6 Dosage des Nitrites.....	37
II.2.1.7 Dosage de Fer ( $Fe^{2+}$ ).....	37
II.2.1.8 Dosage des ortho-phosphates ( $PO_4^{3-}$ ).....	38
II.2.1.9 Aluminium ( $AL^{3+}$ ).....	38
II.2.1.10 Chlorure.....	39
II.2.1.11 Résidus sec.....	40
II.2.1.12 Matière organique.....	41
II.3. Mesure de la minéralisation globale.....	41
II.3.1 Dosage de l'alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique (TAC).....	41
II.3.1.1 Détermination de TA.....	42
II.3.1.2 Détermination de TAC.....	42
II.3.2 Détermination de la dureté totale TH.....	42
II.3.3 Détermination de calcium $Ca^{2+}$ .....	43
II.3.4 Détermination de la dureté manganésienne ( $Mg^{2+}$ ).....	44
III. Méthode d'analyse microbiologique.....	44

## Chapitre VI : Résultats et discussion

I.Paramètres physico-chimiques.....	47
I.1 La couleur.....	49
I.2 La turbidité.....	49
I.3 L'oxygène dissous.....	50
I.4 Potentiel d'Hydrogène.....	51
I.5 Température.....	51

## Sommaire

---

I.6 Conductivité électrique.....	52
I.7 Absorbance UV.....	53
I.8 Chlorure.....	53
I.9 Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet.....	54
I.10 Dureté totale.....	55
I.11 Calcium.....	55
I.12 Magnésium.....	56
I.13 Chlore.....	56
I.14 Nitrates.....	57
I.15 Nitrites.....	57
I.16 Ammonium.....	58
I.17 Ortho phosphates.....	59
I.18 Aluminium.....	59
I.19 Fer.....	60
I.20 Matière organique.....	60
I.21 Résidu sec.....	61
<b>II.</b> Paramètres bactériologiques.....	62
II.1 Coliformes totaux.....	62
II.2 E-Coli.....	62
II.3 Streptocoques.....	62
<b>III.</b> Étude comparative entre différents points de prélèvement d'eau.....	63
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
<b>CONCLUSION</b> .....	58
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste de figures

**Figure 1:** Barrage TAKSEBT

**Figure 2:** Vue satellite du barrage de TAKSEBT

**Figure 3:** Barrage TAKSEBT par Google Earth

**Figure 4 :** Ouvrage d'entrée d'eau brute

**Figure 5:**Point d'injection du chlore en pré chloration

**Figure 6 :** Point d'injection du charbon actif

**Figure 7 :** Point d'injection de permanganates de potassium

**Figure 8 :** Chambre de mélange

**Figure 9 :** points d'injection d'acide sulfurique et de sulfate d'alumine respectivement

**Figure 10 :** Échantillonnage eau brute

**Figure 11 :** Glacière

**Figure 12 :** Schéma du processus de traitement des eaux TAKSEBT

**Figure 13 :** suite du schéma du processus de traitement des eaux TAKSEBT

**Figure 14:**Oxymètre

**Figure 15:**Turbidimètre

**Figure 16:**PH mètre

**Figure 17 :** Conductimètre

**Figure 18:** Spectrophotomètre

**Figure 19 :** Variation de la couleur pour les différents points d'eau brute et traitée

**Figure 20 :** Variation de la turbidité pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 21 :** Teneur en l'oxygène dissous pour les différents points d'eau brute et traitée

**Figure 22 :** Variation du pH pour les points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 23 :** Variation de la température pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 24 :** Variation de la conductivité pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 25 :** Variation de l'absorbance en UV pour les différents Prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 26:** Teneur des Chlorures pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 27 :** Teneur du Titre Alcalimétrique et du Titre Alcalimétrique complet pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 28 :** Teneur de la Dureté Total pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 29 :** Teneur en Calcium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 30 :** Teneur en Magnésium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 31 :** Concentration en Chlore pour les prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 32 :** Teneur en nitrates pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 33 :** Teneur en nitrites pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 34:** Teneur en ammonium pour les points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 35 :** Teneur des Ortho-phosphates pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 36 :** Teneur en Aluminium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 37 :** Teneur en Fer pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

**Figure 38 :** Teneur en Matières Organiques pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

**Figure 39 :** Teneur des résidus sec pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée



## Liste des tableaux

**Tableau 01** : Résultats des analyses physico-chimiques effectués au laboratoire de la station TAKSEBT, Tizi-Ouzou (Juillet 2022)

**Tableau 02** : Résultats des analyses bactériologiques effectués au laboratoire de la station TAKSEBT, Tizi-Ouzou (Juillet 2022)

## Liste des abréviations :

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**°C** : degré Celsius

**MIB** : 2-méthylisobornéol

**NTU**: Nephelometric Turbidity Unit

**µs/cm** : micro siemens par centimètre

**PH** : Potentiel Hydrogène

**Rs** : Résidu sec

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet

**MO** : matière organique

**O<sub>2</sub>** : Dioxygène

**mg/ L** : Milligramme par litre

**UV** : Ultra- violet

**Filtre CAG** : filtre à charbon actif en grain

**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium

**µg/l** : Microgramme par litre

**m<sup>3</sup>** : mètre cube

**B.H.A.A** : bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique

**KMnO<sub>4</sub>** : Permanganates de Potassium

**MES** : Matières en suspension

**EDTA** : acide éthylène diamine tétra-acétique

**SEAAL** : Société des eaux et de l'assainissement d'Alger

**TH** : Titre hydrométrique ou dureté totale

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

**TH<sub>Mg<sup>2+</sup></sub>** : Dureté magnésienne

**Cl** : Chlore libre

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Orthophosphate

**Al<sup>3+</sup>** : Aluminium

**Fe<sup>2+</sup>** : Fer ferreux

**nm** : Nanomètre

# *INTRODUCTION*

## INTRODUCTION

L'eau est une richesse inégalement distribuée à la surface du globe, 97 % de l'eau du globe sont constitués par les océans, 2% sont bloqués sous forme de glace et seulement 1% est utilisable et consommable. La maîtrise de l'eau pose encore de nos jours des problèmes. L'eau n'est généralement pas disponible au bon moment au bon endroit, parfois même elle se trouve au mauvais endroit au mauvais moment **(18)**, de plus elle n'est pas de bonne qualité.

Un problème multiple lié à l'eau : disponibilité, quantité, qualité et aussi impacts des inondations, entrave le développement économique et social surtout avec la pression sur la demande en eau à cause de la croissance démographique, l'intensification des activités économiques, et l'amélioration du niveau de vie. Dans le sens d'un développement durable, le maintien d'un bon équilibre entre la ressource en eau et son usage est indispensable.

A la fin du XXème siècle, le total de retenues (barrages) a atteint les 45 000, distribuées sur plus de 140 pays. Actuellement, près de la moitié des grands fleuves du monde comptent au moins un grand barrage **(25)**, reflétant l'importance donnée à ces retenues par les états et ceci malgré leurs effets néfastes sur l'écosystème **(25)**.

Autrefois, leur but était de stocker l'eau pendant la saison humide pour l'utiliser dans la saison sèche, Aujourd'hui, ils jouent un rôle majeur dans le développement économique et constituent le pôle d'intérêt des milieux politiques, des grandes agences gouvernementales centralisées, des institutions internationales de financement et de l'industrie de construction de barrages convaincus de leur contribution efficace à la gestion des ressources mondiales en eaux qui sont limitées, mal réparties et pouvant présenter de grandes variations saisonnières **(25)**.

Dans le monde, on peut distinguer deux types de réservoirs : les barrages à buts multiples et ceux à but unique, ces derniers sont en plus grand nombre (48 % environ) destinés à l'irrigation **(26)**. Pour les barrages à but multiples, l'irrigation tient également la première place, l'hydroélectricité, l'alimentation en eau domestique et industrielle, la protection contre les crues, les loisirs et à un moindre degré, l'élevage de poissons et la navigation.

L'état algérien, conscient de l'importance économique de ces ouvrages, leur accorde un intérêt primordial et insiste aussi sur la nécessité de la formation d'un encadrement de haut niveau afin d'assurer dans les meilleures conditions, l'exploitation et l'entretien de ces infrastructures importantes aux incidences financières lourdes. Cependant, l'eau disponible dans les barrages n'est souvent directement utilisable ni pour la

consommation humaine ni pour l'industrie car elle n'est pas suffisamment pure. La présence de différentes impuretés impose le traitement des eaux, avant utilisation pour les rendre aptes aux applications envisagées ou après utilisation pour éviter tout dommage à notre environnement.

Comment juge-t-on qu'une eau est potable ?

Une eau potable peut être consommée sans danger pour la santé. Derrière cette simple phrase se cachent plusieurs dizaines de critères à respecter : des critères physico-chimiques (pH bien sûr, mais aussi turbidité, odeur, couleur,...etc.), des critères de toxicité chimique (doivent être absentes quelques vingt-quatre substances chimiques comme métaux, hydrocarbures, pesticides), des critères de pureté microbiologique, mais aussi des qualités organoleptiques.

La détérioration de la qualité des eaux sous l'influence des activités anthropiques concerne tant les eaux de surface (lacs, rivières, mers...) que les eaux souterraines proches de la surface du sol et peu à peu, les nappes plus profondes. Les principaux facteurs responsables de cette dégradation sont les pratiques agricoles (nitrates, phosphates, pesticides) **(2)**.

L'objectif de notre travail est l'étude comparative de l'eau de berge, de surface et de profondeur avec l'eau traitée, issue du barrage TAKSEBT (Tizi-Ouzou). Une caractérisation physico-chimique et bactériologique est examinée pour les différents échantillons considérés. Ainsi, les résultats d'analyse de l'eau obtenus ont été comparés aux normes de potabilités dictée par la législation algérienne, afin de déterminer les étapes de traitement nécessaire que pourra entreprendre la SEAAL à l'avenir pour de l'eau de berge, de surface et de profondeur du barrage TAKSEBT.

Notre travail s'est structuré autour de deux parties, comprenant chacune d'elles deux Chapitres :

1. La première partie est consacrée à la recherche bibliographique, où l'eau, les propriétés de l'eau, les différents types d'eau, les paramètres descripteurs de la qualité d'eau à savoir, les paramètres physico-chimiques et bactériologiques ont été examinés. La présentation du barrage et le processus de traitement de l'eau brute de TAKSEBT ont été déterminés dans cette partie.
2. La seconde partie est relative aux différentes méthodes expérimentales, ainsi que le matériel et les réactifs utilisés durant cette étude. Cette partie est, également dédiée à la présentation et à

## *Introduction Générale*

---

la discussion de l'ensemble des résultats obtenus.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale et quelques recommandations qui nous paraissent nécessaires.

*Chapitre I :*  
*L'eau potable et ses*  
*paramètres de*  
*qualités*

## I- L'eau dans la nature

L'eau est presque aussi ancienne que notre planète. Elle est apparue il y a 3 à 4 milliards d'années et occupe 72% de la surface de la terre. Depuis, son volume est resté globalement stable. C'est toujours la même eau qui circule sans cesse entre la mer, la terre et l'atmosphère(3).

Il existe différents types d'eau pour la consommation humaine. Ils peuvent être souterrains (puits, forages) ou peu profonds (barrages, lacs). L'eau de surface est soit de l'eau courante, soit de l'eau stagnante. Ils sont souvent riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, également très sensibles aux contaminations minérales et organiques. La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terres que ces eaux traversent lors de leur parcours à travers tous les bassins versants. Dans la plupart des cas, ces eaux sont le siège du développement de la vie microbienne en raison des déchets qui y sont rejetés et de la grande surface de contact avec le milieu extérieur. De ce fait, cette eau est rarement potable sans aucun traitement (1).

## II- Propriétés de l'eau

### II.1 Propriétés chimiques

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments. Elle peut aussi dissoudre des gaz présents dans l'air comme le gaz carbonique ou l'oxygène (oxygène dissous). Le potentiel d'hydrogène de l'eau peut varier de 0 à 14 : plus on se rapproche de 0, plus l'eau est acide et plus on se rapproche de 14, plus elle est basique. L'eau joue un rôle très important dans toutes les réactions chimiques qui impliquent des matières chargées électriquement. (5)

### II.2 Propriétés physiques

L'eau présente de nombreuses propriétés physiques assez particulières :

- **Le principe d'Archimède :** Ce principe se fonde sur la réalité de la pression hydrostatique : la masse d'un corps est neutralisée par une poussée hydrostatique vers le haut. La poussée hydrostatique est toujours égale au poids de l'eau déplacée par le corps (5).
- **Le principe de Pascal :** La pression d'une masse liquide est la même sur tous ses points d'application (5).

### II.3 Propriétés thermodynamiques

Les propriétés thermodynamiques de l'eau sont très utilisées dans la vie courante.

- **L'eau un fournisseur d'énergie** : Les propriétés thermodynamiques de l'eau ont commencé à être utilisées de façon empirique bien avant d'être démontrées de façon scientifique. L'énergie mécanique fournie par l'eau a été utilisée pour faire tourner les roues à eau, les moulins... Puis on va se servir de l'énergie fournie par les propriétés thermiques de l'eau. Ainsi la machine à vapeur, créée par Watt en 1769, utilise l'énergie fournie par la transformation de l'eau en vapeur, sous l'action combinée de la chaleur et de la pression. Les premiers trains à vapeur utilisaient ce système(5).
- **Les variations de température de l'eau** : L'eau change d'état à une température qui dépend de la pression. Elle se solidifie à 0 °C et devient vapeur à 100 °C. Cependant, la pression peut modifier ce rapport. L'eau peut rester liquide à des températures inférieures à celles auxquelles elle gèle habituellement, jusqu'à - 40 °C : c'est ce que l'on appelle le phénomène de « surfusion ». C'est dû au fait qu'il faut souvent un petit corps solide ou une bactérie pour commencer ce processus de solidification. C'est ce procédé qui est appliqué pour la fabrication de la neige artificielle dans les stations de sports d'hiver (5).
- **L'eau un très bon conducteur** : propriété souvent utilisée, notamment pour le transport d'énergie. Par exemple, l'eau a une très bonne conductivité thermique, à peu près quatre fois supérieure à celle des autres liquides. La principale application de cette propriété est le chauffage central(5).

### III- Les différents types d'eau

La classification des eaux diffère d'une référence à une autre, quelques-unes les classifient suivant l'origine ; quelques auteurs parlent même des eaux de pluies, certains autres s'intéressent à l'utilisation des eaux :

#### III. a) Les eaux souterraines

Du point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- **Nappes phréatiques ou alluviales** : Peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus.
- **Nappes captives** : Plus profondes que les premiers et séparées de la surface par une couche imperméables, l'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures.

La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car elles répondent « en général » aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants.

Quand une eau souterraine contient une concentration en certains minéraux dépassant les normes de potabilité, mais elle représente des propriétés thérapeutiques on la distribue en bouteilles avec parfois un traitement bien défini, ces eaux sont dites eaux minérales(6).

### **III. b) Eaux de surface**

Ce type d'eau englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,...etc.). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. En effet, ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement(6).

### **III. c) Eaux des mers et océans**

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraines et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement(6).

### **III. d) Eaux de pluies**

Elle apparaît sous forme de gouttes d'eau provenant des nuages et tombant vers le sol. C'est l'une des formes les plus courantes de précipitations sur Terre.

Les précipitations peuvent prendre une forme liquide (pluie, bruine, pluie verglaçante, bruine verglaçante) ou solide (neige, neige en grains, neige roulée, grésil, grêle, granules de glace, cristaux de glace). Les précipitations contribuent à la fertilité et à l'habitabilité des zones tempérées ou tropicales ; dans les zones polaires, elles aident au maintien des calottes glaciaires(5).

## **IV- Paramètres descripteurs de la qualité d'eau brute**

L'eau de surface brute peut facilement être contaminée par des animaux et peut héberger des agents pathogènes tels que *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*, *Vibrio cholerae* et *Escherichia coli*.

Les eaux souterraines peuvent contenir :

- L'arsenic, les pesticides, les radionucléides et autres contaminants transportés dans le sol et dans l'aquifère.
  - Les fuites dans les fosses septiques et dans les réservoirs d'essence ou de produits chimiques.
  - Les éliminations incorrectes des déchets dangereux, décharges et même sel de route des puits.
- Des sources et des aquifères contaminés peuvent faire de l'eau non traitée un choix risqué. Même les sources d'eau situées loin des activités industrielles et agricoles peuvent être contaminées par les dépôts atmosphériques et des eaux de pluie(7).

Cette eau brute présente plusieurs caractéristiques détaillées ci-dessous :

### **IV-A Paramètres Organoleptiques**

#### **IV-A.1 La couleur**

La couleur des eaux est indicatrice de danger et/ou de difficultés de traitement. Elle est généralement révélatrice de la présence de matières organiques naturelles, de phytoplancton, de fer et /ou de manganèse ou encore des rejets industriels colorés. On appelle couleur vraie celle qui est due aux seules substances dissoutes et couleur apparente celle liée à la présence de turbidité(8).

#### **IV-A.2 L'odeur et la saveur**

Les origines de la saveur et de l'odeur sont nombreuses, molécules sapides dans la ressource (géosmine et MIB issus des proliférations algales, sels minéraux, métaux, micropolluants organiques) et molécules introduites ou formées lors du traitement (chlore total et sous-produits de désinfection) ou de la distribution (monomère de canalisation, de revêtements) (8).

#### **IV-A.3 La turbidité**

C'est un paramètre directement observable par le consommateur donc de grande importance. Lors du traitement de l'eau, la turbidité constitue un gêne pour l'efficacité des traitements de

désinfection, car l'action protectrice des colloïdes vis-à-vis des micro-organismes a été plusieurs fois démontrée (une turbidité > 5NTU limite la destruction des coliformes). Elle doit donc être éliminée avant toute opération de désinfection et plus généralement de finition ou d'affinage (8).

## **IV-B Les paramètres physico-chimiques**

### **IV-B.1 La température**

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Pour chaque augmentation de température de 10°C, la vitesse des réactions chimiques et biochimiques augmente d'un facteur de 2 à 3. Au fur et à mesure que la température de l'eau augmente, les activités métaboliques des organismes aquatiques s'accroissent. La valeur de ce paramètre est affectée par la température ambiante ainsi que par tout rejet d'eaux usées chaudes(9).

La température de l'eau influe sur beaucoup de paramètres, c'est le cas de l'oxygène dissous qui diminue avec l'élévation de la température.

Une température très élevée peut aboutir à des situations dramatiques, tel que :

- La disparition de certaines espèces aquatiques et la réduction de l'auto épuration.
- L'accumulation des mauvaises odeurs et la croissance accélérée des végétaux (Algues)(23).
  - ✓ De 20 à 22°C : une eau excellente
  - ✓ De 22 à 25°C : une eau passable
  - ✓ De 25 à 30°C : une eau médiocre

### **IV-B.2 La conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est fonction de la concentration en ions dans l'eau, donc de la minéralisation de l'eau. Sans réel danger pour la santé humaine lorsque les ions sont naturels, ce paramètre de qualité fait l'objet d'une référence pour des raisons de confort du consommateur et du réseau (entartrage et corrosion). Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre en même temps que la température de l'eau(8).

En effet, la mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution, elle permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation qui est liée à la nature des sols traversés « 300 à 700 µs/cm : eaux minéralisées (sols calcaires, marneux) (23).

### **IV-B.3 Le pH**

Le pH de la plupart des eaux brutes se situe entre 6,5 et 8,5. Le traitement de l'eau de boisson peut modifier sensiblement la concentration de l'ion hydrogène. La chloration tend à abaisser le pH, alors que les procédés d'adoucissement le font monter par utilisation de la technique dite chaux-soude(10).

#### IV-B.4 Le résidu sec

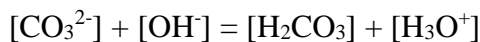
La teneur en matières sèches est exprimée en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon. La méthode de mesure consiste à mettre dans l'étuve à 105 °C, jusqu'à obtention d'une masse constante

Soit  $M_1$  la masse de l'échantillon humide et  $M_2$  sa masse après séchage (11).

$$RS = M_2 \times 100 / M_1 \text{ —}^{[1]}$$

#### IV-B.5 Le titre alcalimétrique (TA)

Correspond à la somme des concentrations des ions carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et des ions hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ), comme pour le dosage du  $\text{CO}_2$  libre, le TA s'annule lorsque :



Dans la plupart des cas, le pH du virage de fin de dosage est voisin de 8,3 ainsi, les eaux présentant un pH inférieur à 8,3 ont un TA = 0(12).

#### IV-B.6 Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Correspond à l'alcalinité totale du pH = 4,5 ; ce qui revient à déterminer les ions  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{OH}^-$ . (1)

$$\text{TAC} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \text{ }^{[2]}$$

#### IV-B.7 La matière organique (MO)

L'inconvénient des matières organiques est qu'elles favorisent le mauvais goût, qui peut être exacerbé par la chloration. La contamination bactérienne ou chimique d'une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée. L'eau très pure a généralement une concentration en oxygène inférieure à 1 mg/L (13).

La présence de dépôts de matières organiques visibles dans le lit d'une rivière est inacceptable et dénonce bien souvent la proximité d'un rejet brute ou un très mauvais état de la rivière (23).

#### IV-B.8 L'oxygène dissout (O<sub>2</sub>)

L'action principale de l'oxygène dissout dans l'eau se situe au niveau des réactions oxydoréduction, réactions qui mettent en jeu le fer, le manganèse et le cuivre, ainsi que les composés contenant de l'azote et du soufre. Dans certains réseaux de distribution, le niveau d'oxygène dissout diminue avec le temps, ce qui conduit généralement à l'initiation d'un mécanisme de corrosion, mais pourrait aussi résulter des besoins en oxygène de microorganismes vivant dans des matières organiques, surtout dans les sédiments et les dépôts intérieurs des canalisations. Ainsi, l'oxygène dissout peut diminuer sans qu'il y ait pour autant une augmentation sensible de la concentration du fer. A l'inverse, une eau très chargée en fer par suite de la corrosion peut ne pas présenter de réduction de sa teneur en oxygène dissout(10).

#### IV-B.9 L'absorbance UV

L'absorbance UV à 254nm est un élément important pour prédire la formation des Trihalométhanes lors de la chloration et pour évaluer les performances de la désinfection Ultra-violet (8).

#### IV-B.10 La dureté totale

Pour caractériser une des propriétés les plus importantes de l'eau, on utilise la notion de dureté de l'eau. La dureté totale comprend la somme des concentrations C(x), des ions Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup> et Ba<sup>2+</sup>, comme la plupart des eaux ne contiennent pas d'ions Sr<sup>2+</sup> ni de Ba<sup>2+</sup>, alors en pratique on écrit :

$$TH = C(Ca^{2+}) + C(Mg^{2+}) \text{ mg/L} \quad [3]$$

En général, la dureté totale comprend 70 à 85% de dureté due au calcium et 15 à 30% due au magnésium(15).

Une eau est dite douce ou dure selon sa charge en calcium et en magnésium

- TH > 15°F : une eau dure qui a pour inconvénient d'entartrer les canalisations et un usage plus important de détergents pour le lavage.
- TH < 15°F : une eau trop douce dite agressive et corrosive pour les conduites(23).

#### IV-B.11 Les chlorures

Les teneurs en chlorures dans les eaux douces sont généralement bien inférieures à la référence de qualité (250 mg/L). Toutefois pour certaines eaux souterraines ou de surface subissant l'impact maritime ou une pollution industrielle (mines, chimie), les concentrations peuvent être plus importantes.

Quand une eau contient une teneur élevée en chlorure, il faut éviter les réactifs de traitement (comme  $\text{FeCl}_3$ ) ou les procédés apportant des chlorures (les résines échangeuse d'anions). Les seuls traitements possibles sont l'osmose inverse et la distillation(8).

Dans la nature, les chlorures sont souvent indicateurs d'arrivée d'effluents urbains. A titre indicatif, dans l'eau du robinet le maximum admis est de 250 mg/L(23).

La concentration naturelle de l'eau en chlorure est fonction de la géologie des sols en générale inférieure à 50 mg/L(23).

#### **IV-B.12 Les nitrates**

Ce sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau, qui sont directement assimilables par les plantes. Ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin. A cause de leurs bonnes solubilités dans l'eau, les nitrates sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier quand le sol est en jachère, par exemple en hiver(15).

Bien que les nitrates soient énormément moins toxiques et nocifs que les nitrites, il ne doit pas y en avoir plus de 50mg/L dans l'eau du robinet. En effet, une fois consommés, ils peuvent évoluer en nitrites dans l'estomac puis se transformer en nitrosamines toxiques et réputées cancérigènes(23).

#### **IV-B.13 Les phosphates**

Souvent, après l'épuration de l'eau brute, il est nécessaire d'éliminer les phosphates de l'eau et des eaux traitées. Ces phosphates peuvent par exemple être précipités avec du sulfate d'aluminium, des sels de fer ou de la chaux. De cette manière, des phosphates sont éliminés des eaux au environ de 90% (15).

La plus grande part du phosphore que l'on trouve actuellement dans les cours d'eau provient :

#### **IV-B.14 L'Aluminium**

L'origine principale de son apparition en cours de traitement est le résiduel de coagulant, mais l'aluminium peut être naturellement présent dans la ressource, généralement sous forme

particulière associée aux argiles colloïdales. Des rejets de l'industrie métallurgique sont rarement observés(8).

Dans les eaux l'aluminium peut aussi provenir des sols qui en contiennent naturellement. En raison de la pollution, les pluies peuvent être acides et favoriser une certaine solubilité de l'aluminium qui est possible en dessous d'un pH = 6 ; ce paramètre peut alors se retrouver non seulement dans les eaux mais aussi dans les plantes et les animaux (23).

#### **IV-B.15 Les nitrites**

En absence de pollution, il y a très peu ou pas de nitrites dans les ressources en eaux. Dans ce cas, leur présence provient d'une oxydation incomplète de l'azote ammoniacal.

Lors du traitement des eaux, ils peuvent être formés lors d'un arrêt des filtres CAG voire des filtres à sable, lors d'un dysfonctionnement d'une dénitrification ou dans certaines conditions de désinfection par les UV. Leur formation en réseau de distribution (en absence du chlore libre résiduel) est également possible(8).

L'effet de toxicité des nitrites est plus rapide que par celle de l'ammoniacque car elle entraîne la dégradation de l'hémoglobine des globules rouges et l'asphyxie des poissons (23).

#### **IV-B.16 L'Ammonium**

L'azote ammoniacal dans les eaux naturelles est issu de la dégradation incomplète des matières organiques naturelles ou anthropiques (lisiers, matières organiques protéinées diverses), des usages agricoles (engrais) ou encore des rejets d'eaux usées épurées ou non.

L'ion ammonium est un acide faible dont la base conjuguée est  $\text{NH}_3$  et c'est sous forme  $\text{NH}_4^+$  que l'azote ammoniacal est toujours présent dans les eaux (son dégazage nécessite un PH élevé (8).

L'azote ammoniacal provient de l'urée des animaux mais aussi de la décomposition des chaînes carbonées constituant les matières organiques par les bactéries de types aérobies (Bacillus, Bacterium), cette dégradation consomme de l'oxygène et libère également du  $\text{CO}_2$  dans l'eau. La forme ammonium n'est pas toxique, mais dans les eaux à pH > 7,5 une fraction peut être transformée en ammoniacque toxique même à faible concentration, pour les poissons et les organismes vivants dans l'eau (23).

#### **IV-B.17 Le Fer**

Le fer est un élément indispensable pour l'homme, sa présence dans l'eau potable distribuée occasionne des désagréments (gout de fer décelable à partir de 50µg/L) ainsi que des problèmes d'exploitation (corrosion, dépôt de boues d'hydroxyde de fer).

Dans les eaux superficielles, il est présent jusqu'à quelques mg/L ; sous forme oxydée  $Fe^{3+}$  particulaire et parfois sous formes solubles réduite libre ou oxydée complexée(8).

#### **IV-C Les paramètres bactériologiques**

Les micro-organismes sont très présents dans tous les milieux. Une minorité d'entre eux sont pathogènes. Certains sont indicateurs de contamination et/ou d'efficacité d'un traitement et doivent donc être impérativement recherchés. C'est le cas des bactéries *Escherichia coli* et entérocoques. D'autres micro-organismes sont susceptibles d'être véhiculés par l'eau et peuvent faire l'objet de recherches particulières, de plus en plus fréquemment demandées par les organismes de santé, comme les actinomycètes, les protozoaires, les virus et certaines bactéries spécifiques(8).

##### **IV-C.1 Coliformes totaux**

Les coliformes totaux (genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia* ...etc) sont dénombrés à 35-37 °C, après filtration sur membrane (pour les eaux claires), puis développement en milieu de culture(8).

##### **IV-C.2 Coliformes fécaux**

Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants: coliformes se développant après incubation à 44 °C (8).

Les bactéries pathogènes intestinales sont largement réparties dans le monde entier. Parmi celles dont on sait qu'elles sont responsables de la contamination de l'eau de boisson figure *Escherichia coli* qui peut provoquer des maladies dont la gravité va d'une gastro-entérite bénigne à une forme de dysenterie de choléra ou de typhoïde grave, voire fatale(10).

##### **IV-C.3 Les bactéries entérocoques**

Les entérocoques sont un indicateur bactérien de contamination fécale qui peut servir à évaluer la salubrité de l'eau potable. Dans le cadre d'un programme de surveillance de l'eau potable, ils

peuvent fournir de l'information sur la qualité de la source d'eau, l'adéquation du traitement et la salubrité de l'eau acheminée jusqu'au consommateur(16).

*Chapitre II :*  
*Présentation de la*  
*zone d'étude*

### I Présentation du Barrage TAKSEBT

#### I.1 Situation géographique

TAKSEBT est un barrage hydraulique qui s'étend sur la rivière de Takhoukhth et qui se prolonge sur la rivière de Ait Aïssi, dite Oued Aïssi, entre Aït Iraten et Ait Aïssi, dans la wilaya de Tizi-Ouzou (**Figure 1**). D'une capacité de 180 millions de mètres cubes (volume du réservoir), d'une superficie (surface du réservoir) de 550 ha et d'une hauteur de 82 mètres. Il se trouve à 10 km à l'est de la ville de Tizi-Ouzou. Il a été mis en service le 5 juillet 2007 avec un financement d'environ 540 millions d'euros. Composé d'une station de traitement, une autre de pompage et des tunnels, duquel une canalisation de 95 km permettant le transfert de 150 millions de m<sup>3</sup> par an. Avec une capacité de stockage de 175 millions de m<sup>3</sup>, le barrage Taksebt a grandement contribué à l'amélioration de l'AEP à raison de 73 millions de m<sup>3</sup> annuellement rien que pour la wilaya de Tizi-Ouzou l'équivalent de 20 000 m<sup>3</sup>/jour, ainsi que les autres bassins irrigués, Alger, Blida et Boumerdès. Ce barrage a permis d'améliorer la qualité de vie à environ quatre millions de personnes en leur procurant de l'eau potable. Ces dernières vivent majoritairement en milieu rural et n'avaient accès à l'eau potable que quelques jours par semaine et pendant quelques heures limitées. La construction du barrage a fait profiter la population autochtone et a eu des retombées socio-économiques considérables(19).



**Figure 1:**Photo du barrage TAKSEBT

#### I.2 Aperçu géologique

La géologie du bassin versant de l'Oued Aïssi est principalement constituée de roches métamorphiques (schiste, micaschiste et gneiss).

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Dans la partie amont, on trouve des formations sédimentaires constituées de chaînes calcaires du Djurdjura. Le long des talwegs, il y a des terrasses alluviales de gravier et de sable.

A l'exception des terrasses alluviales et des formations calcaires, la plupart des bassins sont peu perméables, ce qui favorise le ruissellement de surface(20).



**Figure 2:** Vue satellite sur le barrage de TAKSEBT

### I.3 Caractéristiques climatiques

Notre zone d'étude est située dans la partie nord, du nord de l'Algérie. Elle répond à un climat que l'on peut qualifier de variante de type méditerranéen, caractérisé par des oppositions chaleur et pluviométrie à l'échelle annuelle.

D'un point de vue pluviométrique, le climat méditerranéen se caractérise par une saison estivale sèche, une saison hivernale pluvieuse et des pluies torrentielles irrégulières(20).

### I.4 Relief et Végétation

Le relief est un facteur important dans la détermination du comportement hydrologique d'un bassin versant (**Figure 3**). Il nous renseigne sur les conditions de ruissellement et d'infiltration, la végétation quant à elle, joue des rôles multiples et plus ou moins déterminants selon sa nature et sa densité en créant des conditions d'infiltration favorables. Elle réduit l'écoulement de surface, limite les inondations et prévient l'érosion.

Notre zone d'étude est constituée d'arbres, l'essence principale étant l'olivier. Il y a aussi des forêts de cèdres, de chênes verts et de maquis de haut en bas(20).



**Figure 3:** barrage TAKSEBT par Google Earth

## **II Présentation de la station de traitement d'eau potable SEAAL**

Mise en service en Juillet 2008, construite par SNC LAVALIN/ DEGREMONT puis exploitée par SNC LAVALIN jusqu'en 2013, sa gestion a été reprise par SEAAL le 18 Juillet 2013 et est aujourd'hui la plus importante station d'épuration gérée par SEAAL et la plus importante station de traitement d'eau potable en termes de capacité à l'échelle nationale. Elle a une vocation régionale puisqu'elle approvisionne 25 communes et sécurise l'approvisionnement de trois wilayas : Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou.

Alimentée par le barrage TAKSEBT, et consiste en une station d'épuration de 601000 m<sup>3</sup>/j, équipée des procédés classiques de coagulation-floculation, décantation et filtration de dernière génération. Sa capacité de stockage est de 50000m<sup>3</sup>(21).

### **II.1 Laboratoire de la station de traitement**

Des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont réalisées plusieurs fois par jour, afin de produire une eau qui répond à des normes de qualité stricte.

#### **II.1.1 Analyses physico-chimiques**

Cette analyse va déterminer la concentration de l'eau en minéraux. La caractérisation de l'eau implique principalement l'analyse des paramètres de base qui définissent les caractéristiques fondamentales de l'eau, ces paramètres sont : la température, le potentiel hydrogène (pH), la conductivité, l'oxygène dissout, la turbidité et le chlore libre(21).

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

### II.1.2 Analyses bactériologiques

Il s'agit d'une inspection qui trouve et détermine le taux de contamination bactérienne et qui la rend impropre à la consommation. L'identification des coliformes fécaux, des entérocoques, des B.H.A.A et des colonies atypiques suit la méthode scientifique d'analyse en laboratoire, à partir d'un échantillon d'eau brute(21).

## III Processus de traitement de la SEAAL

### III.1 Qualité de l'eau d'entrée

L'eau brute qui alimente le barrage de TAKSEBT provient de la fonte des neiges et du ruissellement des pluies des massifs autour.

### III.2 Ouvrage d'entrée

L'arrivée d'eau brute a la station de TAKSEBT se fait dans la chambre de dissipation, qui permet le contrôle et la tranquillisation du débit d'arrivée d'eau brute. Différents réactifs sont injectés avant le passage dans la chambre de mélange qui assure un temps de contact suffisant pour homogénéiser les réactifs.



**Figure 4** : Ouvrage d'entrée d'eau brute

A : Déversoirs d'arrivée d'eau

B : Mesure de niveau ultrasonique

C : Analyseur de turbidité, conductivité et pH

#### III.2.a) Injection du chlore

Dans le but de limiter la présence d'organismes (algues, bactéries plancton) susceptibles de proliférer dans les filières de traitement, il est nécessaire d'injecter du chlore à l'entrée

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

---

d'eau brut. Cette opération assure la propreté du décanteur et des filtres et elle évite les remontées de boues de ces derniers.

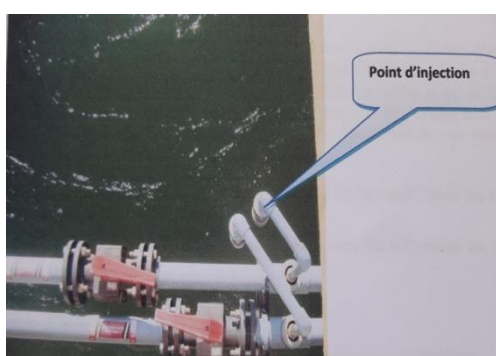
Pour rendre active cette pré-chloration, il faut assurer la présence d'une petite quantité de chlore libre dans l'eau brute.



**Figure 5:**Point d'injection du chlore en pré-chloration

### III.2.b) Injection du charbon actif

Le charbon actif en poudre est préparé, dilué avec de l'eau acidifiée, il est injecté dans la chambre de dissipation et /ou dans le canal d'eau décantée. Son action se base sur son pouvoir d'absorption, c'est-à-dire la capacité à fixer des ions et des molécules (gaz, molécules organiques,...etc.), sans que de réaction chimique a proprement parlé n'ait lieu. Dans le cas de la STE TAKSEBT, son rôle est de contrôler le gout et l'odeur de l'eau.



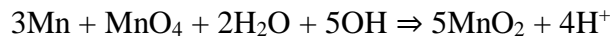
**Figure 6 :** Point d'injection du charbon actif

### III.2.c) Injection de permanganate de potassium

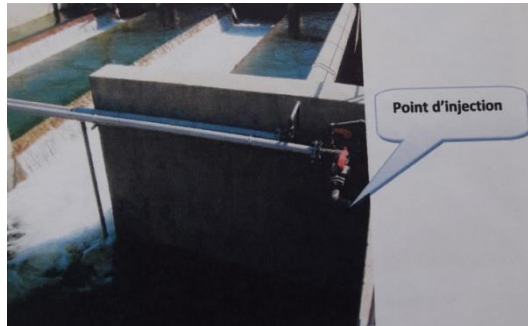
Le  $\text{KMnO}_4$  est principalement utilisé pour la précipitation du manganèse, si la qualité de l'eau brute le demande. Le bilan de la réaction est le suivant.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

---



Toutefois, ce point d'injection est prévu en cas de détérioration de la qualité de l'eau du barrage avec le temps. Ce processus est utilisé lorsque le taux du barrage diminue et la turbidité augmente (cas de l'été 2021).



**Figure 7** : Point d'injection de permanganates de potassium

### III.3 Chambre de mélange

La chambre de mélange possède un volume de 450 m<sup>3</sup>, permettant un mélange et un temps de contact suffisant des produits chimiques avant répartition vers le clarificateur.



**Figure 8** : Chambre de mélange

#### III.3.1 Injection d'acide sulfurique et sulfate d'alumine

L'acide sulfurique permet de diminuer le pH après l'ajout du sulfate d'alumine qui est utilisé pour la coagulation des matières en suspension très fines et colloïdales contenues dans l'eau brute. La coagulation étant optimale à un pH proche de 6,4 à 7.



**Figure 9 :** Points d'injection d'acide sulfurique et de sulfate d'alumine respectivement

### III.4 Décantation

L'eau est répartie dans les décanteurs depuis le canal de répartition, en sortie de la chambre de mélange. Du polymère est injecté en entrée de chaque décanteur.

L'objectif de la décantation est de séparer les particules flocculées de l'eau clarifiée. Les particules colloïdales ne peuvent être décantées efficacement que si elles entrent en contact entre elles pour former des flocs de plus grande taille.

Les contacts entre particules sont d'autant plus fréquents que leurs concentrations est grande dans l'eau ; c'est le principe de base du décanteur lamellaire à lit de boue, dont fait partie les Palsa tubes.

### III.5 Filtration

Pour chaque filière, l'eau venant des décanteurs ou du canal de By-pass est répartie entre les 12 filtres ou elle est filtrée gravitairement.

L'eau à filtrer passe à travers un lit filtrant constitué de sable, dont la hauteur de couches est importante et dépend du type de filtre. Les matières en suspension sont retenues dans les espaces inter granulaires, sur la plus grande partie de la hauteur de couche.

L'eau filtrée est collectée dans un canal et dirigée vers les cuves de contact de chlore.

#### III.5.1 Les Canaux de By-pass :

Sont utilisés lorsque la qualité de l'eau brute ne nécessite pas l'utilisation de la décantation pour atteindre les critères de qualité d'eau traitée.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

---

L'eau brute est introduite dans chaque canal de by-pass par une vanne murale ; le débit est mesuré dans un canal de type parshall et du polymère est injecté proportionnellement au débit.

L'objectif de l'injection de polymère est l'amélioration des performances de filtration provoquant l'agrégation de particules fines en floes.

### III.6 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 ou 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 assure un stockage de l'eau traitée avant distribution dont le débit de production est de 605000 m<sup>3</sup>/J.

Rappelons 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)

### III.7 Les dessableurs

En fonctionnement normal, le débit passe au travers d'un seul dessableur, le deuxième étant isolé, vide et propre ; l'injection du polymère démarre automatiquement proportionnellement à la somme du débit passant par le dessableur. L'opérateur inversera les batardeaux d'isolation lors du nettoyage du dessableur en fonctionnement. Si le niveau dépasse le seuil réglé ; une alarme signalant le passage en trop plein est générée.

### III.8 Les épaisseurs

L'objectif principal de l'épaississement est la réduction des volumes des boues rejetés, par augmentation de leur concentration.

## Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

---

Les boues sont introduites au centre d'un épaisseur circulaire ou un temps de séjour suffisamment long et une agitation suffisamment faible permettent le tassage des boues en fond d'ouvrage et la séparation de l'eau en surface (surnageant).

### **III.9 La lagune**

Les lagunes sont mises en œuvre pour l'élimination de la pollution organique, pour la réduction de la pollution bactériologique, ainsi éventuellement que pour la nitrification d'un effluent traité. La température est un paramètre de fonctionnement essentiel en particulier pour la décontamination bactérienne. La complexité des phénomènes biologiques se développant dans les lagunes naturelles ne permet pas de caractériser la cinétique de l'épuration par un modèle mathématique simple.

*Chapitre III :*  
*Matériel et méthodes*

Dans ce chapitre plusieurs points de prélèvement d'eau au niveau du barrage de TAKSEBT à savoir : l'eau de berge, l'eau de surface, l'eau de profondeur et l'eau traitée ont été considérées. Ainsi, une caractérisation physico-chimique et bactériologique sur les échantillons est examinée dans cette étude. La méthodologie suivie et l'ensemble de matériels utilisés sont présentés ci-dessous.

## **I. Méthode générale de prélèvement**

### **I.1. Le point d'échantillonnage**

Le point d'échantillonnage doit être situé à un endroit caractéristique où il y a suffisamment de turbulence. Lorsqu'il s'agit des cours d'eau naturels ou dans les canaux, il convient de se placer loin de toute cause naturelle ou humaine de perturbation apportée aux conditions de l'écoulement. La bonne planification de la campagne d'échantillonnage est nécessaire pour éviter les pertes et les erreurs. Plusieurs éléments doivent être pris en compte lors de la planification d'une campagne d'échantillonnage, on cite les plus pertinents :

- Localisation du site du prélèvement,
- Une visite préliminaire au site pour déterminer les moyens et les conditions de transport des échantillons, l'accessibilité aux rejets, la disponibilité et l'équipement de sécurité requis.
- Établissement d'une liste des paramètres qui devront être analysés,
- Détermination des cycles et des heures du fonctionnement du procédé à analyser afin de faire l'échantillonnage pendant ce temps,

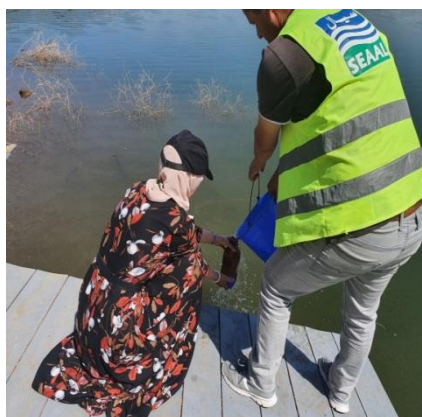
#### **I.1.1.Échantillonnage destinée à l'analyse physico-chimique**

Les échantillons destinés à l'analyse chimique doivent être prélevés pendant les heures normales d'exploitation, de 15 à 30 cm sous la surface de l'eau ou, lorsque la profondeur du bassin est inférieure à 30 cm, à mi-chemin entre la surface de l'eau et le fond du bassin. Il est aussi primordial que la personne qui effectue les prélèvements ait les mains très propres pour éviter toute contamination.

Pour notre étude l'échantillonnage pour l'eau brute, le laboratoire a mis à notre disposition des flacons en polyéthylène de 1 litre. Pour chaque point de prélèvement (berge, surface et profondeur) ces flacons ont été soigneusement lavés puis rincés car il ne doit rester aucune trace

d'un éventuel détergent ou antiseptique qui va influencer sur les résultats, ...) les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire dans une glacière.

En ce qui concerne l'eau traitée l'échantillonnage a été fait au sein du laboratoire TAKSEBT tout droit du robinet qui sort tout droit du réservoir.



**Figure 10** : Échantillonnage eau brute

### **I.1.2.Échantillons destinés à l'analyse microbiologique**

Les échantillons destinés à l'analyse microbiologique et à l'analyse de la turbidité doivent être prélevés pendant les heures normales d'ouverture, de 15 à 30 cm sous la surface de l'eau ou, lorsque la profondeur du bassin est inférieure à 30 cm, à mi-chemin entre la surface de l'eau et le fond du bassin. Dans le cas des baignoires tourbillons, les échantillons peuvent être prélevés en tous points sous la surface de l'eau.

Pour notre échantillonnage le laboratoire a mis à notre disposition des bouteilles en polyéthylène de 1 litre pour l'eau brute à chaque point de prélèvement et 2 flacons de 200 ml.



**Figure 11** : Glacière

En ce qui concerne l'eau traitée l'échantillonnage a été fait au sein du laboratoire TAKSEBT tout droit du robinet qui sort tout droit du réservoir.

Le processus de traitement de l'eau se résume dans les deux schémas suivant :

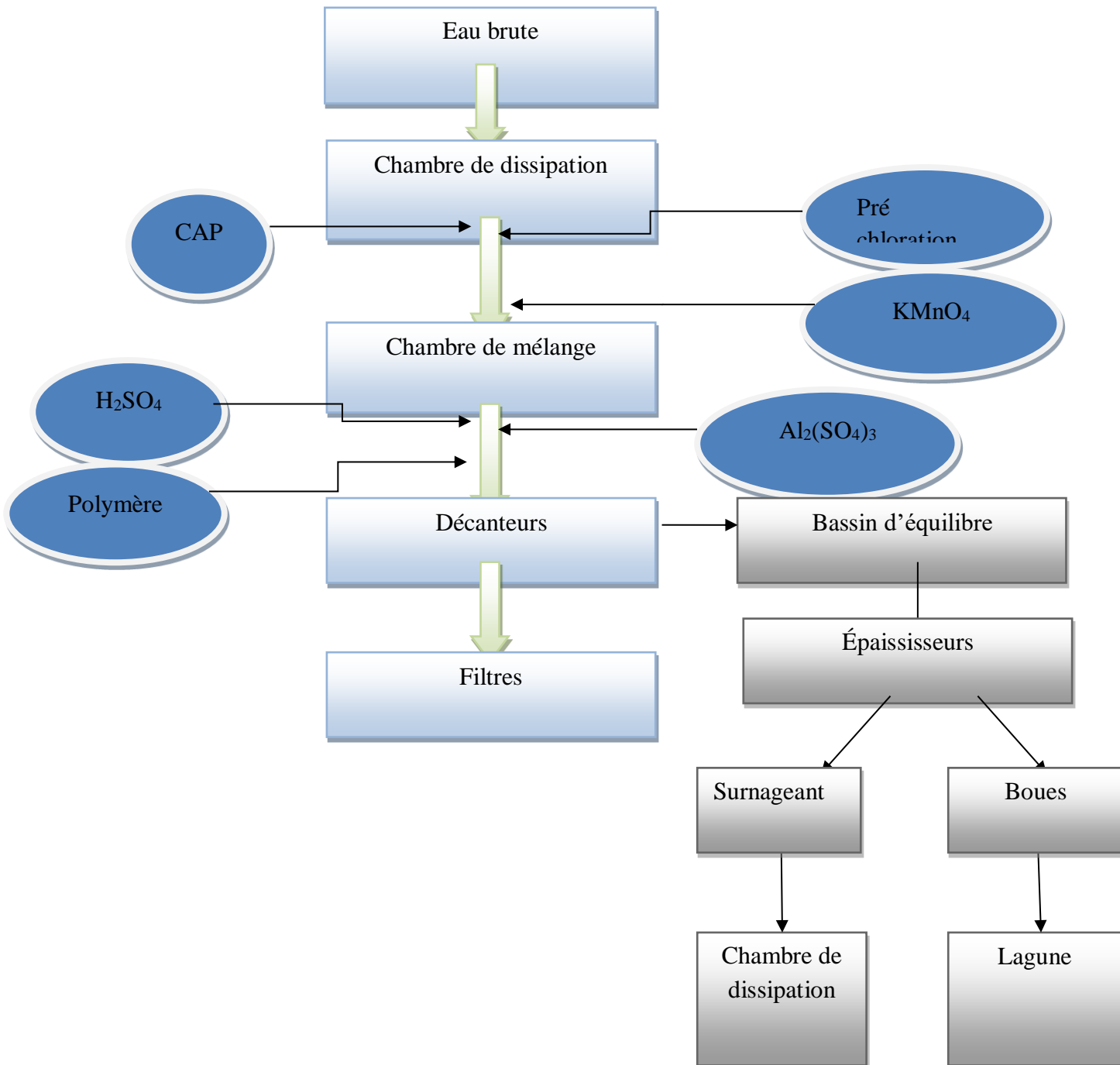


Figure 12 : Schéma du processus de traitement des eaux TAKSEBT

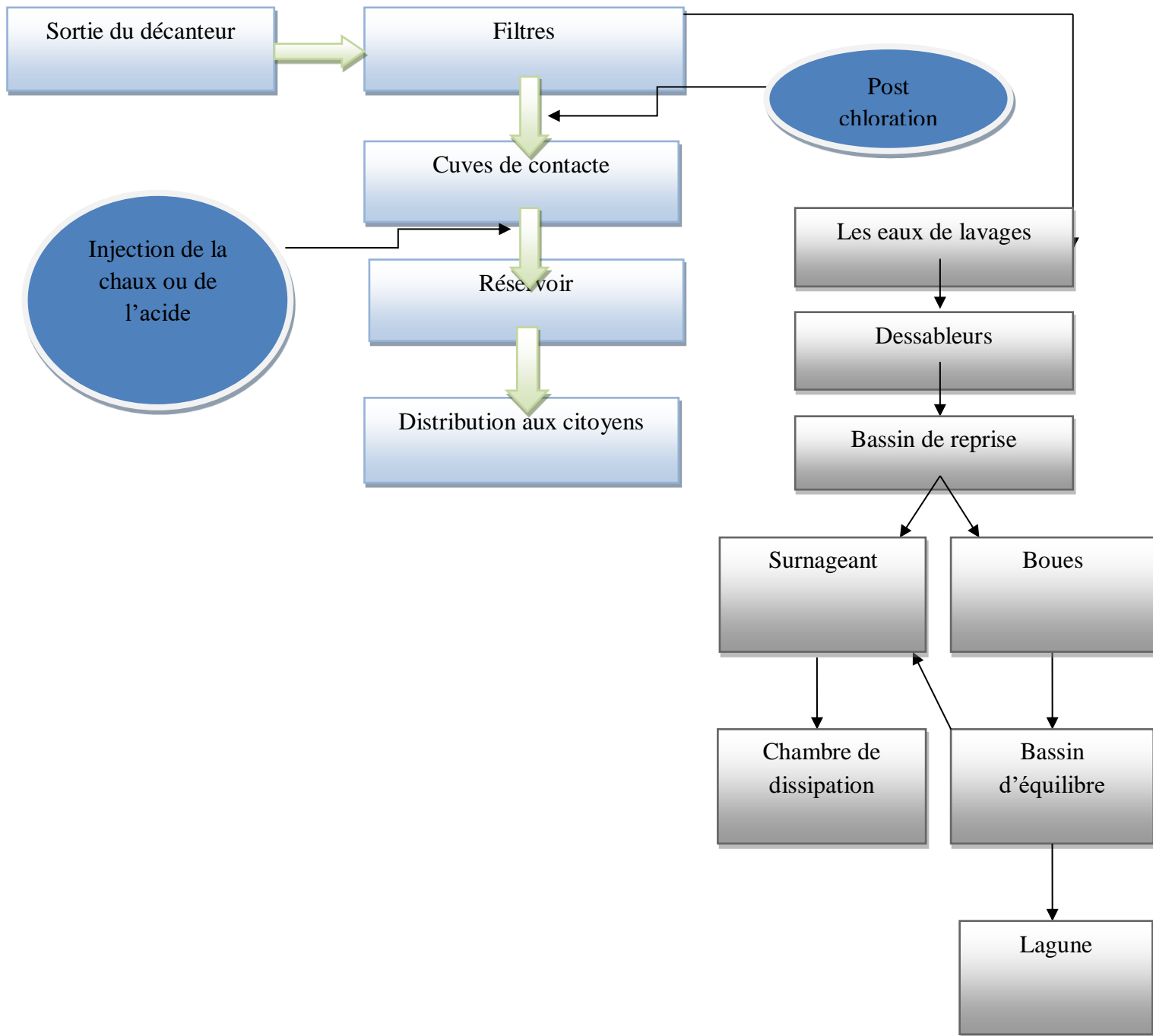


Figure 13 : suite du schéma du processus de traitement des eaux TAKSEBT

## II. Analyse de l'eau

Notre étude consiste à faire des analyses physicochimique et microbiologique de l'eau brute de TAKSEBT à différents points du barrage ainsi que l'eau traitée, Ces analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de traitement des eaux du barrage de TAKSEBT.

### II.1. Les paramètres de table

#### II.1.1 La mesure de l'oxygène dissout



Figure 14: Oxymètre

#### ❖ Matériels utilisés

- Becher
- Oxymètre

#### ❖ Mode opératoire :

- Remplir les béchers avec l'eau à analyser ;
- Immerger la sonde dans l'échantillon ;
- Lire la valeur affichée sur l'appareil, une fois atteindre la stabilité de cette dernière et la noter ensuite.

#### II.1.2 Mesure de la turbidité



Figure 15: Turbidimètre

#### ❖ Matériels utilisés

- Cuves en verre

- Turbidimètre.

#### ❖ Mode opératoire

Remplir une cuvette de 25mL avec de l'échantillon à analyser bien homogénéisé. Il est recommandé d'effectuer la mesure le plus rapide que possible après le prélèvement, en raison des caractéristiques propres aux MES, s'assurer de l'absence des bulles d'air avant la mesure, placer l'échantillon dans l'appareil en veillant à bien fermer le couvercle, cliquer sur ENTRER et noter la première valeur affichée qui est obtenue directement en NTU.

### II.1.3 Mesure de pH



**Figure 16:**PH mètre

#### ❖ Matériels utilisés

- Becher
- pH mètre
- Agitateur magnétique

#### ❖ Mode opératoire

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée ;
- Prendre environ 50 ml de l'échantillon à analyser dans un bécher ;
- Immerger l'électrode dans l'échantillon ;
- Procéder à une faible agitation ;
- Laisser stabiliser, puis faire la lecture ;
- Noter la valeur trouvée.

### II.1.4 La mesure de la conductivité et la température



Figure 17 : Conductimètre

#### ❖ Matériels utilisés

- Becher
- Conductimètre

#### ❖ Mode opératoire

- Etalonner le conductimètre ;
- Verser une quantité d'échantillon dans le bécher ;
- Plonger la sonde dans l'échantillon ;
- Attendre jusqu'à ce que la mesure se stabilise et faire la lecture, le résultat obtenu est exprimé en «  $\mu S/cm$  » et la température qui est exprimé en  $^{\circ}C$ .

## II.2. Les paramètres de pollution

### II.2.1. Paramètre effectuée à l'aide de spectrophotomètre

- La spectrophotométrie et la spectrophotométrie sont des méthodes analytiques par lesquelles le taux d'absorption d'une substance chimique, sa capacité à absorber la lumière, est déterminé ;
- Pour effectuer le test par spectrophotométrie, un appareil spécial est utilisé, un spectrophotomètre capable d'évaluer l'absorbance de la solution ;
- Le principe de la spectrophotométrie est simple l'appareil mesure l'intensité de la lumière qu'il reçoit, lorsqu'il traverse un récipient transparent qui contient la solution à étudier.



**Figure 18:** Spectrophotomètre

### II.2.1.1 UV

#### ❖ Mode opératoire

- Remplir une cuve (en quartz) de l'échantillon à analyser ;
- Bien essuyer ;
- L'introduire dans le spectrophotomètre et lire le résultat directement sur l'écran.

### II.2.1.2 Couleur

Il existe deux mesures de la couleur, la couleur vraie et la couleur apparente :

- La couleur apparente est la mesure de la couleur d'une eau qui n'a subi aucun traitement (filtration ou centrifugation).
- La couleur vraie est la mesure de la couleur d'une eau non turbide. Pour effectuer cette mesure, il est nécessaire d'effectuer une centrifugation pour enlever les matières en suspension.

#### ❖ Mode opératoire

- Remplir une cuve (en quartz) de l'échantillon à analyser ;
- Bien essuyer ;
- L'introduire dans le spectrophotomètre et lire le résultat directement sur l'écran, à 455 nm

### II.2.1.3 Chlore libre

#### ❖ Mode opératoire

Le chlore présent dans l'échantillon sous la forme d'acide hypochloreux ou d'ion hypochlorite (chlore libre ou disponible) réagit immédiatement avec l'indicateur : la DPD (N,Ndiéthyl-p-

phénylènediamine), pour produire une coloration rose proportionnelle à la concentration en chlore. La lecture est obtenue à 530 nm.

#### II.2.1.4 Ammonium

##### ❖ Matériel et réactifs

- Fioles de 50 mL
- Pissette de l'eau distillée

##### ❖ Mode opératoire

- Prélever 40 mL de chaque échantillon dans des fioles de 50 mL ;
- Pour le blanc on verse 40 mL d'eau distillé dans une fiole de 50 mL ;
- Ajouter dans l'ordre 4 mL du réactif coloré homogénéisé et 4 mL du réactif de dichloroisocyanurate de sodium et homogénéiser ;
- On laisse agir pour 60 min attendre le développement de la couleur ;
- Commencer les mesures d'abord par le blanc puis les échantillons, remplir la cuve et bien essuyer, sélectionner le programme pour l'ammonium dans le spectrophotomètre DR 6000.

#### II.2.1.5 Dosage des nitrates

##### ❖ Matériel et réactifs

- Cuve carré
- Incubateur
- Pipettes 10 ml et 1 ml
- Pissette d'eau distillée
- Capsules

##### ❖ Mode opératoire

- Prélever 10 ml d'échantillons de chaque solution ;
- Ajouter quelques gouttes d'hydroxyde de sodium et 1 ml de salicylate de sodium ;
- Placer dans un incubateur de 75 à 80°C jusqu'à séchage complet ;
- Retirer après refroidissement ;
- Ajouter 2 ml d'acide sulfurique, 15ml d'eau distillée, 15 ml de solution tartrate double de sodium et de potassium ;
- Sélectionner le programme pour nitrates et démarrer la lecture sur spectrophotomètre.

### II.2.1.6 Dosage des Nitrites

#### ❖ Matériels utilisés

- Pipettes graduées
- Fioles
- Eprouvettes graduées

#### ❖ Réactif

Le réactif coloré le (N-1-Naphtyl éthylène diamine dichloride)

#### ❖ Mode opératoire

- Prélèvement 40 ml des échantillons à analyser dans des fioles de 50 mL
- Ajouter à chaque échantillon 1 ml du réactif coloré ;
- Ajuster avec l'eau distillée jusqu' au trait de jauge ;
- Homogénéiser immédiatement et laisser reposer 20 min;
- La détermination de la teneur en  $\text{NO}_2^-$ ;
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée) appuyé sur « zéro »;
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser, appuyer sur mesurer ;
- La concentration est affichée sur l'écran en mg/L

### II.2.1.7 Dosage de Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

#### ❖ Matériels utilisés

- Cellule de 25ml
- Pipette 10 ml

#### ❖ Réactifs

- Ferrover :réactif pour l'analyse du Fer sachet en poudre 0,02-3,00 mg/L

#### ❖ Mode opératoire

- Prélever 10 ml pour chaque échantillon dans des cuvettes de 25 ml ;
- Ajouter le réactif Ferrover ;
- Le blanc c'est l'échantillon lui-même sans réactif ;

- Effectuer les mesures sur spectrophotomètre.

### II.2.1.8 Dosage des ortho-phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

#### ❖ Matériels utilisés

- Pipettes graduées
- Fioles
- Eprouvette graduée

#### ❖ Réactif

- Solution d'acide ascorbique à 100 ml (10 g d'acide ascorbique dans 100 ml d'eau distillée)
- Solution de heptamolybdate et d'ammonium (13g heptamolybdate dans 100 ml plus de 0,35 g de tartrate de potassium et d'antimoine hémi hydraté dans 100 ml, ajouter 300 ml d'acide sulfurique 4,5 mol /L)

#### ❖ Mode opératoire

- Verser 40 ml d'échantillon à analyser et le blanc (l'eau distillée) dans les fioles de 50 ml ;
- Ajouter 1 ml de l'acide ascorbique à chaque fiole;
- Ajouter 2ml de la solution heptamolybdate d'ammonium;
- Ajuster avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et agiter;
- Laisser un temps de contact de 30 min;
- Appuyer sur programme enregistré sélectionné de programme  $\text{PO}_4^{3-}$ ;
- Effectuer la mesure sur spectrophotomètre DR6000 en commençant par le blanc puis les autres échantillons;
- La teneur s'affiche en mg/L

### II.2.1.9 Aluminium ( $\text{AL}^{3+}$ )

#### ❖ Matériels utilisés

- Pipettes graduées

#### ❖ Réactifs

- Code bar
- Réactifs A (Ammonium acétate, méthanol, sodium acétate)

- Réactifs B (acide ascorbique, sodium thiosulfate)
- Acide nitrique  $\text{HNO}_3$  69% (prendre 1 volume d'eau distillée et ajouter lentement en agitant 2 volumes d'acide nitrique concentré)
- Tubes spéciaux pour l'aluminium (contenants des produits à l'intérieur)

#### ❖ Mode opératoire

- Avant dosage, une acidification des échantillons en ajoutant une goutte d'acide nitrique pour échantillon pour le pH soit compris entre 2,5 et 3,5;
- Dans les tubes spéciaux (LCK 301) on additione à chaque des tubes 2 mL de réactifs A puis une pincée de réactifs B en dernier en ajoute 3 mL de chaque échantillon boucher;
- Agiter soigneusement ;
- Temps de contact est de 25 min ;
- Faire la lecture en faisant passer les codes-barres dans le spectrophotomètre commençant toujours par « le zéro » ;
- La teneur en aluminium sera affichée sur l'écran en mg /L

### II.2.1.10 Chlorure

Le dosage des chlorures est réalisé par titrage au nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ), en utilisant du dichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) comme indicateur.

Les ions chlorures réagissent avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent ( $\text{AgCl}$ ), insoluble qui précipite.

Ce précipité réagit avec l'indicateur  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  pour former du chromate d'argent, brun rouge ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ). L'apparition de la coloration brun-rouge (virage) marque la fin du titrage.

#### ❖ Réactifs

- Solution de nitrate d'argent 0,02 mol/L
- Chromate de potassium (indicateur)
- Solution de référence de chlorure de sodium 0,02 mol/L
- Solution d'acide nitrique 0,1 mol/L
- Solution d'hydroxyde de sodium 0,1 mol/L
- Carbonate de calcium ou mono-hydrogencarbonate de sodium en poudre

#### ❖ Mode opératoire

Selon la norme NF ISO 9297 :

Introduire, au moyen d'une fiole, 100 ml de l'échantillon ( $V_a$ ), dans un bécher conique, placé sur un fond blanc.

- Si la teneur en chlorures est élevée (plus de 200 mg/L), l'opérateur doit réaliser, au préalable, une dilution.
- Si le pH de l'échantillon n'est pas compris entre 5 et 9,5, il faut l'ajuster en utilisant soit l'acide nitrique, soit l'hydroxyde de sodium, soit la solution de carbonate de calcium ou bien d'hydrogénocarbonate de sodium, et noter le volume du réactif requis. S'il y a des ions ammonium dans l'échantillon, à des concentrations supérieures à 10 mg/L, il faut ajuster le pH entre 6,5 et 7 et noter le volume de réactif requis.
- Ajouter 1 mL d'indicateur de chromate de potassium et titrer la solution par addition, goutte à goutte, de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun-rougeâtre. Noter le volume  $V_s$  de nitrate d'argent versé.
- Titrer une solution à blanc, en utilisant 100 mL d'eau distillée à la place de l'échantillon. Noter le volume de nitrate d'argent versé  $V_b$ .

### II.2.1.11 Résidus secs :

#### ❖ Matériels utilisés

- Capsule ;
- Etuve (105°C)
- Balance et le dessiccateur

#### ❖ Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée ;
- Prélever 50 mL d'eau à analyser dans un bicher et déverser la dans la capsule ;
- Porter cette dernière à l'étuve à 105°C pendant 4 heures ;
- Laisser refroidir dans le dessiccateur pendant 15 minutes ;
- Peser la capsule.

#### ❖ Expression des résultats

La formule utilisée dans nos calculs est la suivante

$$RS \text{ (mg /l)} = x = \frac{P_p - P_v}{V} \times 10^6$$

**V** : volume de l'échantillon versé (mL)

$P_p$  : poids plein

$P_v$  : poids vide

### II.2.1.12 Matière organique

#### ❖ Matériels utilisés

- Pipettes graduées
- Plaque chauffante
- Erlenmeyer
- Eprouvettes graduées

#### ❖ Réactifs

- Acide sulfurique  $H_2SO_4$
- Oxalate de sodium  $NaC_2O_4$
- Permanganate de potassium  $KMnO_4$

#### ❖ Mode opératoire

- Prendre 100 mL d'eau à analyser et 100 mL de l'eau distillée
- Ajouter 20 mL d'acide sulfurique
- Mélanger bien les échantillons et porter à ébullition pendant 10 min
- Ajouter 20 mL de permanganate de potassium
- Ajouter 20 mL d'oxalate de sodium et attendre jusqu'à ce que la solution se décolore
- Titré avec (d'abord le blanc; l'eau distillée) jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle

#### ❖ Expression des résultats

$$/ OM/ = \frac{(V_t - V_b)}{V_r} \times 16$$

$V_r$  : volume de  $KMnO_4$  nécessaires pour la coloration

$V_b$  : volume du blanc

$V_t$  : volume titré

16 : constante (mg /L) d' $O_2$

### II.3. Mesure de la minéralisation globale

#### II.3.1 Dosage de l'alcalimétrie (TA) et du titre alcalimétrique (TAC)

#### ❖ Matériels utilisés

- Pipettes graduées
- Erlenmeyer
- Eprouvettes graduées
- Burette

❖ **Réactifs**

- Indicateur coloré phénolphtaléine
- Rouge de méthyle
- Acide sulfurique
- Eau distillée

❖ **Mode opératoire**

### II.3.1.1 Détermination de TA

- Prélever dans un erlenmeyer, 100 ml d'eau à analyser ajouter 2 gouttes de solution de phénolphtaléine. Une coloration rose doit alors se développer dans le cas contraire le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3 verser ensuite l'acide dans l'erlenmeyer à l'aide d'une burette en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution (pH 8,3) soit le **V<sub>a</sub>** le nombre de ml d'acide utilisée pour obtenir le virage.

### II.3.1.2 Détermination de TAC

- Utiliser l'échantillon traité précédemment ou les prélèvements s'il n'y pas de coloration
- Ajouter 2 gouttes de solution rouge de méthyle
- Titrer avec acide sulfurique, jusqu'au changement de couleur Assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé au rose orangé, soit **V<sub>b</sub>** le volume en (ml) d'acide versé depuis le début du dosage ;

❖ **Expression du résultat :**

**TAC = V<sub>e</sub> ( méq /l) : V<sub>e</sub> est le volume à l'équilibre**

**TAC = V<sub>e</sub> \* 4 °F**

## II .3.2 Détermination de la dureté totale TH

❖ **Matériels utilisés**

- Burette, pipettes, erlenmeyers.

❖ **Réactifs et Mode opératoire**

- Prélever 50 ml de l'échantillon dans une fiole conique de 250 ml
- Ajouter 2 ml de la solution tampon pH10 puis 3 gouttes de l'indicateur coloré Net
- Mélanger bien l'échantillon pour obtention d'une couleur violet
- Titrer immédiatement à l'aide de la solution EDTA en versant tout en agitant constamment et lentement jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu (point du virage)
- Le virage est atteint lorsque la couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution EDTA.

❖ **Exploitation des résultats**

$$TH \text{ (még /l)} = V_e * 0,4$$

### II.3.3 Détermination de calcium $Ca^{2+}$

❖ **Matériels utilisés :**

- Burette, Pipettes, erlenmeyer

❖ **Principe :**

- Titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra acétique à un Ph compris entre 12 et 13

Le HSN qui forme un complexe rouge avec le calcium est utilisé comme indicateur. Le magnésium est précipité sous forme d'hydroxydes et n'interfère pas lors du dosage

Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec des ions calcium libre puis avec des ions calcium combinées avec indicateur qui vire lors des couleurs rouges à la couler bleu.

❖ **Réactifs utilisés :**

- Hydroxyde de sodium, solution 2 mol /l (dissoudre 8g d'hydroxyde de sodium dans 100 ml de l'eau distillée)
- EDTA solution titrer c ( $Na_2$  EDTA) 10 mmol( sécher une portion d'EDTA a 80°C pendant 2 heures dans une fiole dissoudre 3,725g du sel sec dans l'eau et diluer a 1000 ml )
- HSN indicateur (Indicateur murixide)

❖ **Mode opératoire :**

- Préparer dans une fiole de 250 ml, 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium et environ 0,2 g de l'indicateur HSN
- Dosé immédiatement la solution d'EDTA tout en continuant d'agiter et versé lentement

- Arrêter le titrage lorsque la couleur devient notamment bleue.

### II.3.4 Détermination de la dureté manganésienne ( $Mg^{2+}$ ) :

La détermination du magnésium est donnée par la formule suivante

$$Mg^{2+} = ((V_2 - V_1) * C_{(EDTA)} * F * M_{(Mg^{2+})} / V_0 * 1000 = (mg/l)$$

$V_2$ : volume total d'EDTA

$V_1$ : volume en ml de la solution d'EDTA utilisée pour le dosage

$C_{(EDTA)}$ : concentration molaire d'EDTA

$M_{(Mg^{2+})}$ : masse molaire de magnésium

$V_0$ : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour le dosage)

$F$ : Facteur de concentration de titre d'EDTA

### III. Méthode d'analyse microbiologique :

#### ❖ Matériels :

- Alcool ou gel désinfectant
- Bec benzène
- Boîtes de pétrés
- Rompe de filtration
- Pompe à vide
- Pince
- Incubateur
- Filtre de porosité 0,45  $\mu m$

#### ❖ Mode opératoire :

- Stériliser les mains, la pince et la rampe de filtration en les faisant passer à travers les flammes du bec benzène
- Fixer le dispositif avec la pince
- Verser les échantillons à analyser (l'eau brute et l'eau de source)
- Actionner la pompe à vider pour absorber l'eau à travers la membrane à l'aide d'une pince stérile et la transférer immédiatement sur la surface d'une plaque de gélose préalablement préparé

- Incuber les boîtes de pétries de 45mm couvercles en bac incubé à 36°C pendant 24h pour les coliformes totaux et incubé à 44 °C pendant 24h afin d'avoir les coliformes.

*Chapitre VI :*  
*Résultats et*  
*discussion*

Dans cette étude, une caractérisation physicochimique et bactériologique a été réalisée sur des prélèvements d'eau brute (eau de berge, eau de surface et eau de profondeur). Ces prélèvements ont été considérés à des points différents (surface, berge et profondeur) du barrage de TAKSEBT. Par ailleurs, une caractérisation physicochimique et bactériologique a été examinée sur l'eau du barrage de TAKSEBT destinée à la consommation (traitée). Ces analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire de la station de TAKSEBT. Par la suite, une étude comparative a été effectuée sur la qualité physicochimique et bactériologique de l'eau brute et l'eau traitée du barrage de TAKSEBT.

## **I. Paramètres physico-chimiques**

L'évaluation de la qualité de l'eau du barrage de TAKSEBT a été réalisée sur les différents échantillons à travers les paramètres physico-chimique suivants : La couleur, la turbidité, l'oxygène dissous ( $O_2$ ), le potentiel d'hydrogène (PH), la température (T), conductivité électrique (CE), UV, Chlorures, titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet (TA et TAC), titre hydrométrique ou la dureté (TH), dureté calcique ( $Ca^{2+}$ ), dureté magnésienne ( $Mg^{2+}$ ), chlore libre (Cl), les nitrates ( $NO_3^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ), ammonium ( $NH_4^+$ ), les ortho phosphates ( $PO_4^{3-}$ ), aluminium ( $Al^{3+}$ ), fer (Fe), matière organique (MO) et le résidu sec (RS). Les résultats des paramètres physico-chimiques sont regroupés dans le tableau 1 suivant.

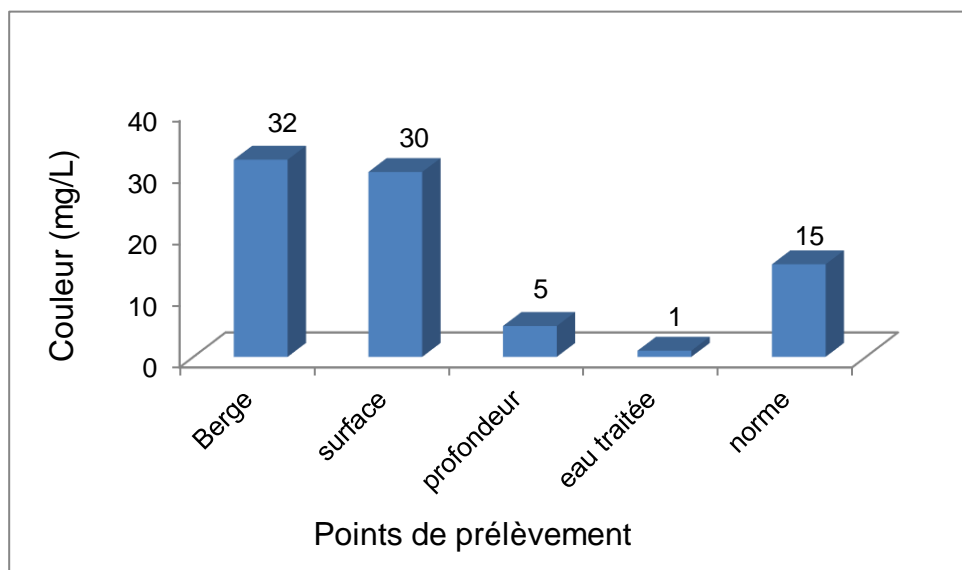
**Tableau 1** : Résultats des analyses physico-chimiques effectués au laboratoire de la station TAKSEBT, Tizi-Ouzou (Juillet 2022)

Paramètres	Eau brute			Eau traitée	Normes
	Surface	Berge	Profondeur (10m)		
<b>Couleur (mg/L)</b>	30	32	05	01	15
<b>Turbidité (NTU)</b>	2,71	15,5	0,58	0,19	5
<b>O<sub>2</sub>Dissous (mg/L)</b>	7,93	7,80	7,18	8,16	5
<b>pH</b>	8,5	8,46	8,10	7,55	$\geq 6,5 \leq 9,5$
<b>T (°C)</b>	22,2	21,7	24,3	21,35	25
<b>Conductivité (µS/Cm)</b>	436	438	493	531	2800
<b>UV (nm)</b>	0,064	0,06	0,059	0,045	-
<b>Chlorures (mg/L)</b>	38,71	39,70	32,75	25,52	250
<b>TA (mg/L)</b>	0	0	0	0	500
<b>TAC (mg/L)</b>	73	69	99	170	500
<b>TH (mg/L)</b>	90	92	118	190	200
<b>TH<sub>Ca<sup>2+</sup></sub> (mg/L)</b>	18,4	24	28,8	32	200
<b>TH<sub>Mg<sup>2+</sup></sub> (mg/L)</b>	10,69	7,77	11,17	21,38	150
<b>Cl (mg/L)</b>	0	0	0	0,92	5
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/L)</b>	14,8	19,8	7,15	1,41	50
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (mg/L)</b>	0,096	0,094	0,064	0	0,2
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/L)</b>	0,02	0,01	0,04	0	0,5
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/L)</b>	0	0	0,05	0	5
<b>Al<sup>3+</sup> (mg/L)</b>	0,085	0,064	0,033	0,08	0,2
<b>Fe<sup>2+</sup> (mg/L)</b>	0,48	0,47	0,06	0	0,3
<b>MO (mg/L)</b>	00	02	00	1,04	5
<b>RS (mg/L)</b>	00	220	296	0	1500

### I.1 Couleur

Le résultat de l'analyse des échantillons considérés montré que la couleur de l'eau brute varie entre 05 et 32 mg/L. Cette élévation de la couleur pour l'eau de berge et l'eau de surface par rapport à la norme, 15 mg/L, est due probablement à la présence des substances dissoutes et des matières suspension. Cependant, la couleur de l'eau en profondeur paraît claire, la valeur 5 mg/L est inférieure à la norme fixée en Algérie.

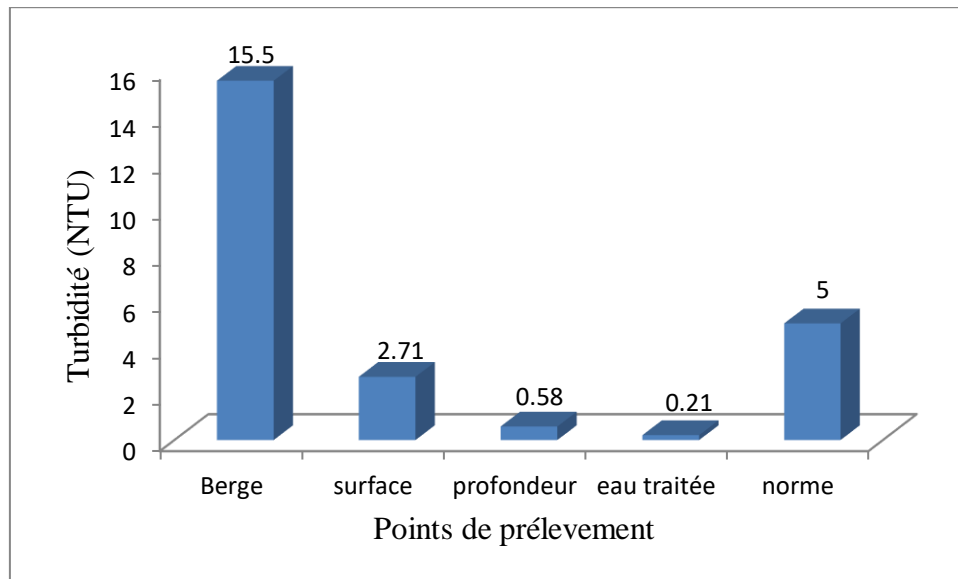
L'eau du barrage de TAKSEBT traitée est incolore et limpide. La valeur de la couleur est de 1 mg/L, bien en dessous de la norme fixée en Algérie.



**Figure 18 :** Variation de la couleur pour les différents points d'eau brute et traitée

### I.2 Turbidité

L'analyse de ce paramètre pour des prélèvements d'eau brute du barrage TAKSEBT a montré une valeur de 15,5 ; 2,71 et 0,58 pour l'eau de berge, l'eau de surface et l'eau en profondeur, respectivement.



**Figure 19:** Variation de la turbidité pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

L'eau de surface et de profondeur du barrage TAKSEBT est une eau très claire qui répond à la norme fixée par l'Algérie (5 mg/L). En effet, l'efficacité du traitement de l'eau brut du barrage de TAKSEBT (élimination des matières en suspension) à savoir coagulation, floculation, décantation et filtration au sein de la station SEAAL est observée. Une turbidité de 0,21 NUT est obtenue pour une eau traitée comparé à la valeur trouvée pour l'eau de la Berge (15,5>>> 5NTU) ; l'eau de cette dernière est très turbide.

### I.3 Oxygène dissous

L'analyse de l'oxygène dissous (Figure 16) a montré, pour l'ensemble des prélèvements étudiés, une valeur comprise entre 7,17 et 8,16 mg/L, néanmoins cette valeur est au-dessus de la norme Algérienne (5 mg/L). En effet, la présence d'oxygène dans l'eau brut du barrage de TAKSEBT peut présenter des êtres vivants aérobies aquatiques, car en dessous d'un certain seuil de concentration en oxygène, c'est l'asphyxie des poissons (7 mg/L pour les Salmonidés et 3 mg/L pour les carpes) (23).

Une augmentation de l'oxygène dissous par rapport à la norme est observée pour l'eau traitée. Cette élévation est due à la réduction de la matière organique au cours du traitement.

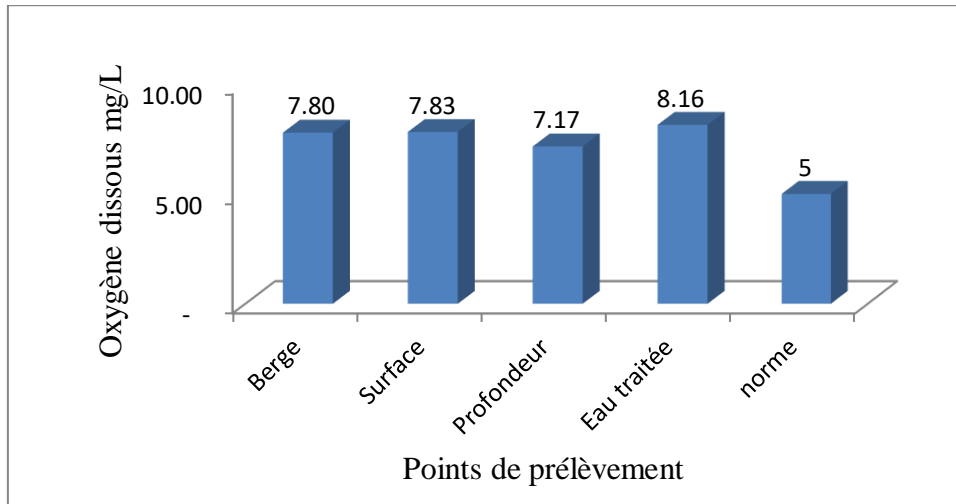


Figure 20 : Teneur l’oxygène dissous pour les différents points d’eau brute et traitée

#### I.4 Potentiel d’hydrogène

Les histogrammes de la figure 21 ont montré pour les eaux brutes et traitée, un PH qui avoisine la neutralité. La valeur de ce pH répond à la norme fixée par l’Algérie et l’Europe

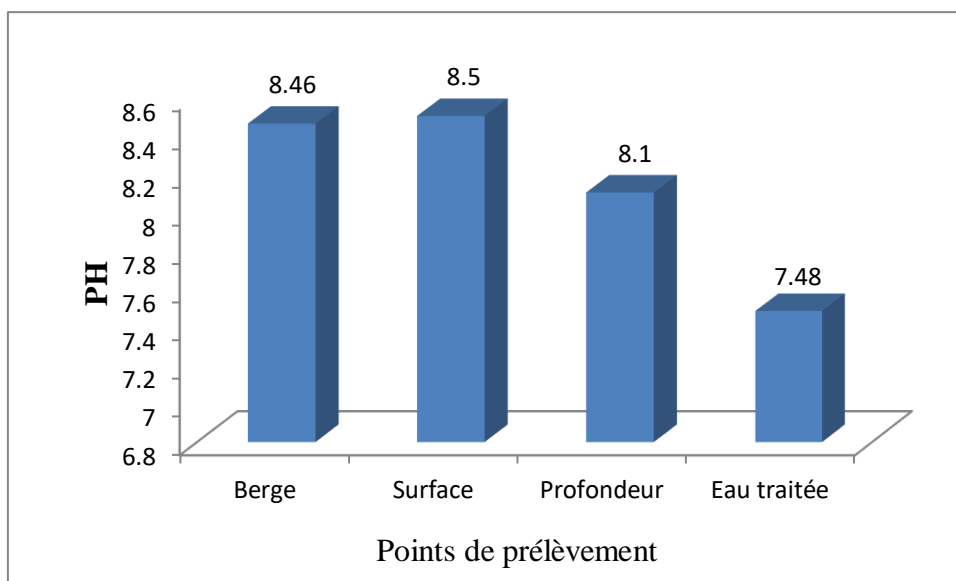


Figure21 : Variation du pH pour les points de prélèvement d’eau brute et traitée

#### I.5 Température

Les histogrammes de la figure 22 ont enregistré pour les différents échantillons du barrage de TAKSEBT, une température satisfaisante (au-dessous de la norme). L’eau de la berge,

l'eau de surface et l'eau traitée sont considérées comme une eau d'excellente qualité selon les normes de potabilité fixée par l'OMS 1994(Annexe 1).

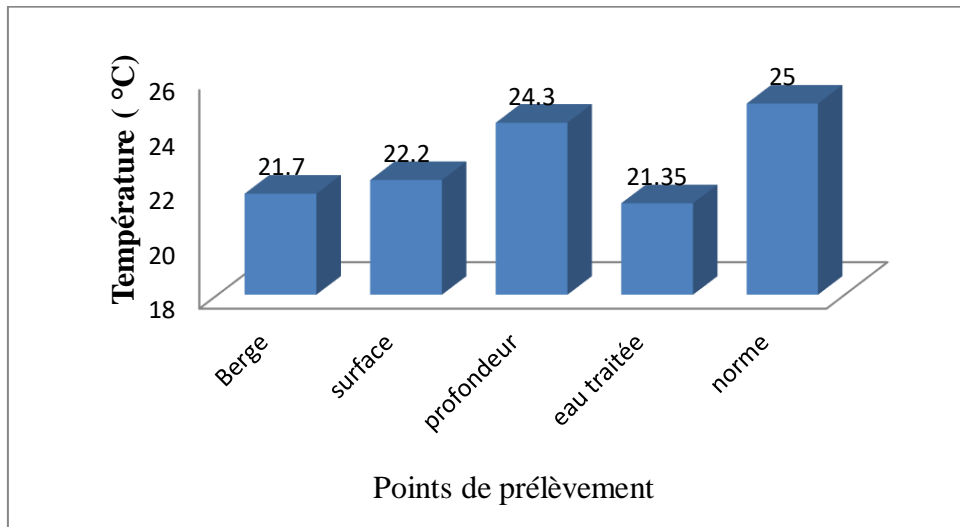
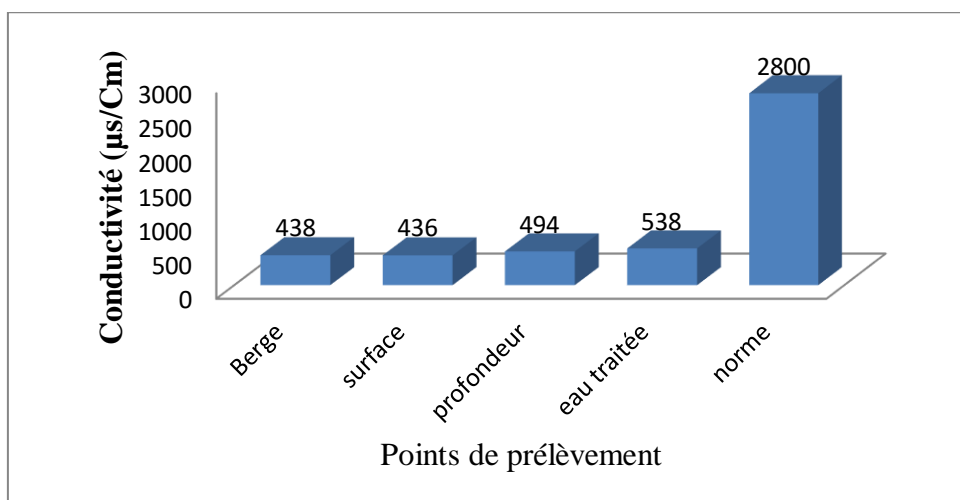


Figure 22 : Variation de la température pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

### I.6 Conductivité électrique

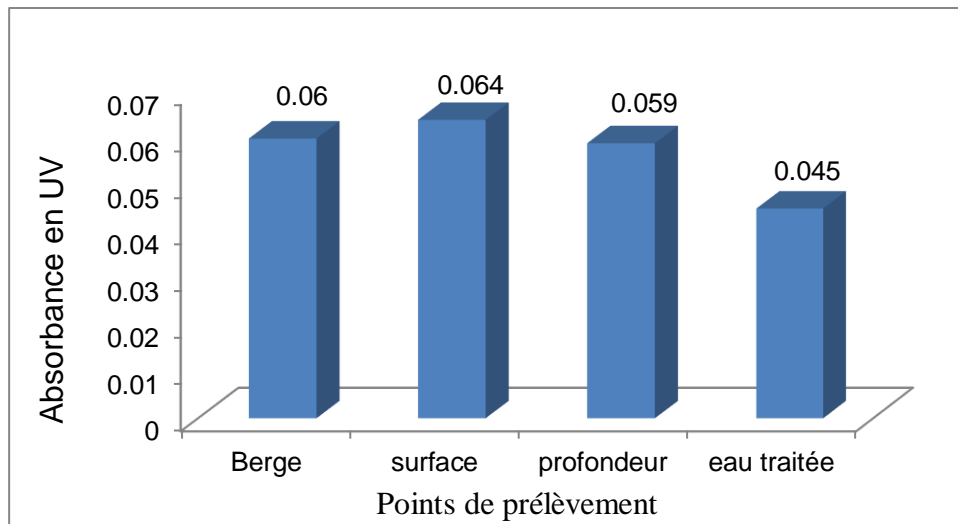
L'analyse de la conductivité électrique a enregistré pour les différents échantillons d'eau de barrage de TAKSEBT une valeur faible en comparaison avec la norme Algérienne, 2800 $\mu$ s/cm. A l'issue de ce résultat, l'eau du barrage TAKSEBT est faiblement minéralisée d'après Rodier 1996 (4).



**Figure 23 :** Variation de la conductivité pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée.

### I.7 Absorbance en UV

L'Algérie ne fixe aucune norme pour ce paramètre quelle que soit la valeur de l'absorbance à 254 nm.



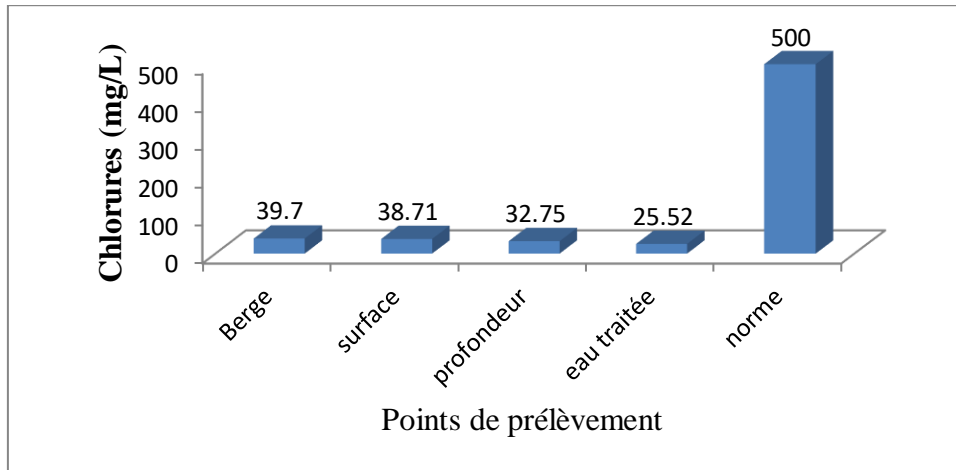
**Figure 24 :** Variation de l'absorbance en UV pour le différent prélèvement d'eau brute et traitée

Les histogrammes de la figure 15 ont montré qu'il n'existe pas une différence significative pour les différents échantillons étudiés, lors de l'analyse par l'UV à une longueur d'onde de 254 nm.

Pour les différents prélèvements d'eau brute considérés, une absorbance comprise entre 0,059 et 0,064 est obtenue. Cependant, une absorbance de 0,045 est observée pour l'eau traitée du barrage de TAKSEBT. Cette diminution de la valeur de l'absorbance pour l'eau traitée peut s'expliquer par l'élimination des matières absorbantes pendant le traitement.

### I.8 Chlorures

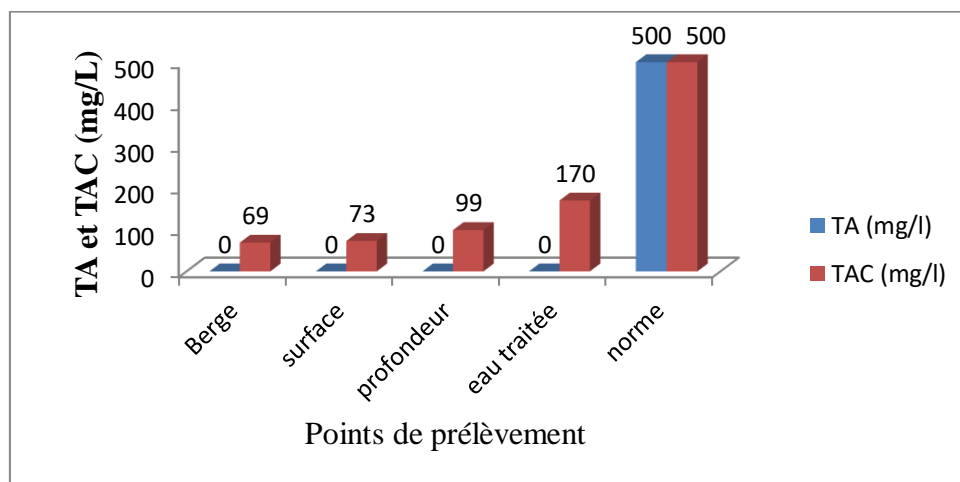
Selon les normes algériennes pour l'eau potable, la teneur en chlorure doit être inférieure à 250 mg/l. Sur la base des résultats de l'analyse d'eau du barrage, la teneur en chlorure de l'eau brute est d'environ 32,75 à 39,70 mg/L, et l'eau traitée est de 25,52 mg/L. Par conséquent, au regard de ce paramètre, la qualité de l'eau TAKSEBT est très bonne.



**Figure 25 :** Teneur des Chlorures pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.9 Titre alcalimétrique et Titre alcalimétrique complet

La valeur du titre alcalimétrique pour les eaux brutes et traitée est nulle et celle du TAC est largement au-dessous de la norme fixée à 500mg/L. Le TAC est représenté par les bicarbonates et les carbonates qui sont liés aux ions Calcium et Magnésium formant ainsi des sels dans l'eau.



**Figure 26 :** Teneur du Titre Alcalimétrique et du Titre Alcalimétrique complet pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.10 Dureté totale ou Titre hydrotimétrique

Pour l'eau brute du barrage TAKSEBT les valeurs de la dureté varient entre 90 et 118 mg/L en dessous de la norme fixée à 200mg/L mais c'est des eaux très douces et pour l'eau traitée (190 mg/L) la valeur trouvée répond à la norme cela veut dire que c'est une eau moyennement dure (ne dépasse pas 30°F) chargées en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .

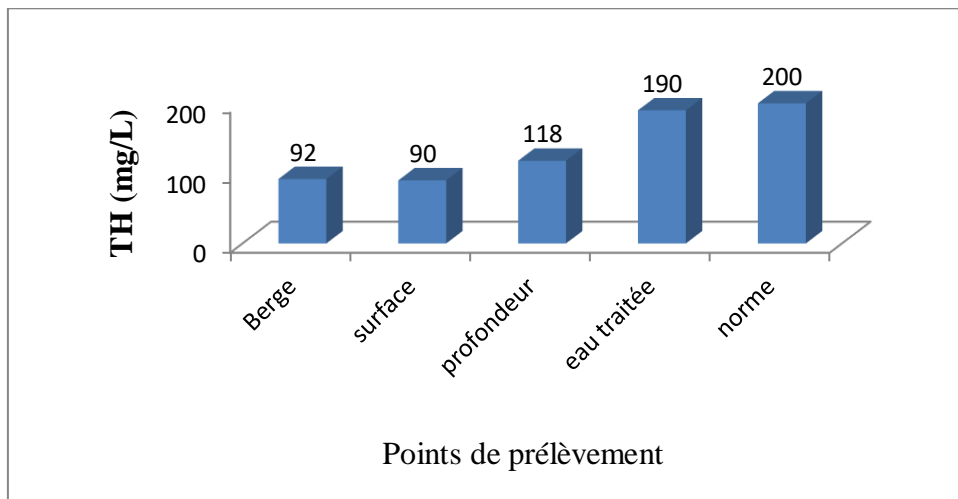
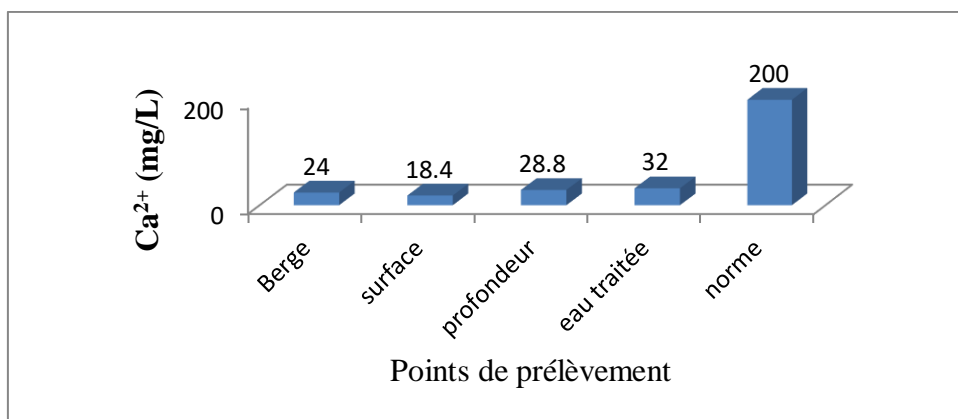


Figure 27 : Teneur de la Dureté Total pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.11 Calcium

Les résultats concernant les eaux étudiés sont satisfaisants, au-dessous de la norme fixée à 200mg/L.

Le Calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilités, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations (24).

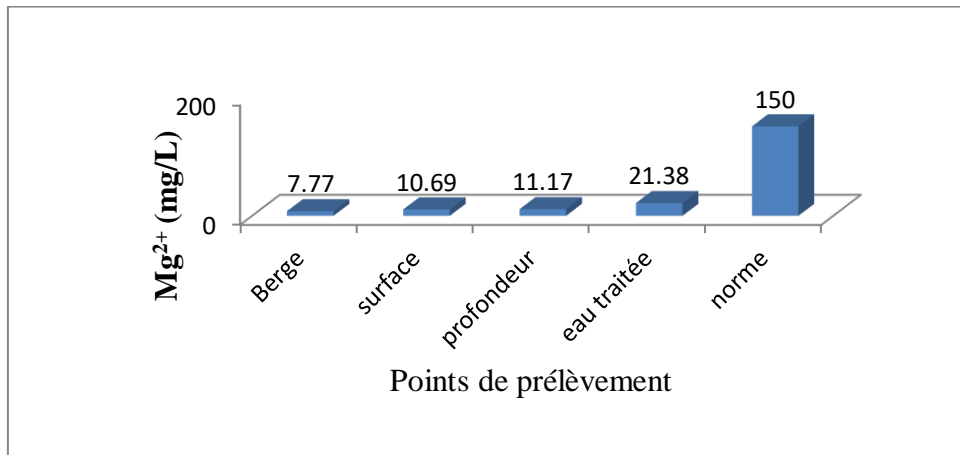


**Figure 28 :** Teneur en Calcium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.12 Magnésium

La teneur en Magnésium est au-dessous de la norme Algérienne fixée à 150mg/L, ces valeurs varient entre 7,77 et 11,17 mg/L pour l'eau brute et 21,38 mg/L pour l'eau traitée.

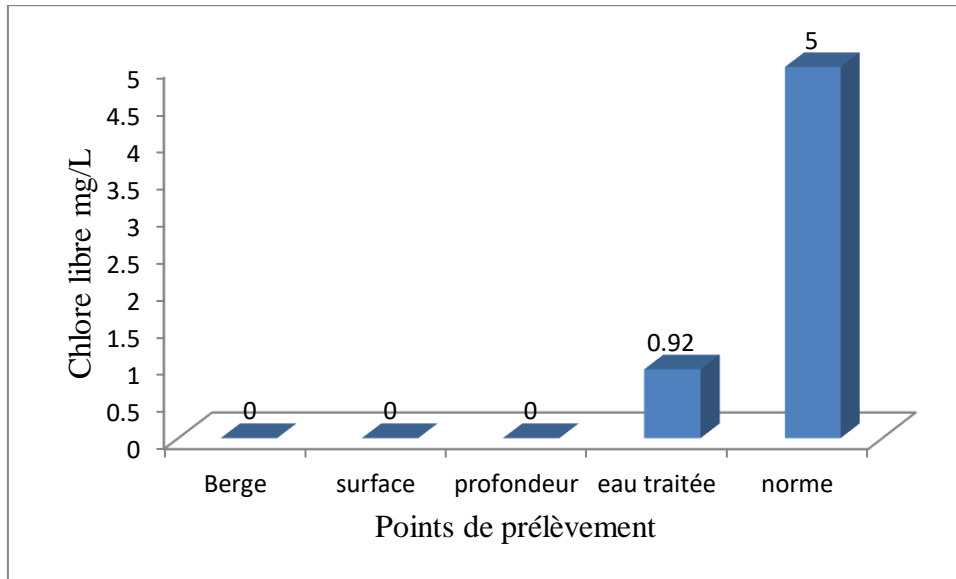
Le magnésium est présent dans les roches cristallines et les roches sédimentaires. Il est très soluble et donc largement représenté dans la plupart des eaux.



**Figure 29 :** Teneur en Magnésium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.13 Chlore

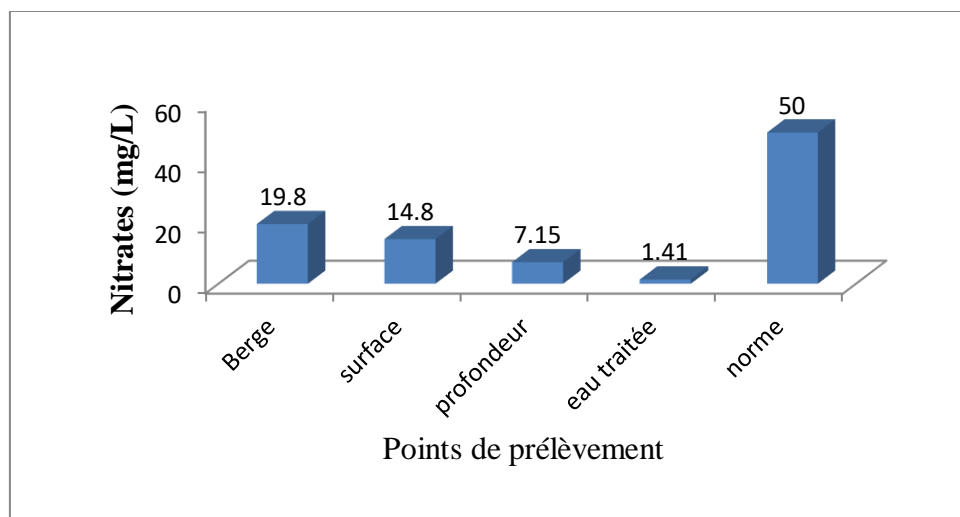
La figure 18 donne la concentration en chlore pour les différents échantillons considérés. Une absence du chlore est enregistrée pour les différents prélèvements de l'eau du barrage de TAKSEBT. Une concentration en chlore de 0,92 est obtenue pour l'eau traitée par désinfection de la charge polluante de l'eau brute (23), néanmoins cette concentration reste inférieure à 5 mg/L, concentration fixée par la norme Algérienne.



**Figure 30 :** Concentration en Chlore pour les prélèvements d'eau brute et traitée

#### I.14 Nitrates

Les teneurs en nitrates enregistrées dans les eaux de surfaces du barrage TAKSEBT sont inférieures à la teneur suggérée par les normes Algérienne (50 mg/L). Ce résultat a montré que l'eau de barrage de TAKSEBT n'est pas soumise à la pollution par les nitrates.



**Figure 31 :** Teneur en nitrates pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

#### I.15 Nitrites

La concentration en nitrites dans l'eau du barrage TAKSEBT varie entre 0 et 0,096 mg/L, pour les différents prélèvements considérés. À l'issue de ce résultat, la teneur en nitrite ne

dépasse pas la norme Algérienne (0,2 mg/L). En effet, il est important de signaler que les eaux en contact avec certains terrains peuvent contenir des nitrites.

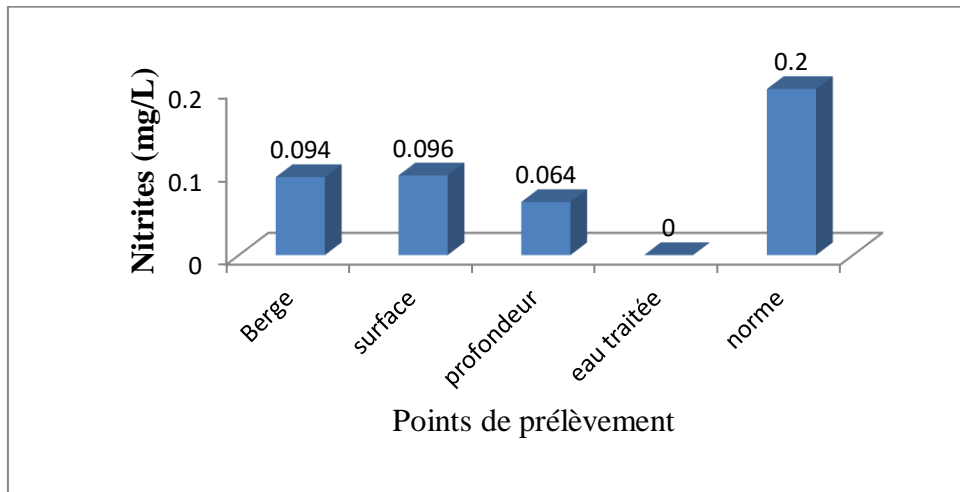


Figure 32 : Teneur nitrites pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.16 Ammonium

Les différents échantillons d'eau de barrage de TAKSEBT analysés ont montré une concentration en ammonium négligeable devant la norme Algérienne (0,5 mg/L). L'absence de l'ammonium est peut-être due à l'eau du Barrage de TAKSEBT qui n'est pas polluée.

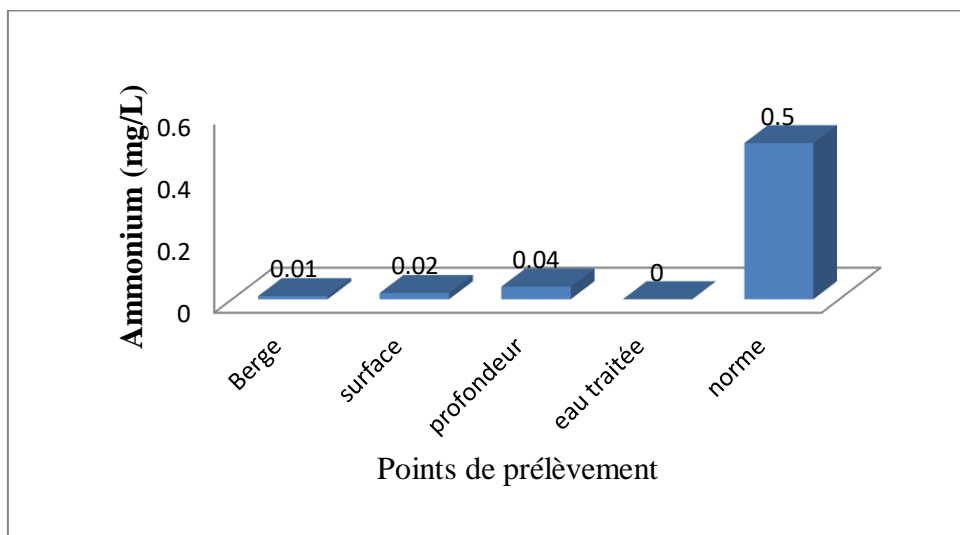


Figure 33: Teneur en ammonium pour les points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.17 Ortho phosphates

Les Ortho-phosphates résultent de la dégradation des bactéries du phosphate organique, les concentrations en  $\text{PO}_4^{3-}$  enregistré au niveau du barrage sont comprise entre 0 à 0,05 mg/l, nettement inférieure à la limite soit 5mg/l selon la norme Algérienne (2011) par conséquent ce paramètre ne constitue pas un risque de pollution pour les eaux du barrage TAKSEBT.

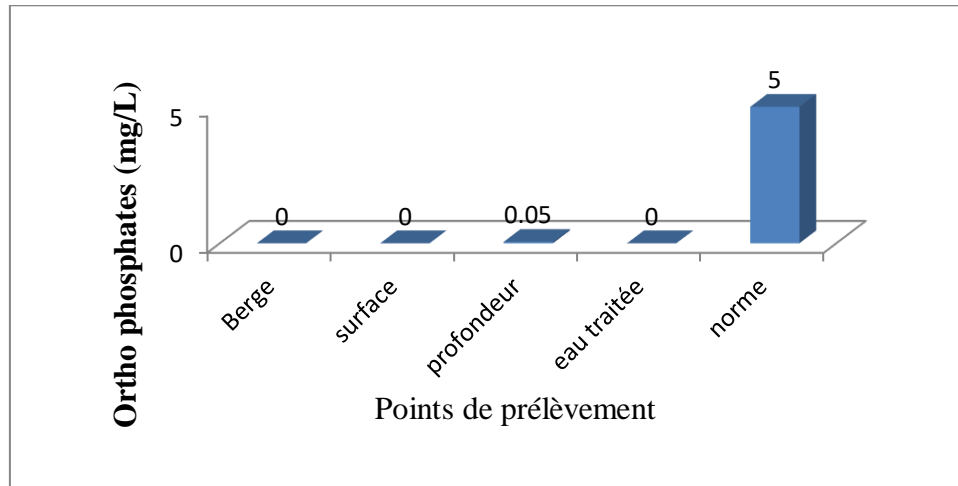
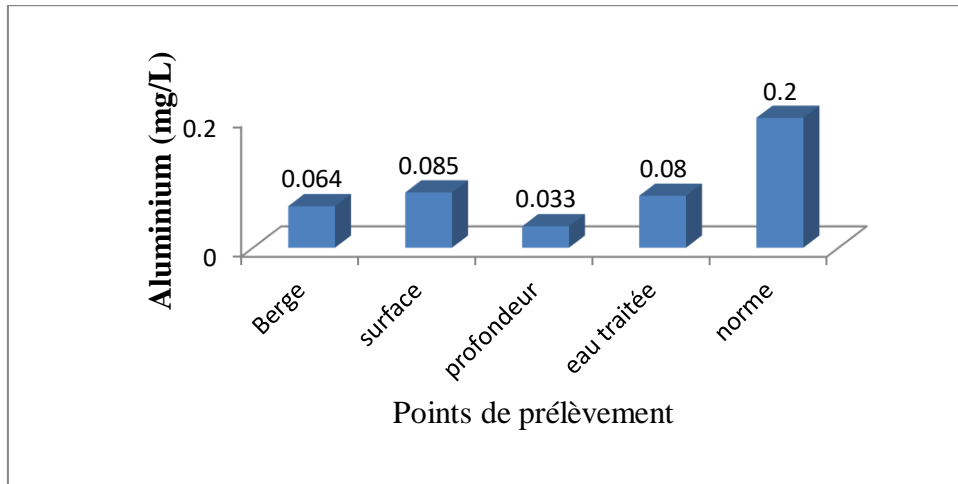


Figure34 : Teneur des Ortho-phosphates pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.18 Aluminium

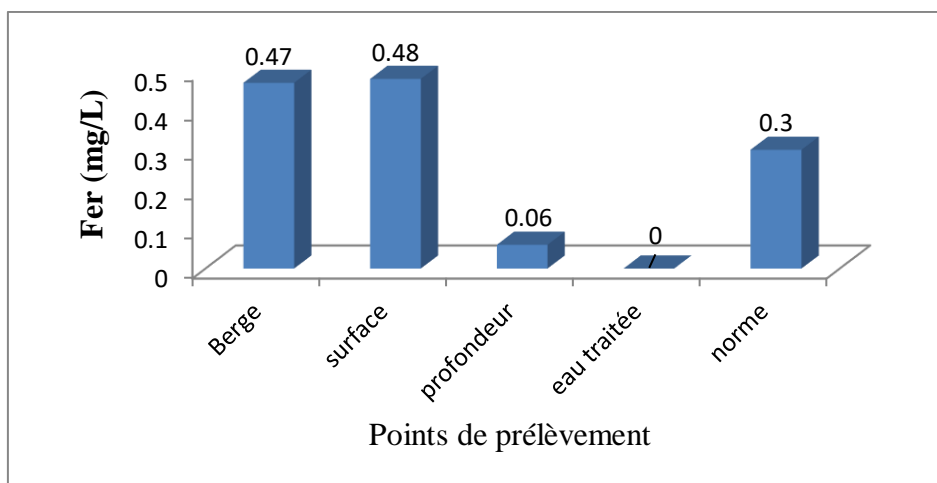
L'aluminium fait partie des éléments indésirables dans l'eau, pour nos résultats qui sont en dessous de la norme Algérienne, on peut dire que ces eaux présentent une bonne qualité concernant ce paramètre. Concernant l'eau traitée, la présence d'une faible quantité (0,08 mg/L) est due à l'injection des quantités massives de sulfate d'alumine utilisé comme coagulant dans le processus de traitement de l'eau du barrage.



**Figure 35 :** Teneur en Aluminium pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.19 Fer

Dans une eau bien aérée, le fer ferreux est oxydé en fer ferrique et précipite sous forme d'hydroxyde  $Fe(OH)_3$  d'ailleurs, la teneur en fer de l'eau traitée est de 0 mg/L, ce qui peut s'expliquer par une oxydation lors de la clarification.



**Figure 36 :** Teneur en Fer pour les différents prélèvements d'eau brute et traitée

### I.20 Matière organique

Une eau riche en matières organiques doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique puisqu'elle favorise l'apparition du mauvais goût. Ce qui n'est pas le cas de l'eau du barrage TAKSEBT vu les résultats obtenus qui sont au-dessous de la norme Algérienne fixée à 5mg/L.

La diminution de la teneur en matières organiques pour l'eau traitée est due à l'efficacité du traitement (clarification).

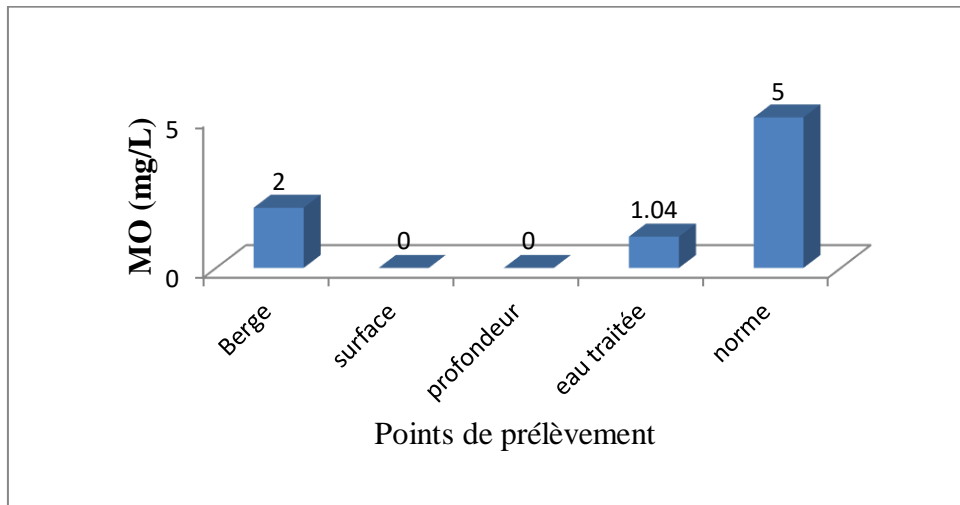


Figure 37 : Teneur en Matières Organiques pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

### I.21 Résidus sec

Le taux des résidus sec à 105°C donne des valeurs qui varient de 0 à 296 mg/L pour l'eau brute à différents points de prélèvement et de 0 mg/L pour l'eau traitée qui sont toutes au-dessous de la norme fixée à 1500 mg/L. Encore une fois pour ce paramètre on constate l'efficacité du traitement des eaux du barrage TAKSEBT.

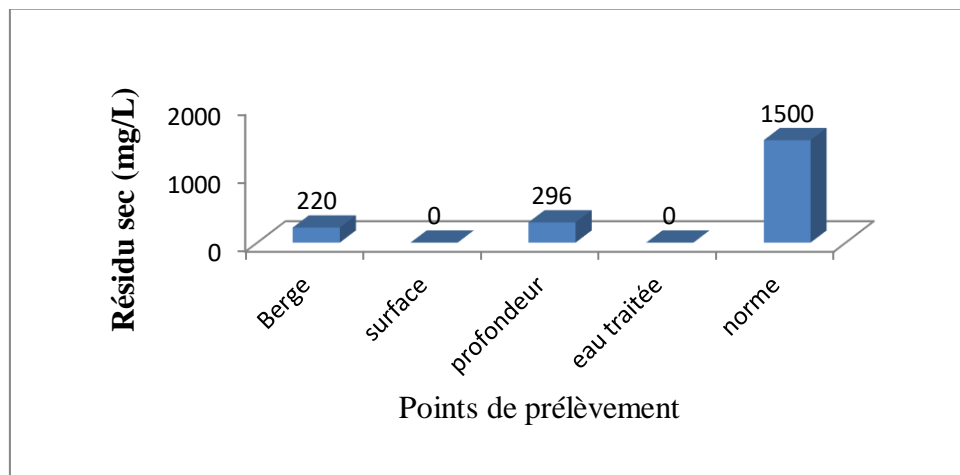


Figure 38 : Teneur des résidus sec pour les quatre points de prélèvement d'eau brute et traitée

## II. Paramètres Bactériologiques

Le résultat de l'analyse bactériologique de l'eau traitée du barrage est dans la norme fixée, ce qui résulte d'une bonne filtration effectuée au sein de la station de traitement d'eau potable SEAAL. Contrairement aux valeurs de l'eau brute du barrage de TAKSEBT, qui sont largement au-dessus de la norme. Les résultats sont résumés dans le tableau

**Tableau 02** : Résultats des analyses bactériologiques effectués au laboratoire de la station TAKSEBT, Tizi-Ouzou

Paramètres	Eau brute			Eau traitée	Les normes
	Surface	Berge	Profondeur (10m)		
<b>Coliformes totaux</b>	68	86	09	0,07	≤ 10 UFC / 100 ml
<b>E- Coli</b>	01	04	01	00	0 UFC / 100 ml
<b>Streptocoques</b>	8	11	00	00	0 UFC / 100 ml

### 1. Coliformes Totaux

La présence de coliformes est indicatrice de contamination récente. Les coliformes totaux sont omniprésents dans la nature et sont associés à la matière organique en décomposition, ce qui explique leur présence dans l'eau brute (surface, berge et profondeur) ; concernant l'eau traitée, on distingue une minime valeur de 0,07 UFC/ 100 mL bien au-dessous de la norme fixée en Algérie.

### 2. E-Coli

Étant donné que la norme est fixée à 0 UFC/100 mL, la présence de cette bactérie dans l'eau brute (surface, berge et profondeur) indique une contamination, notamment dans l'eau de berge (04 UFC/100 ml). Pour l'eau traitée, la valeur de 0 UFC /100mL confirme l'efficacité de la désinfection effectuée au sein de la station de traitement de TAKSEBT.

### 3. Streptocoques

La présence de streptocoques dans les eaux de surface et de berge non traitées est un signe de contamination bactérienne, par conséquent cette eau nécessite un traitement bactériologique.

Cependant, une valeur de 0 UFC/100mL est observé pour l'eau en profondeur et l'eau traitée. Ce résultat est en accord avec la valeur fixée par la norme algérienne.

### **III. Étude comparative entre les différents points de prélèvement d'eau**

Dans notre étude, l'analyse a révélé les propriétés physico-chimiques de l'eau brute à différents points de prélèvement (berge, surface et profondeur) ainsi que de l'eau traitée.

Pour le paramètre couleur, la valeur de l'échantillon d'eau de berge et de surface est de 30 mg/L et 32mg/L, respectivement. Cette valeur est réduite à la norme fixée, ainsi l'efficacité du traitement par la SEAAL est montrée. En ce qui concerne l'eau brute en profondeur (10 mètres) sa valeur est proche de celle de l'eau traitée. Par conséquent, l'eau en profondeur de barrage de TAKSEBT ne nécessite aucun traitement.

La turbidité pour l'eau de surface et l'eau de profondeur est de 2,17 et 0,58NTU, respectivement. Ces valeurs sont dans les normes, elles ne nécessitent donc, aucun traitement contrairement à l'échantillon de l'eau de berge 15,5 NTU.

La valeur de la turbidité de l'eau brute en profondeur se rapproche de la valeur de l'eau traitée, 0,19 NTU, ce qui veut dire que même sans traitement, l'eau du barrage TAKSEBT est propre vis-à-vis de ce paramètre.

La valeur de l'oxygène dissous des échantillons d'eau brute est proche de celle de l'eau traitée qui répond à la norme fixée. D'autre part, la valeur du pH pour les différents points d'échantillonnage ainsi que l'eau traitée est proche de la norme.

Les valeurs de conductivité, UV, Chlorures, TA pour les quatre échantillons sont toutes dans les normes.

La valeur du TAC, TH, TH<sub>Ca2+</sub> et TH<sub>Mg2+</sub> obtenue, pour les quatre points de prélèvement est dans les normes.

Pour les paramètres Cl<sup>-</sup> ; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ; NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ; Al<sup>3+</sup> ; Fe<sup>2+</sup> ; MO ; RS, les valeurs enregistrées pour les échantillons sont dans la norme et que la valeur pour l'eau en profondeur est proche de celle d'eau traitée.

En ce qui concerne les analyses bactériologiques, les eaux brutes (berge, surface et profondeur de 10m) sont contaminées et nécessitent un traitement bactérien. Les coliformes fécaux, coliformes totaux, streptocoques fécaux sont aux normes pour l'eau traitée.

À l'issue de ces résultats, l'eau en profondeur du barrage de TAKSEBT est une eau saine du point de vue physico-chimique et légèrement contaminée du point de vue bactériologique. Par

conséquent, une chloration est nécessaire pour la potabilisation de l'eau en profondeur du barrage de TAKSEBT.

# *CONCLUSION*

## Conclusion générale

- ✓ Au cours de notre étude nous nous sommes focalisés sur le contrôle de la qualité de l'eau brute à différentes prises et de l'eau traitée de la station TAKSEBT, Tizi-Ouzou tout en suivant les étapes de la chaîne de traitement.
- ✓ L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation est journalière par tout dans le monde, ce qui implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique que physico-chimique et bactériologique.
- ✓ L'eau est une ressource importante qui doit être valorisée et conservée afin de maintenir la qualité de l'eau potable d'une part et la santé publique d'autre part.
- ✓ Le contrôle de l'eau mise en distribution doit être très rigoureux, cette source de vie joue un rôle primordial dans l'économie mondiale.
- ✓ Il serait essentiel que la station de traitement TAKSEBT, Tizi-Ouzou :
  - Ajoute d'autres paramètres tels que les métaux lourds, les pesticides...
  - Pour prévenir le problème qui peut subsister suite à l'utilisation du chlore ; certes efficace en tant que désinfectant, néanmoins, il présente l'inconvénient de réagir avec la matière organique des eaux de surface en induisant la formation des sous produits de chloration. Les risques toxiques à long terme doivent être pris en considération ; Ceci incite à conclure qu'il y a bien de remplacer la pré chloration par la pré ozonation.
- ✓ Par ailleurs, il serait intéressant de faire des études similaires avec une périodicité annuelle afin de suivre l'évolution des paramètres pour vérifier l'état future de la qualité de l'eau de TAKSEBT. Mais aussi, de compléter cette étude par la détermination des concentrations de certains éléments que nous n'avons pas pu faire (métaux lourds, pesticide, composés phénoliques, THM...).

*Références  
bibliographiques*

## Références Bibliographiques

---

- 1) (Thèse doctorat de Berrahal Yagoubia université Djillali Liabes de SBA ; intitulé Évaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des THM et du plomb dans le réseau d'eau potable, le 11/07/2019)
- 2) (Revue des sciences de l'eau : suivie de la qualité bactériologique des eaux de surface ' rivière Nahr Ibrahim, Liban' ; présenté par Hamid Bou Saab, Nadine Nassif, Antione G.El Samrani, Rosette Daoud, Samir Medawer et Naim Ouamini, volume 20, numéro 4 ; 2007)
- 3) (L'eau dans la nature / les cycles de l'eau/Agence de l'eau seine Normandie / évolution de la qualité des eaux de 2009 à 2015). ( <https://www.eau-seine-normandie.fr> ).
- 4) Rodier, J. (1996) L'Analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. 8ème Edition, DUNOD, Paris, 1383 p.
- 5) (Propriétés de l'eau ; Philippe Beaulieu ; médecin responsable du département qualité-santé du Centre D'information sur L'eau ,2008);
- 6) CHIMIE DES EAUX ; cours Première année Génie des Procédés, de l'Énergie et l'Environnement GPEE établie par Dr. Rachid SALGHI, Professeur à l'École Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir, Avril 2017).
- 7) (Pourquoi «l'eau brute» n'est peut-être pas aussi pure que vous le pensez- Les risques de l'eau brute «entièrement naturelle» ; LuminUltra, 4 OCTOBRE 2018
- 8) (Bernard Legube ; Production d'eau potable, filière et procédé de traitement 2015 Dunod ;)

## Références Bibliographiques

---

- 9) (Rodier Jean (ed.), Roche Marcel (ed.). (1984). World catalogue of maximum observed floods = Répertoire mondial des crues maximales observées. Wallingford)
- 10) (Organisation mondiale de la santé Genève 1986/ Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. (FAWELL (J.K.); HICKMAM (J.R.); LUND (U.); MINTZ (B.); PIKE (E.B.); et al.)(Création de la notice 2001-01-18 Dernière mise à jour 2001-01-18)
- 11) (SUEZ ; Memento Degrement : Résidus sec)
- 12) (Analyse de l'eau; 9eme ed Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet et coll Dunod Paris 2009) 1579 p.
- 13) (Mémoire de master fin d'étude "Étude de la qualité de l'eau du barrage Taksebt Tizi Ouzou" présenté par Amrani Cilia département Biologie UMMTO, 2016-2017).
- 14) (Levallois, P. (2006). Eau potable et santé publique : défis actuels et futurs. Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, 19(2), 127–135. <https://doi.org/10.7202/013046ar>).
- 15) Chimie de l'environnement, Air, Eaux, Sols et Déchets de Claus Bliefert et Robert Perraud. De Boeck et Larcier 2001, 3ème tirage 2004)
- 16) (Conseils sur l'utilisation des entérocoques comme bactéries indicatrices dans les sources d'approvisionnement en eau potable canadiennes - Document de conseils pour consultation publique, Novembre 2018)
- 17) (L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine en France).

## Références Bibliographiques

---

- 18) Jain S, Singh VP (eds) (2003) Water Resources Systems Planning and Management. Developments in Water Science.
- 19) (la résilience territoriale comme facteur d'émergence d'une destination touristique durable. cas du barrage TAKSEBT présenté par Amina Smadi et Bélaid Abrika; novembre 2018)
- 20) (mémoire de fin d'étude département de biologie intitulé : le traitement des eaux de surface du barrage taksebt, tizi ouzou présenté par : TAZIBT Sonia et OUAZAR Assia ; 2010).
- 21) (Société des Eaux et de l'assainissement d'Alger École nationale Polytechnique d'Alger rapport sur le traitement de l'eau du barrage Taksebt réalisé par Boutora Rosa et Rebbah Mouhamed Said Spécialité Hydraulique Mai 2015).
- 22) PATRICIA BLANC Directrice de l'Agence de l'eau Seine Normandie établissement public de l'état, République Française Ministère de la transition écologique et solidaire ; évolution de la qualité des eaux de 2009 à 2015 mis à jour Décembre 2016).
- 23) Les paramètres physiques et chimiques des eaux, indicateurs des pollutions publié le 1<sup>er</sup> Janvier 2015 ; association : « 3rue Beauregard 25000, Besançon ».
- 24) Gaujous.D 1985 : la pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire 2<sup>ème</sup> ed, revue et augmenté ; 220p date de parution 02-1995.
- 25) WCD (World Commission on Dams). (2000). Dams and development: A new framework for decisionmaking, Earthscan Publications, London, 356.

## Références Bibliographiques

---

- 26) Lecornu J (1998) Les barrages et la gestion des eaux. Paper presented at the International Conference Water and Sustainable Development, Paris.

# *Annexes*

*Références  
bibliographiques*

Figure 1 : Normes internationale de potabilité de l'eau

Paramètres généraux	Norme de l'OMS	Normes de l'UE
Matières en suspension	Pas de lignes directrices	Non mentionées
DCO	Pas de lignes directrices	Non mentionée
DBO	Pas de lignes directrices	Non mentionée
Pouvoir oxydant		5,0 mg/L O <sub>2</sub>
Graisse/huiles	Pas de lignes directrices	Non mentionées
Turbidité	Pas de lignes directrices <sup>(1)</sup>	Non mentionée
pH	Pas de lignes directrices <sup>(2)</sup>	Non mentionée
Conductivité	250 microS/cm	250 microS/cm
Couleur	Pas de lignes directrices <sup>(3)</sup>	Non mentionée
oxygene dissous	Pas de lignes directrices <sup>(4)</sup>	Non mentionée
Dureté	Pas de lignes directrices <sup>(5)</sup>	Non mentionée
Conductivité électrique	Pas de lignes directrices	Non mentionée

Cations (ions positifs)	Norme de l'OMS	Normes de l'UE
Aluminium (Al)	0,2 mg/L	0,2 mg/L
Ammoniac (NH <sub>4</sub> )	Pas de lignes directrices	0,50 mg/L
Antimoine (Sb)	0,005 mg/L	0,005 mg/L
Arsenic (As)	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Baryum (Ba)	0,3 mg/L	Non mentionée
Beryllium (Be)	Pas de lignes directrices	Non mentionée
Bore (B)	0,3 mg/L	0,001 mg/L
Brome (Br)	Pas de lignes directrices	0,01 mg/L
Cadmium (Cd)	0,003 mg/L	0,005 mg/L
Chrome (Cr)	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Cuivre (Cu)	2 mg/L	2,0 mg/L
Fer (Fe)	Pas de lignes directrices <sup>(6)</sup>	0,2mg/L
Plomb (Pb)	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Manganèse (Mn)	0,5 mg/L	0,05 mg/L
Mercure (Hg)	0,001 mg/L	0,001 mg/L
Molybdène (Mo)	0,07 mg/L	Non mentionée
Nickel (Ni)	0,02 mg/L	0,02 mg/L
Azote (total N)	50 mg/L	Non mentionée
Sélénium (Se)	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Argent (Ag)	Pas de lignes directrices	Non mentionée
Sodium (Na)	200 mg/L	200 mg/L
Etain (Sn) inorganique	Pas de lignes directrices	Non mentionée
Uranium (U)	1,4 mg/L	Non mentionée
Zinc (Zn)	3 mg/L	Non mentionée

Anions (ions négatifs)	Norme de l'OMS	Normes de l'UE
Chlore (Cl)	250 mg/L	250 mg/L
Cyanure (CN)	0,07 mg/L	0,05 mg/L
Fluor (F)	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Sulfate (SO <sub>4</sub> )	500 mg/L	250 mg/L
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	(Voir azote)	50 mg/L
Nitrite (NO <sub>2</sub> )	(voir azote)	0,50 mg/L

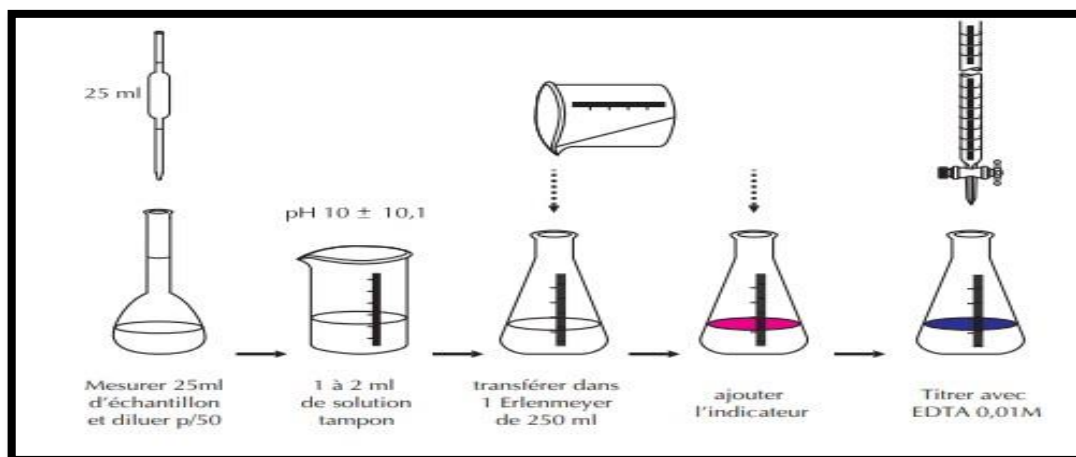
Paramètres microbiologiques	Norme de l'OMS	Normes de l'UE
<i>Escherichia coli</i>	Non mentionée	0 in 250 mL
Enterococci	Non mentionée	0 in 250 mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Non mentionée	0 in 250 mL
<i>Clostridium perfringens</i>	Non mentionée	0 in 100 mL
bactérie coliforme	Non mentionée	0 in 100 mL
Nombre de colonie à 22oC	Non mentionée	100/mL
Nombre de colonie à 37oC	Non mentionée	20/mL

Autres paramètres	Norme de l'OMS	Normes de l'UE
Acrylamide	Non mentionée	0,0001 mg/L
Benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Non mentionée	0,001 mg/L
Benzo(a)pyrène	Non mentionée	0,00001 mg/L
dioxyde de chlore (ClO <sub>2</sub> )	0,4 mg/L	
1,2-dichloroéthane	Non mentionée	0,003 mg/L
Epichlorhydrine	Non mentionée	0,0001 mg/L
Pesticides	Non mentionée	0,0001 mg/L
Pesticides - Totaux	Non mentionée	0,0005 mg/L
PAHs	Non mentionée	0,0001 mg/L
Tetrachloroéthène	Non mentionée	0,01 mg/L
Trichloroéthène	Non mentionée	0,01 mg/L
Trihalométhanes	Non mentionée	0,1 mg/L
Tritium (H <sub>3</sub> )	Non mentionée	100 Bq/L
Chlorure de vinyle	Non mentionée	0,0005 mg/L

- (1) Désirée: Moins de 5 NTU  
(2) Désirée: 6,5-8,5  
(3) Désirée: 15 mg/L Pt-Co  
(4) Désirée: Moins de 75% de la concentration de saturation  
(5) Désirée: 150-500 mg/L  
(6) Désirée: 0,3 mg/L

Figure 2 : Schéma représentatif du dosage de la dureté





1- L'étuve



2- Rampe de filtration avec pompe à vider



3- La Hotte



4- Dessiccateur

## Résumer

Dans cette étude, les analyses physico-chimiques (couleur, Turbidité, oxygène dissous, pH, Température, conductivité, UV, Cl<sup>-</sup>, dureté totale, titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet, TH<sub>Ca<sup>2+</sup></sub>, TH<sub>Mg<sup>2+</sup></sub>, chlorures, nitrites, nitrates, phosphates, l'aluminium, fer, chlore résiduel, matière organique, résidu sec) et microbiologiques (Coliformes totaux et Streptocoques fécaux) ont été effectuées au niveau du laboratoire Physico-chimique et bactériologique de la station de traitement des eaux de TAKSEBT cela pour évaluer la qualité des eaux de barrage considéré (Berge, surface et profondeur) afin d'effectuer une étude comparative entre ces eaux et l'eau traitée du barrage

**Mots clés :** Paramètres chimiques et microbiologiques, qualité des eaux, Barrage, Eau traitée, berge, surface, profondeur .

## APSTRACT

In this study, the physico-chemical parameters (color, turbidity, dissolved oxygen, pH, temperature, conductivity, UV, Cl<sup>-</sup>, total hardness, alkalimetric title and complete alkalimetric title, TH<sub>Ca<sup>2+</sup></sub>, TH<sub>Mg<sup>2+</sup></sub>, chlorides, nitrites, nitrates, phosphates, aluminum, iron, residual chlorine, organic matter, and microbiological (total coliforms and faecal Streptococci) were done at the Physico-chemical and bacteriological laboratory of the water treatment plant of TAKSEBT to evaluate the quality of the considered dam water (bank, surface and depth) in order to do a comparative study between these waters and the treated water of the dam.

**Key words:** Chemical and microbiological parameters, water quality, dam, treated water, bank, surface, depth.