

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Eau et Environnement

Thème

Etude comparative de la qualité physico-chimique et de la qualité bactériologique de l'eau potable obtenue par deux procédés de traitement des eaux de surface : le cas de la station de TAKSEBT et la station d'IMSOUHAL

Présenté par :

- KERNOUG Souhila
- SLAMANI Fatima

Devant le jury compose de:

▪ Mr BERRADJ O.	MCA	Président	UMMTO
▪ Mr METAHRI M.S.	MCA	Promoteur	UMMTO
▪ Mme BERROUANE N.	MAB	Co-promotrice	UMMTO
▪ Mlle BELMIHOUB N.	Doctorante	Examinatrice	UMMTO

PROMOTION 2021/2022

Remerciements

Notre gratitude et reconnaissance nous la consacrons à notre promotrice Mme BEROUANE N pour ses précieux conseils, ses orientations et ses compétences qui ont été mises à notre disposition, qu'elle en soit remercié.

Qu'il nous soit permis aussi de remercier intensément :

-Mr BERADJ O d'avoir accepté de présider le jury de la soutenance.

-Mlle BELMIHOUB N d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous nous devons de remercier bien comme il le faut tous les enseignants qui ont contribué à notre formation et à l'enrichissement de notre enseignement

Nous destinons nos remerciements les plus vifs à Madame CHIKI Akila pour la gentillesse et le respect qu'elle nous a témoigné pendant toute la durée de notre stage ainsi que Monsieur HADDADI Nourdine pour leurs documentations et leurs conseils, nos remerciements s'adressent aussi au personnel du laboratoire d'analyses de SEAAL pour l'aide et la disponibilité qu'ils affichaient à notre égard.

Enfin que tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près puissent trouver ici le témoignage de notre profonde reconnaissance.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, pour leur amour, confiance et le soutien qu'ils m'ont accordé, qui ont cru en moi tout au long de mes études.

A tous les moments d'enfance passés avec mes frères TOUFIK, IDIR, SMAIL, en gage de ma profonde estime pour le réconfort et encouragement qu'ils m'ont apporté.

Zizou et Rayene mes deux neveux exceptionnels qui ont apporté beaucoup de bonheur à notre famille.

A mes tantes ZAKIA, NAIMA, NORA, je ne saurais exprimer mon respect et ma considération pour leur soutien et encouragements.

A mes grands-parents en reconnaissance de l'amour qu'ils m'offrent quotidiennement et leur bonté exceptionnelle.

A ma très cher sœur Sissa et mes chères amies Lydia et Zineb, vous êtes pour moi celles sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble et d'avoir su créer notre petit monde à la cité.

A mes deux meilleurs amis Djigoo et Mhand pour les moments inoubliables et nos rires.

A mon binôme Fatima, pour nos accomplissements durant ce parcours universitaire.

Souhila

Dédicaces

A tous ceux qui font de moi la personne meilleure chaque jour ;

Mes parents

*Principalement à ceux qui m'ont donné la vie source de mon
courage et mon inspiration ;*

Mon Père et Ma mère

A mon unique frère Mourad et sa femme Meriem

Sans oublier ma petite nièce chérie Aline-Maria à l'occasion de ses 2ans ;

Que dieux les bénisses

*A la mémoire de mes grands-parents paternels et de Djeddi Said
que dieu les accueille dans son vaste paradis.*

*A tous ma famille notamment khalti Ghania et Mani merci
pour tous vos encouragements, votre soutien et votre bonté
remarquable et gentillesse exceptionnel.*

*A mon mari et ma belle-famille merci de m'avoir bien accueillie
parmi vous et de m'avoir considéré comme votre fille.*

A mon binôme « Sousouti »

A tous mes amis et mes camarades de la promotion 2017/2022 ;

Particulièrement MAZOUNI Amina et KAHOUADJI

Kenza.

Fatima

Tables des matières

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale.....	01
Partie bibliographique	
Chapitre I Généralités sur les sources hydriques	
1. Ressources hydriques en Algérie.....	03
1.1. Eaux conventionnelles.....	03
1.2. Eaux non conventionnelles.....	04
2. Disponibilité d'eau à la wilaya de Tizi-Ouzou.....	04
2.1. Ressources de surface.....	04
2.2. Ressources souterraines.....	05
2.3. Dessalement... ..	06
2.4. Epuration.....	06
3. Menaces des ressources hydriques... ..	08
3.1. Changement climatique.....	08
3.2. Déforestation.....	08
3.3. Croissance démographique et l'urbanisation.....	09
3.4. Pollution... ..	09
4. Normes de potabilité... ..	09
Chapitre II Paramètres de la qualité des eaux de consommation	
1. Paramètres organoleptiques.....	12
1.1. Couleur.....	12
1.2. Odeur.....	12
1.3. Saveur.....	12
2. Paramètres physico-chimiques.....	12
2.1. Température.....	12
2.2. Potentiel hydrogène.....	13
2.3. Conductivité électrique.....	13
2.4. Turbidité... ..	13
2.5. Oxygène dissous.....	14
2.6. Dureté ou titre hydrotimétrique.....	14
2.7. Alcalinité.....	14
2.8. Matières en suspensions.....	14
3. Paramètres de pollution.....	15
3.1. Nitrates.....	15
3.2. Nitrites.....	15
3.3. Ammoniac.....	15
3.4. Ortho phosphates.....	15
3.5. Matière organique.....	16
4. Paramètres indésirables.....	16
4.1. Fer.....	16
4.2. Aluminium.....	16
4.3. Manganèse.....	17
5. Paramètres bactériologiques.....	17

5.1. Coliformes totaux	17
5.2. Coliformes fécaux	17
5.3. Streptocoques fécaux.....	18
5.4. Germes revivifiables.....	18
5.5. Clostridium sulfito-réducteurs (ASR)	18
6. Différentes étapes de production d'une eau potable	18
6.1. Prétraitement	18
6.2. Pré-oxydation	19
6.3. Clarification.....	20
6.4. Désinfection	22

Partie Expérimentale

Chapitre I Matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude	24
2. Période et lieu du stage	24
3. Situation géographique du barrage de TAKSEBT	24
4. Présentation de a station de potabilisation TAKSEBT	25
4.1. Généralité sur la station	25
4.2. Procédés de traitement	25
5. Présentation de la station de traitement d'IMSOUHAL	28
5.1. Généralité sur la station.....	28
5.2. Description et fonctionnement de la station	28
6. Echantillonnage	31
6.1. Points d'échantillonnage	32
6.2. Prélèvement d'eau pour une analyse physico-chimique	32
6.3. Prélèvement d'eau pour une analyse bactériologique	32
6.4. Transport des échantillons.....	33
7. Matériels utilisés.....	34
8. Analyse des paramètres physico-chimiques	35
8.1. Détermination du potentiel hydrogène pH et de la température	35
8.2. Détermination de la conductivité	35
8.3. Détermination de la turbidité	36
8.4. Détermination de l'oxygène dissous	37
8.5. Détermination du chlore résiduel	37
9. Analyse par spectrophotométrie d'adsorption	38
9.1. Mesure de la couleur et l'UV	39
9.2. Mesure de l'ammonium.....	39
9.3. Mesure des nitrites.....	39
9.4. Mesure des nitrates	39
9.5. Mesure de l'aluminium	40
9.6. Mesure du fer.....	40
10. Analyse volumétrique (titrimétrie)	41
10.1. Détermination du titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)	41
10.2. Détermination du titre hydrotimétrique (TH) ou dureté total.....	42
10.3. Détermination de la dureté calcique.....	43
10.4. Détermination de la dureté magnésienne	44
11. Détermination des résidus secs.....	44
12. Détermination de la matière en suspension.....	44

13. Détermination des chlorures	45
14. Détermination de la matière organique	46
15. Analyse bactériologique par filtration sur membrane	47
15.1. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et des Escherichia coli.....	47
15.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	48
15.3. Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et 37C°	48
15.4. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfite-réducteurs (ASR).....	48
 Chapitre 2 : Résultats et discussions	
1. Etude des paramètres organoleptiques	50
1.1. Couleur	50
2. Etude des paramètres physico-chimiques	51
2.1. Potentiel hydrogène (pH)	51
2.2. Température.....	52
2.3. Turbidité... ..	53
2.4. Conductivité	55
2.5. Oxygène dissous... ..	56
2.6. Chlore résiduel... ..	57
3. Etude des paramètres indésirable	58
3.1. Fer.....	58
3.2. Ammonium.....	59
3.3. Aluminium	60
3.4. Ortho-phosphate... ..	61
3.5. Nitrites.....	62
3.6. Nitrates	63
3.7. Résidus secs... ..	64
3.8. MES.....	65
3.9. Titre alcalimétrique	66
3.10. Titre alcalimétrique complet... ..	66
3.11. Dureté total.....	67
3.12. Dureté calcique.....	69
3.13. Dureté magnésienne	70
3.14. Chlorures	71
3.15. Matières organique.....	72
4. Résultats des analyses bactériologiques	73
4.1. Micro-organismes revivifiable à 22 et 37C°	73
4.2. Coliformes.....	74
4.3. Streptocoques fécaux et spore de Clostridium sulfite-réducteur (ASR)	76
Conclusion.....	78
 Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	
Abstract	

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des eaux.

AEP : Alimentation en eaux potable.

ASR : Anaérobie sulfito-Réducteurs

C° : Degré Celsius.

CE : Conductivité électrique.

DRE : Direction des ressources en eau.

E.colie : Escherichia coli.

EDTA : Ethylène Diamine Tétra-Acétique.

°F : Degré français.

Km : Kilomètre.

m³ : mètre cube.

ml : Millilitre.

mm : Millimètre.

m³/J : mètre cube par jour.

m³/h : mètre cube par heure.

Mg/l : Milligramme par litre.

MES : Matières en suspensions

MO : Matière Organique.

NTU : Unité de turbidité Néphélométrique.

OMS : Organisation mondial de la santé.

ONA : Office national d'assainissement.

pH : Potentiel Hydrogène.

RS : Résidus sec.

SEAAL : Société des eaux et d'assainissement d'Alger.

STEP : Station d'épuration.

UE : Union européenne.

UV : Ultraviolet.

UFC : Unité formant colonies..

VF : Gélose de Viande foie.

µs/cm : Micro siemens par Centimètre.

.

.

Liste des tableaux

Tableau n°1 : les différents barrages de la wilaya Tizi-Ouzou -----	Page 05
Tableau n°2 : Les différentes stations d'épuration à Tizi-Ouzou -----	Page 07
Tableau n°3 : Normes OMS (2006) et Algériennes (2014) des paramètres physico-chimiques et bactériologiques pour l'eau potable -----	Page 10
Tableau n°4 : les différents types de dégrillages -----	Page 19
Tableau n°5 : Les différents types de décanteurs -----	Page 21
Tableau n°6 : résumé du mode opératoire des analyses bactériologique-----	Page 49
Tableau n° 7 : Résultats du dénombrement des micro-organismes revivifiable à 22 et 37c° -----	Page 74
Tableau n° 8 : Résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux (E-coli).....	Page 75
Tableau n°9 : Résultats du dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> et de spore de <i>Clostridium sulfito-réducteur</i> (ASR) -----	Page 76

Liste des Figures

Figure n°1 : Processus de coagulation, floculation et de sédimentation -----	Page 21
Figure n°2 : Image satellitaires du barrage TAKSEBT -----	Page 24
Figure n°3 : Ouvrage d'arriver de la station TAKSEBT -----	Page 25
Figure n°4 : Chambre de mélange de la station TAKSEBT -----	Page 26
Figure n°5 : Les décanteurs de la station TAKSEBT -----	Page 26
Figure n°6 : Filtre à sable ouvert de la station TAKSEBT -----	Page 27
Figure n°7 : Les deux filières de traitement de la station monobloc d'IMSOUHAL -----	Page 28
Figure n°8 : Bassins de décantations de la station monobloc IMSOUHAL -----	Page 29
Figure n°9 : Conduites qui sortent des puits de relevages de la station d'IMSOUHAL -----	Page 29
Figure n°10 : Les décanteurs ouverts des deux filières de traitement de la station d'IMSOUHAL -----	Page 30
Figure n°11 : Filtres à sable fermé de la station d'IMSOUHAL -----	Page 30
Figure n°12 : Réservoir de la station et la pompe de refoulement de la station d'IMSOUHAL -----	Page 31
Figure n°13 : Photo de l'autoclave utilisé pour la stérilisation des flacons bactériologiques -----	Page 33
Figure n°14 : la glacière utilisée pour le transport des échantillons -----	Page 33

Figure n°15 : pH mètre et un agitateur magnétique-----	Page 35
Figure n°16 : un conductimètre.....	Page 36
Figure n°17 : Turbidimètre.....	Page 36
Figure n°18 : Oxymètre.....	Page 37
Figure n°19 : Chloromètre.....	Page 38
Figure n°20 : Spectrophotomètre d'adsorption DR 6000-----	Page 38
Figure n°21 : Tubes LCK 301.....	Page 40
Figure n°22 : Cellules utiliser pour l'analyse du fer-----	Page 41
Figure n°23 : photo d'une hotte sous laquelle est effectuer le dosage de la matière orgnique.....	Page 46
Figure n°24 : figure représente la membrane de filtration en bactériologie -----	Page 47
Figure n° 26 : Résultats de la couleur pour les eaux brutes et traitées des stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 50
Figure n°27 : Résultats d'analyse du potentiel hydrogène pour les eaux brutes et traitées des stations TAKSEBT et IMSOUHAL-----	Page 51
Figure n°28 : Résultats d'analyse de la température des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 52
Figure n°29 : Résultats d'analyse de la turbidité des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 54
Figure n°30 : Résultats de la conductivité des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 55

Figure n°31 : Résultats de l'oxygène dissous des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 56
Figure n°32 : Résultats du chlore résiduel des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 57
Figure n°33 : Résultats du Fer des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 58
Figure n°34 : Résultats de l'ammonium des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 59
Figure n°35 : Résultats de l'aluminium des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 60
Figure n° 36 : Résultats des ortho-phosphates des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 61
Figure n°37 : Résultats des nitrites des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 62
Figure n°38 : Résultats de nitrate des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	-Page 63
Figure n°39 : Résultats des résidus secs des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 64
Figure n° 40 : Résultats des MES des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 65

Figure n°41: Résultats de TA des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 66
Figure n° 42: Résultats de TAC des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 67
Figure n°43: Résultats du TH des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 68
Figure n°44 : Résultats de la dureté calcique TH_{Ca} des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 69
Figure n°45 : Résultats du TH_{Mg} des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 70
Figure n°46 : Résultats des chlorures des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 71
Figure n°47 : Résultats de la matière organique des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.....	Page 72

Introduction

L'eau constitue un élément indispensable à la vie des êtres vivants, surtout celle de l'homme et des animaux. La disposition de l'eau en quantité suffisante et en qualité contribue au maintien de la santé (*Tamungang et al., 2016*).

Elle peut être très abondante dans certaines régions, très rare et donc précieuse dans d'autres. Selon le forum mondial de l'eau en 2006, plus d'un milliard de personnes dans le monde n'a pas accès à l'eau potable et près de deux milliards et demi, soit le tiers de la population mondiale, seront confrontés à une pénurie d'eau d'ici 2025.

Disposer d'une eau de boisson salubre est un besoin et un droit pour chaque homme, femme et enfant. Les gens ont besoin d'eau propre pour rester en bonne santé et garder leur dignité. Une meilleure eau est essentielle pour briser le cycle de la pauvreté car elle améliore la santé des gens. Cependant une baisse de sa qualité menace les avancées faites au cours de 30 dernières années dans l'amélioration de l'accès à l'eau potable. Entre 1990 et 2011 les efforts mondiaux ont aidé 2.1 milliards de personnes à avoir accès à une eau de boisson améliorée, mais toutes ces nouvelles sources ne sont pas nécessairement salubres (*OMS/UNICEF, 2013*).

Pour obtenir l'eau potable, l'eau disponible sur terre passe par des stations de traitement afin d'être prête à la consommation, chaque station possède un procédé de traitement différent d'une autre où on trouve des stations à filtration ouverte et décantation fermée d'autre à filtration fermée et décantation ouverte (*FUTURA SCIENCE, 2020*).

Notre étude consiste à comparer la qualité organoleptique, physico-chimique et bactériologique de l'eau issue de deux procédés de traitement différents, le procédé suivi par la station monobloc d'IMSOUHAL et celui de la station TAKSEBT à fin de déterminer la fiabilité de ces deux procédés.

Dans le premier chapitre « généralités sur les sources hydriques », on a parlé des différents types de ressource hydrique du pays, on a cité toutes les potentialités hydriques de la wilaya de Tizi-Ouzou, ainsi que les normes de potabilité et les menaces qui peuvent affecter ces ressources.

Le deuxième chapitre, intitulé « paramètres de la qualité des eaux de consommation » où on a cité tous les paramètres organoleptiques, physico-chimiques, bactériologiques, indésirables, les paramètres de pollution ainsi que les différentes étapes de production d'une eau potable dont les prétraitements, la pré-oxydation et la clarification

L'objectif de l'étude, la durée et le lieu du stage sont mentionnés dans la partie expérimentale notamment la présentation des deux stations avec leurs chaînes de traitement ainsi que le mode opératoire de chaque paramètre analysé et les résultats obtenues.

Partie

Bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les sources hydriques

L'eau est un élément essentiel à la vie, nécessaire à l'homme d'abord pour ses besoins alimentaires, ensuite pour ses activités agricole et industrielles. Il en résulte que de tout temps l'installation des populations humaines sur la terre s'est faite en fonction des ressources en eau douces.

1. Ressources hydriques en Algérie

Avec une superficie de 2 381 741 km², l'Algérie est divisée en 48 wilayas, dont près de 80% du territoire représente une zone désertique où les précipitations sont quasi-nulles et les ressources en eau superficielles sont très faibles et limitées essentiellement à la partie du flanc septentrional de l'Atlas (*Kettab A., 2001*).

Selon MOZAS et ALEXIS (2013), les potentialités hydriques de l'Algérie sont estimées en moyenne à 18 milliards de m³/an, dont 12.5 milliards de m³ dans les régions Nord, 5.5 Milliards de m³ dans les régions sahariennes (*Mozas M. et Alexis G., 2013*).

Les ressources hydriques en Algérie se répartissent en deux types : ressources en eaux conventionnelle et non conventionnelle.

1.1. Eaux conventionnelles

▪ Eaux de surfaces

Les eaux de surface regroupent toutes les eaux courantes et stagnantes. Elles sont concentrées principalement dans le nord de l'Algérie et totalise environ 10milliards de m³/an pour l'ensemble du pays, dont le Sahara (*MRE, 2007*).

Leur composition chimique dépend de la nature des terrains qu'ils ont traversés durant leurs parcours. Elles sont aussi en contact directe avec l'atmosphère ce qui favorise le développement d'une vie microbienne (*MEKAOUSSI N., 2014*).

Ces eaux sont rarement potables puisqu'elles se chargent de polluant présent dans la nature, donc l'eau doit respecter de nombreux critères très stricts avant de pouvoir être bue par l'homme.

▪ Eaux souterraines

Constitue 22% des réserves mondiaux d'eaux douce soit environ 1000 milliards de m³ (*CARDOT, 1999*).

En Algérie, ces eaux sont concentrées principalement dans le Sahara avec 5milliards de m³/an qui sont caractérisées par l'existence de ressources considérable en eau souterraine qui provienne des nappes de continentales intercalaires et du complexe terminal (*Bouchedja A., 2012*).

Dans le nord du pays elles sont estimées après de 2milliards de m³/an qui provienne des nappes aquifères, des forages et des puits (*FEZZANI Chedli, 2003*).

Les ressources hydriques sont renouvelable, 60% pour les eaux de surface et 15% pour les eaux souterraines (*Adjou A., 2013*).

1.2. Eaux non conventionnelles

Dans le but d'augmenter la dotation en eau potable et protéger l'environnement l'Algérie s'est orientée vers les ressources non conventionnelles. Ces ressources offrent un potentiel d'eau significatif au pays. Elles impliquent la réutilisation des eaux usées et la production d'eaux douces par dessalement d'eau de mer (*Oulmane A., 2018*).

▪ Eau de mer

L'Algérie a mis en place un grand programme d'installation de 13 grandes stations de dessalement d'eau de mer sur tout le littoral algérien qui s'étend sur 1622 Km, dont 9 seulement sont fonctionnelles (*Bouketta A., Belaid I., 2020*).

▪ Eau usées

Etant donné la situation du stress hydrique, les pouvoirs publics ont vu dans cette opportunité un moyen de réduire ou du moins de préserver les ressources en eau traditionnelles tout en accroissant la production agricole.

L'ONA exploite 160 stations d'épuration à travers 44 wilayas du pays, dont 21 stations sont utilisées à des fins agricole. En 2021, un volume de 18millions de m³ d'eau épurer par ces STEP, à était utiliser dans l'irrigation de 11,494 hectare de superficie agricole (*Algerie-eco, 2021*).

2. Disponibilité d'eau a la wilaya de Tizi-Ouzou

L'eau de surface, l'eau souterraine, le dessalement des eaux de mers et l'épuration des eaux usées constituent les différentes potentialités hydriques de la wilaya qui assure l'alimentation de divers secteurs dont l'AEP et l'irrigation (*DRE, 2022*).

2.1. Ressources de surface

L'écoulement de oued Sebaou et Bougdoura atteint la majeure partie du territoire de la wilaya, ils représentent les ressources principales de cette dernière. Cette wilaya dispose d'un potentiel important en eaux de surface, mais uniquement une infime partie qui est mobilisée, avec un volume qui est évalué à 1.1 Milliard de m³ ou tout le reste est déversé dans la mer (*ABEDSLEM, 2021*). C'est eaux de surface regroupe tous les barrages et les retenues collinaires à savoir :

▪ **Barrages**

Selon la direction des ressources en eaux, la wilaya dispose de 5 barrages, un grand barrage appelé TAKSEBT mis en service en novembre 2001 d'un volume régularisé de 181 Hm³/ans mais uniquement un volume de 68 Hm³/ans qui est alloué à la wilaya le reste alimente Boumerdès et Alger, les 4 restant sont des petits barrages situés à Ouaguenoun, Draa El Mizan, Ain Zaouia et à Tizi Ghenif comme le tableau n°1 l'indique (*DRE, 2022*).

Tableau n°1 : Différents barrages de la wilaya Tizi-Ouzou (*DRE, 2022*).

Nom de l'ouvrage	Localisation	Oueds	Capacité totale (Hm ³)	Débit journalier (M ³ /J)	L'impact	Gestion et exploitation (association dirigeants)
TAKSEBT	OuaedAissi		181	20 000	AEP	SEAAL
Djebela	ouaguenoun	Tacift Bou Guem	3	30000	Irrigation	ANBT
Draa El Mizan	Draa El Mizan	Ksari	1.5	15000	Irrigation	ANBT
Ain Zaouia	Ain Zaouia	Moussa	1.4	700	Irrigation	ANBT
Tizi Ghenif	Tizi Ghenif	Bou Ameur	0.53	530	Irrigation	ANBT

▪ **Retenues collinaires**

Tizi-Ouzou comporte environs 75 retenues collinaires d'une capacité de 5.59Hm³/an qui sont dispersées sur tous le long de la wilaya, les majorités ont été réalisé dans les années 80 (*DRE, 2022*).

2.2. Ressources souterraines

Les eaux souterraines regroupent l'ensemble des réserves d'eaux qui se trouvent dans le sous-sol. L'eau est stockée dans des zones appelées aquifère, composées de roches poreuses et/ou fissurées. L'eau peut s'accumuler dans ces espaces vides pour former des nappes, qui occupent tout ou partie de l'aquifère (*Eau France, 2019*).

A Tizi-Ouzou ces eaux se concentrent essentiellement dans la nappe alluviale de l'oued Sebou qu'est alimentée par l'infiltration directe à partir des eaux de pluies et les crues des oueds. L'exploitation de ces nappes se fait naturellement avec l'apparition des sources ou par l'intervention humaine avec la réalisation des forages et la construction des puits (DRE, 2022).

- **Forages et les puits**

En 2022, La wilaya attient 188 forages où uniquement 138 qui sont réellement exploités d'une capacité de 59.13Hm³/an et 1221 puits d'une capacité de 8.07 Hm³/an. Ce qui fait que la wilaya mobilise un volume de 67.2Hm³/ans au bénéfice de l'AEP, l'AEI et l'irrigation (DRE, 2022).

- **Sources**

Le nombre de sources aménagées à la wilaya de Tizi-Ouzou est estimé à 301 sources, dont 146 sources importantes d'un débit de 19.2Hm³/an. Ces sources sont généralement utilisées pour l'AEP des zones rurales isolées. Un nombre important des sources se situe au flanc nord de Djurdjura (DRE, 2022).

2.3. Dessalement

Tizi-Ouzou avec son littoral de 61 Km lui permet de mettre fin à la pénurie d'eau en construisant plusieurs stations de dessalement. Actuellement, la wilaya possède une seule station de dessalement au niveau de Tizirt qui a été mise en service en 2004 avec une production de 2500m³/j, cette dernière a connue plusieurs interruptions (DRE, 2022).

2.4. Epuration

Tizi-Ouzou dispose de 8 Step qui ont pour objectif de réduire la pollution. Ces dernières rejettent leurs eaux épurées dans la nature afin de recharger artificiellement les oueds, les fleuves et les nappes souterraines. La capacité et le débit de ces 8 Step sont représentés dans le tableau ci-dessous (DRE, 2022).

Tableau n°2 : Différentes stations d'épuration à Tizi-Ouzou (DRE, 2022).

Nom de la station d'épuration	Année de mise en service	Etat de step	Capacité (Eq/hab)	Débit nominale (m ³ /j)	Nom Agglomération raccordée
Draa Ben khedda	2016	A l'arrêt	50 000	7 500	Chef-lieu y compris Touraes 1, 2, 3 Village Mouldiouene
Tadmait	2007	Fonctionnelle	13 000	1 950	Chef-lieu
Boghni	2006	Fonctionnelle	13 000	1 950	Partie du chef-lieu
Draa El mizan	2013	Fonctionnelle	30 000	4 500	Chef-lieudraa el mizan village ouledaissa
Azeffoun	2013	Fonctionnelle	20 000	2 000	Chef-lieu la partie nord du village Timlouka
Tizi ouzou Ouest	2006	Fonctionnelle	25 000	3 750	Partie ouest de la ville de Tizi-Ouzou village Boukhalfa
Tizi ouzou Est	2000	Fonctionnelle	120 000	18 000	Partie est de la ville de Tizi-Ouzou nouvelle ville
Tigzirt	2013	Fonctionnelle	10 000	1 000	Ville de Tigzirt Village El Azaieb Une partie du village Taksebt

3. Menaces des ressources hydriques

L'eau est devenue rare, précieuse, voire menacée sur la planète bleue, alors que les ressources sont abondantes. L'eau est devenue un or bleu, à la fois menacé et inégalement réparti. Mauvaise anticipation des sécheresses, surconsommation, pollutions agricoles et urbaines... tous ces facteurs, humains plus que naturels, engendrent de grandes pénuries d'eau dans le monde (*Camille R., 2018*).

3.1. Changement climatique

Le changement climatique associé à la hausse de température a et aura des effets conséquents sur toutes les composantes des systèmes hydrologique, car ces phénomènes interagissent les uns avec les autres, qui plus et en fonction des conditions locale (*Liu et al. 2015*).

Par exemple la variation de la répartition, quantité, intensité et fréquence des précipitations et l'augmentation des températures vont définitivement modifié les conditions d'équilibre des neiges de montagnes et des glaciers de par le monde, augmentant considérablement leur fonte, vont incrémenter la présence de vapeur d'eau dans l'atmosphère, la teneur en eau dans le sol et dans la végétation, l'évapotranspiration, et changeront l'intensité du ruissellement ainsi que le flux d'eau dans les rivières (*Douville et al.,2012 ; Trenberth et al.,2014 ;Rodell et al.,2015*).

3.2. Déforestation

Les forêts participent activement au cycle de l'eau à travers l'évapotranspiration, l'infiltration vers les nappes souterraines. Elles contribuent même plus que tout le reste de la flore au phénomène d'évaporation qui influence la pluviométrie. La déforestation exerce aussi son impact sur la qualité de l'eau qui s'écoule à travers le bassin versant ou est stocké dans la nappe. La forêt agit comme une sorte d'éponge absorbant les eaux de pluies apportées par les orages tropicaux tout en ancrant les sols et relâchant de l'eau à des intervalles réguliers (*SIDIBE F., YAYE ARBI A., 2017*).

Lorsque les forêts sont perturbées à petite échelle (sur moins de dix kilomètres carrés), les effets sur les ressources en eau sont assez bien connus. La disparition partielle ou totale d'une petite forêt, que ce soit par suite de perturbations naturelles, comme les feux qui ont brûlé 89 mille hectares de superficies sur 35 wilayas, notamment :Tizi-Ouzou,Béjaia,Bouira, Sétif, Jijel, Boumerdès,Bourdj Bou Arréridj, Blida, Médéa, Khenchela, Guelma, Tébessa, Tiaret et Skikda, ou en raison de l'exploitation forestière, provoque une réduction immédiate de l'évapotranspiration. L'humidité du sol s'accroît, le ruissellement augmente

3.3. Croissance démographique et l'urbanisation

L'augmentation de la population et le développement économique ont favorisé le déplacement massif des individus qui produit une pression sur les villes de grande, moyenne et petite amplitude (ASSOULINE, 2007).

Ce phénomène de forte croissance démographique a engendré une forte urbanisation, ainsi de nombreuses villes ont vu leur population s'accroître de façon vertigineuse. Cette expansion de l'urbanisation accroît les surfaces imperméables, altère le réseau hydrographique naturel et augmente les probabilités des crues ou d'inondations (SIDIBE F., YAYE ARBI A., 2017).

L'augmentation démographique en Algérie avec une population de 43.851.043 et 1.127.608 à Tizi-Ouzou a produit une surexploitation des ressources en eau et une dégradation de la qualité en raison de la demande accrue en eau potable pour satisfaire les besoins domestiques et industriels (BOUCHICHE N., BOUFERRACHE D., 2020).

3.4. Pollution

Les activités humaines sont la cause de la pollution de l'eau. Elles ont des effets négatifs sur la qualité des ressources en eau du fait qu'après leur utilisation l'excédent usé riche en sels, bactéries, produits toxiques, produits chimiques, matières organiques et métaux lourds est rejeté dans la nature, ce qui crée la pollution des eaux et cause de nombreuses maladies. Dans certains pays cette eau usée n'est pas traitée et est évacuée vers les mers, les fleuves, les lacs et peut s'infiltrer dans les nappes souterraines. On note qu'aussi l'activité agricole avec l'utilisation des engrais et des pesticides est responsable de la pollution de la ressource qui accélère ainsi sa dégradation (Olivia M., 2012).

4. Normes de potabilité

Les normes définissant une eau potable sont variables suivant la législation en vigueur et selon qu'il s'agit d'une eau industrielle ou destinée à la consommation (Zanat, 2009).

Il existe ainsi près de 63 critères pour une eau propre à la consommation : ces critères, décidés selon le principe de précaution maximal qui permet de protéger les personnes dans la santé est la plus fragile, portent sur plusieurs paramètres fixés avec l'aide de l'U.E (OMS, 2004).

Chaque pays peut avoir ces propres normes, elles les fixe selon sa disponibilité en eaux et selon la qualité de ces dernières. Le cas de notre pays qui, selon le tableau suivant, a modifié quelques critères fixés par l'OMS en raison de sa faible disponibilité en eaux.

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable.

Tableau n°3 : Normes OMS et Algériennes des paramètres physico-chimiques et bactériologiques pour l'eau potable.

Elément/ substance	Symbole/ formule	Lignes directrices fixées par l'OMS en 2006	Les normes Algérienne 2014
Aluminium	Al	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Ammonium	NH_4^+	Pas de contraintes	0,5 mg/l
Ortho-phosphates	PO_4^{3-}	0,5 mg/l	0,5 mg/l
Antimoine	Sb	0.02 mg/l	20 µg/l
Arsenic	As	0,01 mg/l	10µg/l
Baryum	Ba	0,7 mg/l	0,7 mg/l
Bore	B	0.5mg/l	- Eaux conventionnelles : 1mg/l - Eaux dessalées ou déminéralisées : 1,3 mg/l
Cadmium	Cd	0,003 mg/l	3 µg/l
Chlore	Cl	Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l	500 mg/l
Chrome	Cr^{+3} , Cr^{+6}	chrome total : 0,05 mg/l	50 µg/l
Couleur		Pas de valeur guide	15 mg/l platine
Cuivre	Cu^{2+}	2 mg/l	2 mg/l
Cyanure	CN^-	0,07 mg/l	70 µg/l
oxygène dissous	O_2	Pas de valeur guide	/
Fluorure	F	1,5 mg/l	1,5 mg/l
Dureté		200 ppm	500 mg/l en CaCO_3
Sulfure d'hydrogène	H_2S	0.05 à 1 mg/L	
Fer	Fe	Pas de valeur guide	0,3 mg/l
Plomb	Pb	0,01 mg/l	10 µg/l
Manganèse	Mn	0,4 mg/l	50 µg/l
Mercuré	Hg	inorganique : 0,006 mg/l	6 µg/l
Molybdène	Mb	0,07 mg/l	
Nickel	Ni	0,07 mg/l	70 µg/l
Nitrate et nitrite	NO_3 , NO_2	50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)	50 mg/l 0,2 mg/l
Turbidité		Non mentionnée	5 NTU
Matière organique		3 mg d' O_2 /l	//

pH		Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5	//
Température		< 25 c°	//
Résidu sec			2000mg/l
conductivité		1200 µS/cm	//
Sélénium	Se	0,01 mg/l	10 µg/l
Argent	Ag	Pas de valeur guide	100 µg/l
Sodium	Na	Pas de valeur guide	200 mg/l
Sulfate	SO ₄	500 mg/l	400 mg/l
Etain inorganique	Sn	Pas de valeur guide : peu toxique	
Uranium	U	0.015 mg/l	30 µg/l
Zinc	Zn		5 mg/l
Escherichia coli			0 UFC /100ml
Entérocoques			0 UFC /100ml
Bactérie sulfatoréductrices y compris les spores			0 UFC /20ml

Chapitre 2

Paramètres de la qualité des eaux de
consommation.

1. Paramètres organoleptiques

1.1. Couleur

L'eau pure absorbe les rayons lumineux de haute longueur d'onde (rouge, orange, jaune...) et n'absorbe quasiment pas dans le domaine du bleu (*Robin M. et al, 1997*).

L'eau potable doit être incolore, la couleur d'une eau est causé par certaines impuretés minérales comme le fer, mais également certaines matières organique comme l'acide humique, acide fulvique. Le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV (*Monique Henry, 1991*).

1.2. Odeur

Propriétés organoleptique perçue par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles (*AFNOR., 1999*). Une eau destiné à l'alimentation humaine doit être inodore, la présence des odeurs dans l'eau peuvent être causé par des substances organiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre(SO₂) ou le sulfure d'hydrogène(H₂S), ou organique comme les esters, les alcools, les nitrites, les dérivées aromatiques et la décomposition de matières animale ou végétale (algues) (*Monique Henry ;1991*).

1.3. Saveur

Peut se définir comme un ensemble complexes des sensations olfactives, gustative perçue au cours de la dégustation (*AFNOR., 1999*). Le gout désagréable dans l'eau est dû à la présence du Fer, manganèse, chlore actif et le phénol, elle se développe avec l'augmentation de la température (*Rodier J., 1984*).

2. Paramètres physico-chimiques

2.1. Température (T)

C'est une caractéristique physique importante car sa perturbation peut influencer la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans les processus bactériens comme la nitrification et dénitrification (*BENKADDOUR.B., 2018*). La température exerce un effet indirect sur la turbidité et sur la couleur puisqu'elle agit sur la coagulation. Pour l'eau potable la température maximale acceptable est de 15°C, au-dessus de cette valeurs il y'a un risque de croissance des micro-organismes, algues entraînent des gouttes et des odeurs désagréable ainsi qu'une augmentation de la couleur et de la turbidité. Pour la mesurer on utilise un thermomètre. Son unité est le degré Celsius (*Alpha.S., 2005*).

2.2. Potentiel hydrogène (pH)

Est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire de la concentration d'ions d'hydrogène, dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Il est important pour la qualité de l'eau, il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dans l'origine de l'eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversé (*RODIER et al., 2009*). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin), la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre, le pH influe sur le comportement de certains éléments comme les métaux. (*François.G., et al., 2004*).

Généralement, les valeurs de pH dans les eaux naturelles sont comprises entre 6 et 8,5 (*Derwich. E., et al., 2010*).

2.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est déterminée par la dissociation en anion et cation des substances en solution dans l'eau. Ce paramètre est un bon indicateur de degré de minéralisation (*El haissoufi et al., 2011*).

Permet de déterminer la capacité de l'eau à conduire l'électricité. En effet elle permet de juger la quantité des sels dissous dans l'eau et par conséquent son pouvoir conducteur, et de vérifier l'existence de la pollution (*Ghazali et Zaid, 2013*).

On la mesure avec un conductimètre et elle s'exprime en milli siemens par centimètre (ms/cm).

2.4. Turbidité

La turbidité de l'eau est une mesure globale qui prend en compte toute les matières, soit colloïdales ou insolubles, d'origine minérale ou organique (*SANTE CANADA, 2013*). Permet de préciser les informations visuelles de l'eau (trouble ou limpide). Elle est causé dans les eaux par la présence des MES comme les argiles, les limons et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale (*Gasmi.w et Refice.M.,2019*).

Cette dernière doit être éliminée pour améliorer l'aspect de l'eau, mais aussi pour permettre une désinfection efficace et éviter les dépôts dans l'usine ou dans le réseau. On la mesure en unités de turbidité néphalométriques (NTU) à l'aide d'un turbidimètre (*Rodier J.1996*).

2.5. Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est parmi le plus important indicateur du degré de pollution des eaux, il intervient dans la majorité des processus biologique et chimique. La teneur moyenne dans les eaux de surface non polluée est de 8 mg/l d'O₂ et ne dépasse pas les 10 mg/l d'O₂ (*Derwich et al., 2010*).

2.6. Dureté (ou titre hydrotimétrique)

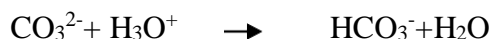
La dureté ou titre hydrotimétrique est un indicateur globale de la minéralisation de l'eau, ce paramètre représente la teneur de l'eau en sels de métaux alcalino-terreux (sels de calcium, magnésium, strontium et baryum). Etant donné que le strontium et le baryum sont souvent présents dans l'eau sous forme de traces la dureté totale se réduit à sa concentration en ions calcium et magnésium exprimé en mg/l ou en degré français (°F) (*Derwich et al., 2010*).

Une eau est dite dure lorsqu'elle est fortement chargée en ions calcium (Ca²⁺) et magnésium (Mg²⁺), et par opposition douce lorsqu'elle contient peu de ces ions (*Labioud.K., 2010*).

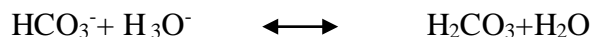
2.7. Alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'ions hydroxyde, carbonate et hydrogénocarbonate. Elle se détermine par acidimétrie et se caractérise par deux paramètres (*Emmanuel JESTIN., 1995*) :

- ❖ Titre alcalimétrique (TA) : Correspond à la concentration en ions carbonate (CO₃²⁻), selon la réaction suivante :



- ❖ Titre alcalimétrique (TAC) : Correspond à la concentration en ions bicarbonate ou hydrogénocarbonate HCO₃⁻, selon la réaction suivante :



2.8. Matières en suspensions (MES)

Les matières en suspension rencontrées dans l'eau (essentiellement superficielles) peuvent être de nature minérale (argile, sable, etc.) ou organique (débris végétaux, biomasse planctonique, etc.) Elles représentent la masse de dépôt (exprimée en mg/l) obtenue sur un filtre de 0,45µm après séchage à 100°C (*Emmanuel J., 1995*).

3. Paramètres de pollution

3.1. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates représente le stade finale de l'oxydation de l'azote, elles proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites. De ce fait les nitrates constituent la forme de l'azote au degré d'oxydation le plus élevée (*Akil et al.,2014*).

Elles représentent un facteur de risque pour la santé humaine, leur accumulation au fond des lacs, des étangs ou des rivières forme le dépôt organique qui conduit à la dégradation de la qualité de l'eau.

3.2. Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites elles sont formées par la dégradation de la matière azotée, mais elles sont rapidement transformées en nitrate (NO_3^-) dans les sources d'eau potable (*Levallois P., et Phaneuf D., 1992*). Selon l'OMS Leur valeur doit être inférieure à 0,2 mg/l en sortie des installations de traitement.

3.3. Ammoniac (NH_4^+)

L'ammoniac se trouve dans les eaux essentiellement sous forme d'ion ammonium (NH_4^+), sa présence dans les eaux de surface et les eaux pluviales est courante, par contre ils renferment des faibles concentrations dans les eaux souterraines. Dans les usines de traitements des eaux, l'ammoniac peut être éliminé grâce au traitement biologique (régulation de la nitrification) et des processus physico-chimique tel que la chloration et la filtration sur membrane (*Santé Canada, 2013*).

Sa présence dans les réservoirs et dans les réseaux de distribution contribue au développement des micro-organismes, la valeur limite dans les eaux brutes est de 4mg/l, la référence de qualité est de 0,1 mg/l.

3.4. Ortho phosphates (PO_4^{3-})

L'ion ortho phosphate (PO_4^{3-}) est la forme la plus abondante des phosphates dans l'eau, sa présence dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique, lessivage des minéraux ou due aussi au rejet industriels, engrais (pesticides...etc) et domestiques (poly-phosphate des détergents) (*Nardi.F.,2009*).

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existe qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surface (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante (*Berrahal.Y.,2018*).

3.5. Matière organique (MO)

La matière organique présente dans les eaux est constituée d'un mélange de composé organique provenant de la décomposition de matières d'origine végétale, animale et microbienne présents dans l'eau (ANJOU.,2008).

Elle est composée principalement d'acide humique, d'acide fulvique, d'acide hydrophile, d'acide carboxylique, d'acide aminés, de glucide et de polysaccharide (BERNIER, Annie, 2015).

Actuellement elle pose des problèmes aux stations de traitement de l'eau potable comme (GRUAU., et al., 2004) :

- La détérioration de la qualité organoleptique.
- L'installation de dispositifs de traitement plus complexes don plus coûteux en structure et en réactifs, dans le cas où on remarque de forte teneur en matières organique.
- Consommation importante du chlore lors de la désinfection.

4. Paramètres indésirables

4.1. Fer (Fe)

Le Fer est présent dans les sources en eau naturelles (oued, mer...) ou artificielles (puits, barrages...), il existe dans l'eau sous deux formes solubles, le Fer ferreux (Fe^{2+}) ou le Fer ferrique (Fe^{3+}), il représente à la fois un élément indispensable à la vie et toxique si sa concentration dépasse la norme conventionnelle (ERRAJI H., 2015).

A une concentration de 2 mg/l dans l'eau potable, le Fer ne présente aucun danger pour la santé du consommateur, au-dessous de cette valeur le gout et la couleur de l'eau sont généralement affectés (Frantzy ORELIEN., 2016).

4.2. Aluminium (Al)

L'aluminium est présent dans les eaux naturelles sous forme de micropoussières, de particules d'argiles insolubles en suspension, de sels soluble et insolubles (Rosin.Cet al., 1990).

Sa présence dans l'eau potable provient essentiellement de l'utilisation des sels comme l'alune ou le chlorure de poly aluminium en guise de coagulant dans les stations de traitement de l'eau potable pour éliminer les composés organiques, les micro-organismes et les particules (HASANI I.,2015).

4.3. Manganèse (Mg)

Le manganèse est un élément minéral que l'on trouve le plus souvent dans différents types d'eaux. Ce métal n'est pas un polluant majeur et son ingestion ne présente pas de danger pour l'homme, mais il peut créer des problèmes dans l'eau potable car il s'oxyde progressivement et se précipite dans l'eau d'alimentation, cette oxydation peut produire des effets directs comme des taches sur les linges, mais aussi des effets indirects comme le développement bactérien important. L'oxydation biologique représente la méthode la plus appropriée pour l'élimination de cette pollution ponctuelle (*Montiel. A et Welte.B., 2005*)

Les sulfates de cuivre, utilisés en agriculture et les rejets des eaux usées est la principale cause de la présence du cuivre dans les milieux aquatiques. A des très faibles doses, c'est un oligo-élément qui est indispensable à la vie, il est notamment nécessaire à la formation de l'hémoglobine (*KADOUCHE. S., 2013*).

Pour l'eau destiné à la consommation humaine, l'OMS recommande une valeur guide de 2mg/l.

5. Paramètres bactériologiques

5.1. Coliformes totaux

Les coliformes totaux, servent d'indicateur pour mesurer le degré de la pollution et la qualité de l'eau, le terme coliforme désigne des organismes en bâtonnets non sporogènes à gram négatif, oxydase aérobie ou anaérobie facultatif, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48h à une température de 35 à 37 °C. Le dénombrement de ces organismes à 35-37°C est souvent désigné sous l'expression de dénombrement des coliformes totaux (*Rodier et al., 2009*).

Pour l'eau destiné à la consommation humaine, il doit y avoir aucun organisme détecté dans un volume de 100ml.

5.2. Coliformes fécaux

Appelé aussi coliformes thermo-tolérants, qui présente les mêmes propriétés des coliformes totaux mais à 44°C (*Rodier et al., 2009*). Ce sont des bios indicateurs de la contamination fécale au même titre que les streptocoques et les clostridium sulfite-réducteur (*Nola et al., 1998*).

5.3. Streptocoques fécaux

Sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaîne, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *streptococcus*.(BERROUANE.N et KHOUMERIM.,2018).

Ils sont peu utilisés comme indicateur de l'efficacité du traitement car ils sont simplement plus résistants au désinfectant que les coliformes et les autres entérobactéries pathogènes (*Bengarimia. B.*, 2016).

5.4. Germes revivifiables

Les bactéries aérobies revivifiables regroupent toutes bactéries aérobies (levure, moisissure) capable de former des colonies dans un milieu. Leur détermination dans l'eau sert plutôt à indiquer une possibilité de détérioration de sa qualité. Des analyses approfondies sont nécessaires lorsqu'ils sont présents dans une eau (*Verhille., 2013*).

5.5. Clostridium sulfito-réducteurs (ASR)

Les bactéries sulfito-réductrices(ASR), appartient à la classe des anaérobies strictes, formant des spores de grande résistances. Pour respirer elle utilise des sulfates à la place de l'oxygène (*Emmanuel JESTIN., 1995*).

Elles possèdent la propriété de sporuler ce qui les rend particulièrement résistants au traitement de désinfection (*Robert.H., 1999*).

6. Différentes étapes de production d'une eau potable

Au cours des traitements de potabilisation, la présence des substances organiques et minérales dans les eaux de surfaces présente de nombreux problèmes. Pour remédier à ces derniers, de nombreux procédés sont mis en œuvre dans une filière d'eau potable. (*Berrahal.Y.,2018*).

6.1. Prétraitements

Une eau, avant d'être traitée doit subir un prétraitement qui comporte un certain nombre d'opérations uniquement physiques ou mécaniques, pour éliminer les plus grandes quantités possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs (*CIDF.L DesEaux., 2000*).

Dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement trois types :

▪ **Dégrillage**

Premier poste de traitement, permet de protéger les ouvrages avals de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement. Ceci permet également de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants (DEGREMONT., 1978). Le tableau ci-dessous représente les différents types de grilles (Mimeche.L.,2014) :

Tableau n°4 : les différents types de dégrillages (Mimeche.L.,2014)

Types de dégrillage	Espacement entre les barreaux en mm
Dégrillage grossier	50 à 100 mm
Dégrillage moyen	10 à 45 mm
Dégrillage fin	De 3 à 10 mm

▪ **Dessablage**

Etape indispensable si on veut protéger les conduites et les pompes, et éviter le colmatage des canalisations par une sédimentation au cours du traitement. Il a pour but d'éliminer les graviers et les sables et les particules minérales plus au moins fine (DEGREMONT., 1978).

▪ **Déshuilage – dégraissage**

Les opérations de dégraissage et déshuilage consistent en une séparation des huiles et graisses, produits de densité légèrement inférieure à celle de l'eau, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement par la suite.

6.2. Pré-oxydation

Une fois l'eau a subi les traitements physiques déjà cité, on procède à une pré-oxydation qui est destiné à éliminer (Emmanuel J.,1995):

- Le gout, l'odeur et la couleur.
- Eliminer l'ammoniac, le fer et le manganèse.
- Oxyder les matières organiques dissoutes qui se transforme en composé plus facilement biodégradable.

- Maintenir la propreté des installations, en luttent contre la prolifération d'organismes non pathogènes (algue) mais qui nuisent au bon fonctionnement de certains ouvrages : décanteurs et filtres notamment.

Les composé les plus souvent utilisé sont des agents chloré : Le chlore gazeux (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ou eau de javel(NaClO), Le dioxyde de chlore(ClO_2), L'ozone(O_3). Le choix de l'oxydant dépend de la qualité des eaux brutes utilisées, et les objectifs que l'on veut atteindre. (*Emmanuel J.,1995*)

6.3. Clarification

L'élimination des MES (Minérale et organiques) dans une eau brute, ainsi que des matières organique dissoute qui sont susceptible de communiquer à l'eau une turbidité ou une couleur indésirable, se fait pendant l'étape de clarification (*DEGREMONT.,2005*).

La clarification des eaux de surface se déroule en plusieurs étapes (*Hernández De León H.R., 2006*) :

- Coagulation
- Flocculation
- Décantation
- Filtration

- **Coagulation**

Consiste à ajouter à l'eau une quantité suffisante d'un sel métallique hydrolysable sous agitation contrôlée pour agréger la matière colloïdale de l'eau à traiter. La fraction dissoute éliminer par coagulation-flocculation et sous forme de cations et d'anions qui sont connus collectivement comme étant des ions majeurs dans l'eau traitée. Les coagulant les plus utilisés en traitement des eaux sont (*Berrahal.Y.,2018*) :

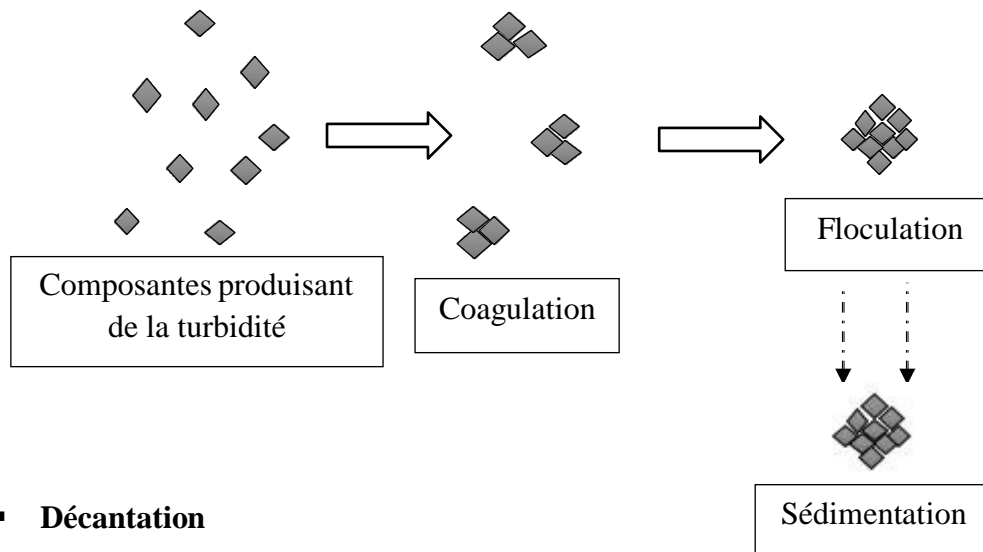
- Les sulfates d'alumine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Les chlorures ferriques (FeCl_3).

- **Flocculation**

Après avoir été déstabilisées, les particules colloïdales ont tendance à s'agglomérer lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. La flocculation a justement pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules (*ELIAS ASSAAD., 2006*).

En effet ce processus de coagulation flocculation, consiste à regrouper les MES en floccs à l'aide d'un coagulant pour qu'elles coulent au fond du bassin de décantation

Figure n°1 : Processus de coagulation, floculation et de sédimentation (originale).



▪ **Décantation**

A pour objectif de séparer par gravité les matières en suspension et les colloïdes rassemblées en floc après l'étape de coagulation-floculation, c'est un procédé qu'on utilise dans, pratiquement, toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux. (Hernández De León H.R., 2006). Il existe trois types de décanteurs :

Tableau n°5 : Les différents types de décanteurs (Emmanuel.J.,1995)

Décanteurs	Formes
➤ Décanteurs à flux horizontal	Des ouvrages longitudinaux de forme parallélépipédique
➤ Décanteurs lamellaire	Faisceaux de plaques ou de tube parallèles
➤ Décanteurs à flux vertical	Des ouvrages de forme conique, tronconiques, ou pyramidales.

▪ **Filtration**

La filtration a pour objectif de retenir les dernières particules en suspensions non éliminé dans le décanteur, en faisant circuler l'eau à travers un milieu poreux constitué d'un matériel granulaire, qui le plus souvent du sable. (CARDOT., 1999).

Deux types de filtrations sont appliqués selon la perte de charge et le cycle de la filtration (HOUT.S.,2021) :

- **Filtration lente**

L'eau traverse lentement et régulièrement une couche de sable d'une épaisseur et d'une granulométrie déterminé, qui retient les matières en suspension. Elle nécessite des surfaces de filtration très importantes.

- **Filtration rapide**

Elle est associée à plusieurs étapes du traitement comme la coagulation-floculation et la décantation, c'est la technique la plus répandue dans le traitement des eaux de consommation. La vitesse de filtration est plus importante que dans le cas de la filtration lente.

6.4. Désinfection

La désinfection de l'eau destiné à la consommation humaine est définie comme une opération à détruire ou à inactiver les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus, et parasites ainsi que la majorité des germes banals moins résistants, jusqu'à l'obtention d'un certain niveau de sécurité microbiologique (SENET.D.,2003).

Les méthodes de désinfection peuvent être classées en deux catégories (Hernández De León H.R., 2006):

- **Désinfection chimique**

Est réaliser par l'ajout d'un produit chimique de désinfection, les produits oxydants les plus utilisés dans la désinfection chimique des eaux sont :

- Le chlore gazeux ou hypochlorites de sodium (eau de javel).
- Les hypochlorites de calcium.
- Le dioxyde de chlore
- L'ozone.

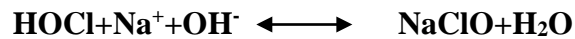
- **Chlore (chloration)**

Est un traitement bon marché améliorant le gout et la limpidité de l'eau tout en tuant de nombreux micro-organismes comme les bactéries et les virus, élimine aussi les substances telles que le fer, le manganèse, et le sulfure d'hydrogène. La désinfection de l'eau par le chlore assure un effet persistant et rémanent dans les réseaux pendant environs une journée (SENET.D.,2003).

Il est introduit dans l'eau à partir du chlore gazeux(Cl_2) (Emmanuel J., 1995) :

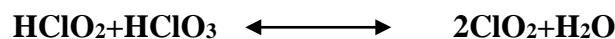


Ou à partir d'hypochlorite de sodium (NaClO):



- **Dioxyde de chlore**

Le dioxyde de chlore est un gaz orange de formule ClO_2 , il est toxique et devient explosif si sa concentration dépasse les 10%, il est très soluble dans l'eau, il agit plus rapidement que le chlore sur les matières oxydable. La réaction de sa mise en solution s'écrit (*Hernández De León H.R., 2006*) :



Le dioxyde de chlore assure l'effet rémanent et persistant dans l'eau une à deux jours de temps (*SENET.D., 2003*).

- **Ozone**

L'ozone est un gaz extrêmement instable et un désinfectant très puissant, capable notamment d'éliminer les virus, contrairement au chlore l'ozone n'assure pas l'effet désinfectant tous le long de la conduite de distribution. (*Emmanuel J., 1995*). Son effet dur moins de 15 minutes. (*SENET.D., 2003*).

La synthèse d'ozone se fait selon la réaction : $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$

- **Désinfection physique**
- **Rayonnement ultra-violet**

Est un stérilisant physique capable de débarrasser l'eau potable des micro-organismes qui la polluent. La production d'UV est réaliser par des lampes contenant un gaz inerte et des vapeurs de mercure, l'irradiation par une dose suffisante du rayonnement UV permet la destruction des bactéries, virus, germes, levures, champignons, algues, etc. (*Hernández De León H.R., 2006*).

Ce mode de désinfection produisent pas de sous-produits indésirables, mais exige une très bonne qualité d'eau vis-à-vis de MES et de la turbidité.

Partie

Expérimentale

Chapitre 1

Matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude

Notre travail a pour objectif d'étudier la qualité de l'eau de deux stations avant et après traitement, pour ce faire nous avons réalisé une série d'analyses en se basant sur les paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et traitées issues de deux stations de traitement différentes, la station monobloc dans la région d'IMSOUHAL et la station de traitement TAKSEBT.

2. Période et lieu du stage

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de traitement des eaux SEAAL de la station de traitement TAKSEBT à Tizi Ouzou du 24/06/2022 au 14/07/2022.

3. Situation géographique du barrage TAKSEBT

Le barrage de TAKSEBT est situé sur l'Oued Aissi, affluent de Sebaou dans la wilaya de Tizi Ouzou, à environ 10 Km au sud-est de la ville de Tizi Ouzou et 100 Km à l'est de la ville d'Alger, mise en service en 2007.

TAKSEBT est actuellement un grand barrage hydraulique sur la rivière de « takhoukth », situé entre Ath Irathen et Ait Aissi. Il est alimenté par les eaux de pluies et des eaux souterraines sa capacité est de 182 millions de mètres cubes. Il comprend une station de traitement, une station de pompage, et des tunnels dans une canalisation de 95 Km pour permettre le transfert de 150 millions de mètres cube par an afin d'alimenter la wilaya de Tizi Ouzou ainsi que la wilaya d'Alger et de Boumerdes.

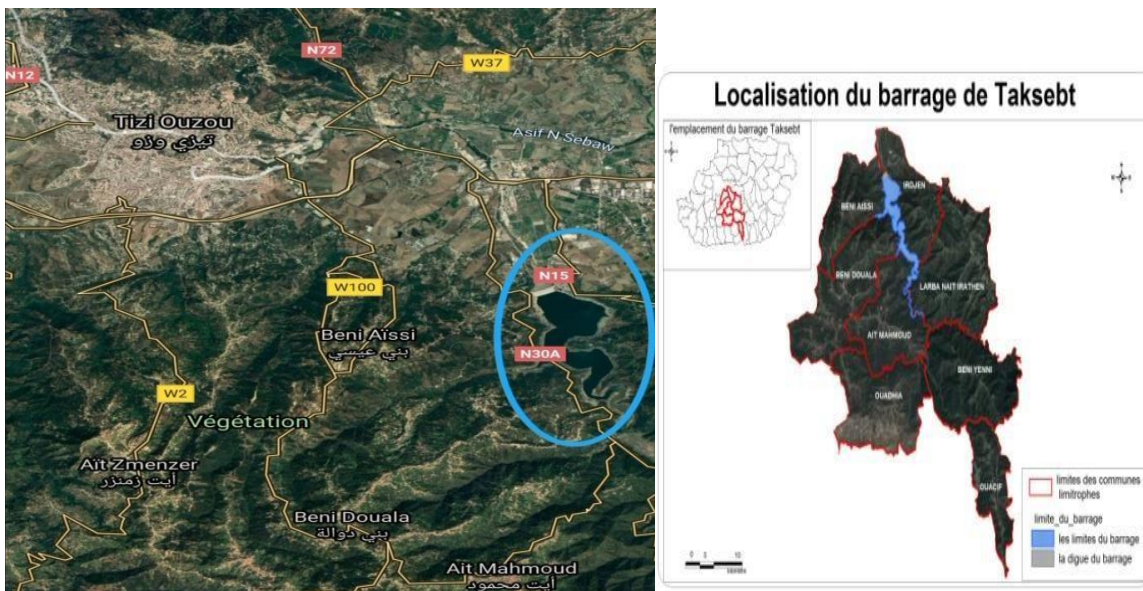


Figure n°2 : Image satellitaires du barrage TAKSEBT(Google Earth 2022).

4. Présentation de la station de potabilisation TAKSEBT :

4.1. Généralité sur la station

La station de traitement des eaux de surface, se situe à environ 8 Km du barrage TAKSEBT, elle occupe une superficie de 34 hectard, construite par SNC LAVALIN/DEGREMONT en juillet 2008. Le 18 juillet 2013 elle a été reprise en gestion par la SEAAL. C'est aussi la plus importante station de traitement d'eau potable car elle a été dimensionnée pour traiter un débit maximal de 605 000 m³/j, et elle est dotée d'une filière classique coagulation, floculation, décantation, filtration de dernière génération.

La station alimente les communes suivantes : FREHA, AZAZGA, DRAA-BEN-KHEDDA, Centre wilaya de TIZI-OUZOU et le grand Alger. Le transport de l'eau se fera d'une façon gravitaire depuis la station de traitement jusqu'au réservoir d'eau traité de DRAA-BEN-KHEDDA, puis a travers des conduite de fonte et tunnels, l'eau continue à être transférée jusqu'au réservoir de BOUDOUAOU. Des piquages seront opérés pour alimenter les villes de TIZI-OUZOU et DRAA-BEN-KHEDDA tous au long du transfert.

4.2. Procédés de traitement

▪ Ouvrage d'entrée

Avec un débit journalier de 616 m³, l'eau brute arrive dans la chambre de dissipation ou elle va subir l'étape de pré-chloration avec l'injection du chlore gazeux liquéfié ou l'hypochlorite de sodium dans le but d'éliminer différents types d'organismes tels que les algues, les micro-organismes qui peuvent causer une prolifération dans les filières de traitement.



Figure n°3 : Ouvrage d'arriver de la station.

▪ **Chambre de mélange**

Dans le but d'assurer un temps de contact suffisant pour les réactifs injecter afin de s'homogénéiser l'eau passe à travers cette chambre. Le permanganate (KMnO_4), le charbon actif, sulfates d'alumine, et l'acide sulfurique (H_2SO_4) sont des réactifs utilisés comme coagulants dans cette chambre pour provoquer la déstabilisation des colloïdes et formes des agrégats de taille suffisante pour être séparés de l'eau.



Figure n°4 : Chambre de mélange.

▪ **Décanteurs**

Les décanteurs ont pour objectif d'accélérer la sédimentation et le dépôt des particules en suspension dans l'eau. La station de traitement TAKSEBT comprend 8 décanteurs lamellaires fermés (figure n°5) répartis en deux filières où chaque filière possède 4 décanteurs d'un débit maximale de $45000\text{m}^3/\text{h}$. Un polymère (coagulant) est injecté à l'entrée de chacun des décanteurs afin de faciliter la formation des floes qui sont par la suite facilement décantés.



Figure n°5 : Les décanteurs de la station.

- **Filtration**

La station de potabilisation TAKSEBT, comprend 24 filtres à sable ouvert (Figure n°6) de granulométrie homogène, dans le but d'éliminer les matières en suspension (MES), l'eau décanter passe par gravité à travers ces filtres qui fonctionne en alternance par groupe de douze.

L'injection d'air et d'eau au travers du filtre à contre-courant permet de faire un lavage automatique au filtre colmaté (l'air permet de fluidiser et brasser la couche de sable et l'eau permet d'entretenir les particules capturé par le sable).



Figure n°6 : Filtre à sable ouvert.

- **Désinfection**

Avant la distribution, l'eau filtré subit l'étape de désinfection qui se fait dans des cuves de contact par l'injection du chlore qui assure un effet rémanent et permet de garantir la qualité bactériologique de l'eau jusqu'au robinet du consommateur.

- **Réservoir de stockage**

Le réservoir stock une quantité de 605 000 m³/j d'eau traité qui débouchent dans une chambre de sortie en assurant la distribution vers les conduites de sortie de l'eau traitée.

5. Présentation de la station de traitement IMSOUHAL

5.1. Généralité sur la station

Mise en service en 1997, la station de traitement monobloc d'IMSOUHAL est historiquement la plus importante infrastructure de production des eaux conventionnelles dans la région.

Alimenter a partir du Oued TAREMAT, elle assure par pompage l'alimentation de 17 villages dans la commune d'IMSOUHAL avec un débit de 1400 m³/j et le chef-lieu de la commune d'ILLOULA OUMALOU avec un débit journalier de 520 m³. Le traitement de l'eau dans la station est opéré grâce à une série d'étapes successives, un processus complexe garantissant une eau de qualité répondant aux normes de qualité algérienne.

L'unité de traitement d'IMSOUHAL est composé de deux filières (figure n°7), la première, semi-automatique installée en 1997 avec une capacité de traitement de 55m³/h, et l'autre, automatique construite en 2001 avec la même capacité de traitement.



Figure n°7 : Les deux filières de traitement de la station monobloc IMSOUHAL.

5.2. Description et fonctionnement de la station

Les eaux brutes captée ou puisée de l'Oued TAREMAT sont acheminées vers la station afin de recevoir les traitements la rendant propre à la consommation humaine avant d'être distribuée dans le réseau d'adduction.

▪ L'arriver :

L'eau brute arrive gravitairement dans des bassins de décantation qui on la forme de U, ces bassins consiste à diminuer la vitesse d'écoulement afin de favoriser la décantation des matières solide en suspensions, a l'entrée de ces bassins on retrouve une grille qui empêche l'entrée des

matières volumineuse charriées par l'eau brute, pour éviter le bouchage des différentes unités de traitement.



Figure n° 8: les bassins de décantations.

▪ **La pré-chloration**

A la sortie des bassins de décantations l'eau brute est ensuite acheminée vers deux puits de relevages de 200 m³chaqun, dans cette étape la station utilise pour éliminer les micro-organismes pathogènes l'hypochlorite de sodium (eau de javel) qui est injecté avec des pompes doseuses dans des conduites qui relie les deux puits.



Figure n°9 : Les conduites qui sortent des puits de relevages.

Une fois que l'eau a subit l'étape de pré-chloration, elle est ensuite acheminées vers les deux filières de traitement de la station.

- **Décanteurs**

La station est équipée de quatre décanteurs lamellaires ouverts (Figure n°10) répartis en deux filières où chaque filière possède deux décanteurs d'un volume de 55 m³/h (la filière construite en 1997 sauf un compartiment qui est en fonction), a l'entrées des décanteurs un coagulant (sulfate d'alumine) est injecter afin de facilité la formation des floccs qui sont par la suite décanter.



Figure n°10 : Les décanteurs ouverts des deux filières de traitement.

- **Filtration**

La station de traitement d'IMSOUHAL monobloc, comprend quatre filtres à sable fermé (Figure n°11) répartis sur deux filières où chaque filière possèdent deux filtres d'un volume de 55 m³/h, les deux filières fonctionne au même temps, cette étape consiste à éliminer les dernières particules en suspension non éliminer dans les décanteurs.

Le lavage des filtres se fait automatiquement dans une filière et manuellement dans l'autre.



Figure n°11 : Filtres à sable fermé.

- **Désinfection**

Consiste à ajouter un traitement en chlore au canal des eaux filtrées pour avoir une eau traitées de chlore résiduel avant leur entré dans le réservoir.

- **Réservoir de stockage**

Les eaux traitées sont acheminées vers un réservoir de stockage d'un volume de 1000 m³, ensuite l'eau est distribuée par des pompes de refoulement, deux pompes qui alimente la région d'IMSOUHAL d'une capacité de 90m³/h chacune, et une pompe pour le chef-lieu d'ILLOULA OUMALOU d'une capacité de 36m³/h.



Figure n°12 : Réservoir de la station et la pompe de refoulement.

6. Echantillonnage

L'échantillonnage de l'eau est une opération délicate, à laquelle les plus grands soins doit être apporté. Lorsqu'on recueille des échantillons d'eau en vue d'en analyser la qualité, il est crucial de les prélever d'une manière uniforme et correcte, avec l'équipement approprié, pour que les résultats analytique reflètent les conditions du milieu au moment de l'échantillonnage.

Chaque fois qu'on prélève des échantillons, il existe un risque de provoquer des erreurs d'échantillonnage, et ces erreurs peuvent provoquer des résultats erronés et par conséquent de mauvaise conclusion.

6.1. Points d'échantillonnage

L'étude a été menée sur une série d'échantillons d'eau provenant de la station de traitement dans la région d'IMSOUHAL, est l'autre série à été effectuée dans la station de traitement TAKSEBT. Ces échantillons (eaux brutes et traitées des deux stations) ont été acheminés au laboratoire de SEAAL pour l'analyse physico-chimique et bactériologique.

6.2. Prélèvement d'eau pour une analyse physico-chimique

Les échantillons d'eau destinés pour l'analyse physico-chimique sont recueillis dans des bouteilles en plastique d'un litre (bouteilles d'eau minérale commercialisées), avant de les remplir la rincer deux à trois fois avec l'eau à analyser au moment du prélèvement, puis les remplir jusqu'au bord pour éviter l'apparition des bulles d'air, fermer rapidement la bouteille et procéder à l'étiquetage de cette dernière, identifier sur l'étiquette le type de cette eau (brute ou traitée), le nom du préleveur ainsi que la date et l'heure du prélèvement.

6.3. Prélèvement d'eau pour une analyse bactériologique

Le prélèvement est effectué dans les meilleures conditions de stérilité, on utilise des flacons en verre propre et stérilisé à l'autoclave à 120°C pendant 15 minutes (figure n°13), au moment de l'échantillonnage et à l'aide d'une flamme bleue obtenue après avoir enrobé une pince avec du coton et imbibé d'alcool on stérilise le robinet du prélèvement d'eau pendant une minute, enlever le bouchon du flacon par une main, celle-ci ne doit rien toucher durant le prélèvement, tendre le flacon au point du prélèvement (la flamme toujours à côté du point du prélèvement), puis remplir les flacons en laissant un espace d'air afin que les microorganismes aérobies puissent revivre au cours de leur transportation, fermer rapidement le flacon pour éviter toute contamination, les étiqueter, en mentionnant la nature de cette eau (traitée ou brute), le lieu du prélèvement ainsi que la date et l'heure du prélèvement.



Figure n°13 : Photo del'autoclave utilisé pour la stérilisation des flacons bactériologique.

6.4. Transport des échantillons

On transporte les échantillons dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C (figure n°). Afin d'éviter que la teneur initiale en germes dans les eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, l'analyse doit être effectuée le plus vite possible, le temps entre la collecte et l'examen l'échantillon ne doit pas dépasser les 24 heures.



Figure n°14 : la glacière utilisée pour le transport des échantillons

7. Matériels utilisé

Appareillage	Verreries et autres matériels	Réactifs utilisés	Les milieux de culture utilisés
<p>Turbidimètre (HACH2100N), conductimètre terminal 740INOLAB, pH mètre (VWR710), spectrophotomètre (HACH LANGE DR 6000), oxymètre, étuve réglable a 105C°, dessiccateurs, balance analytique, hotte, plaque chauffante, dispositif de filtration avec pompe à vide, chloromètre.</p>	<p>Pipette gradué, béchers, erlenmeyers, fiole jaugées, cellules d'analyse, capsule en verre, burette, pissette d'eau distillée, filtres membranaires de (0,45µm et 0,22µm), éprouvettes graduées, pince, bec benzène, boites de pétri stériles.</p>	<p>Dichloro-isocyanurate de sodium, DPD N°1, acide ascorbique, solution molybdate acide, tubes à LCK 301, réactif coloré (phénolphtaléine), acide sulfurique(H₂SO₄), rouge de méthyle, indicateur coloré(mordant noir), solution aqueuse EDTA, solution tompon , indicateurs coloré(murexide), hydroxyde de sodiumNaOH), , nitrates d'argent(AgNO₃), chromate de potassium(K₂CrO₄), , solution d'acide sulfirique(H₂SO₄), permanganate de potassium(KMnO₄), solution d'oxalate de sodium(Na₂C₂O₄).</p>	<p>Gélose Viande foie (VF) : utilisé pour le dénombrement des spores sulfitoréducteurs dans les eaux, Gélose Slanetz et Bartley : utilisée pour le dénombrement des streptocoques dans l'eau, Gélose CCA : utilisé pour le dénombrement des coliformes et les E.coli dans l'eau, Gélose nutritifs : utilisé pour les dénombrement des moco-organismes revivifiable a 22 et 37 C°</p>

8. Analyse des paramètres physico-chimiques

8.1. Détermination du Potentiel hydrogène (pH) et de la température

Le pH est l'une des mesures que l'on doit effectuer le plus fréquemment, la détermination de sa valeur est basée sur le mesurage de l'acidité et de l'alcalinité de l'échantillon

Le Ph d'un échantillon dépend aussi de la température en raison de l'équilibre de dissociation. C'est pourquoi la température de l'échantillon est toujours indiquée avec le pH mètre.

Pour la mesure du pH, on a utilisé un pH mètre qui est composé d'un boîtier électronique et d'une sonde dotée d'un électrode.

Avant la mesure, un étalonnage de l'appareil à l'aide de la solution tampon a été effectué. On verse une quantité d'eau à analyser (eau brute et traité d'IMSOUHAL et TAKSEBT) dans un bécher, poser le bécher sur un agitateur magnétique qui assure l'homogénéité, puis on introduit l'électrode sans touché le fond, attendre jusqu'à se que le pH mètre se stabilise, et on effectue la lecture.



Figure n°15 : pH mètre et un agitateur magnétique (original 2022).

8.2. Détermination de la conductivité

C'est une détermination très importante car elle nous renseigne sur la minéralisation de l'eau, elle est direct a l'aide d'un conductimètre, c'est une mesure du courant conduit par les ions présent dans l'eau.

Comme le pH-mètre, l'appareil est étalonné une fois par jour, on procède a l'analyse de nos échantillons on plongeant la sonde de mesure dans notre eau, puis attendre que la valeur mesuré soit stable afin d'effectuer la lecture.



Figure n°16 : un conductimètre (originale 2022).

8.3. Détermination de la turbidité

C'est une détermination directe par un turbidimètre qui consiste à mesurer la quantité de lumière diffusé à angle droit par un faisceau lumineux traversant l'échantillon.

Une cuve de 25 ml propre est remplie avec notre échantillon a analyser, avant la mesure il faut l'essuyer a l'aide d'un papier absorbant et vérifier l'absence des bulles d'air puis on place l'échantillon dans l'appareil et on note la première valeur obtenue exprimé en NTU.



Figure n°17 : Turbidimètre (originale 2022)

8.4. Détermination de l'oxygène dissous

La méthode utilisée pour la mesure de l'oxygène dissous dans l'eau est électrochimique qui est basée sur la détermination de l'oxygène à travers la membrane de la sonde cette dernière est imperméable à l'eau mais perméable à l'oxygène.

On effectue le dosage directement en mettant dans un bécher une quantité d'eau à analyser puis plonger l'électrode de mesure dans cette eau. Effectuer la lecture après la stabilisation de l'Oxymètre qui est exprimé en mg/l.



Figure n°18 : Oxymètre (originale 2022).

8.5. Détermination du chlore résiduel

La mesure du chlore résiduel dans l'eau s'effectue automatiquement avec le chloromètre en présence du DPD N°1 qui donne une couleur rose on se mélangeant avec le chlore.

Une fois l'appareil est étalonner, verser 10 ml d'eau à analyser dans la cellule d'analyse du chlore, rajouter le DPD N° 1 directement de l'emballage protecteur dans l'échantillon de 10 ml, fermer le couvercle et mélanger le contenu en agitant, placer la cellule dans le chloromètre, et noter à chaque fois la valeur affichée. Le résultat de la mesure s'affiche en mg/l chlore total.



Figure n°19 : Chloromètre (originale 2022).

9. Analyse par spectrophotométrie d'adsorption

On utilise un spectrophotomètre DR 6000 pour l'ensemble des analyses basée sur la spectrophotométrie d'adsorption moléculaire.

C'est une technique d'analyse qualitative et quantitative où un faisceau de lumière de longueur d'onde monochromatique traverse la solution à analyser et mesure l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée en solution.

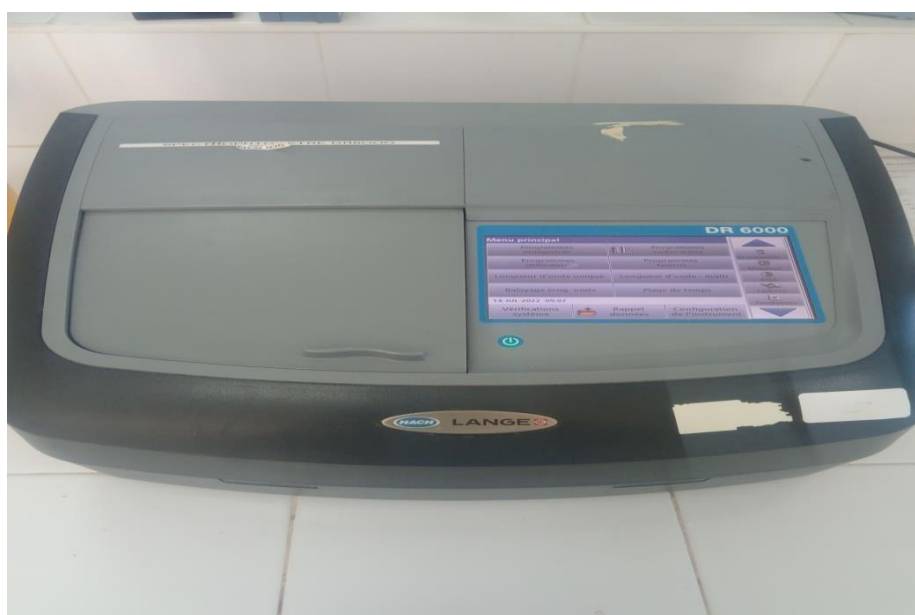


Figure n°20 : Spectrophotomètre d'adsorption DR 6000(originale 2022).

9.1. Mesure de la couleur et l'UV

Pour mesurer la couleur de nos échantillons on a utilisé un spectrophotomètre d'adsorption moléculaire(DR6000), premièrement remplir la cellule d'analyse de la couleur avec l'eau désilée et la placer dans son compartiment à l'intérieur de l'appareil dans le but de l'étalonner (lire le zéro). Verser une quantité de notre échantillon dans la cellule et l'essuyer à l'aide d'un papier adsorbant pour assurer une bonne lecture, la placer dans le spectrophotomètre puis cliquer sur mesurer et mentionné la valeur afficher sur l'écran. Avant chaque mesure rincer très bien la cellule avec l'eau distillée.

On mesure l'UV de la même manière mais on utilisant une cuve carrée.

9.2. Mesure de l'ammonium (NH₄⁺)

Remplir une fiole de 50 ml par 40 ml d'eau distillé pipeter a l'aide d'une pipette (le blanc), dans une autre fiole 40 ml d'échantillon a analyser, ajouter pour le blanc et les échantillons 4 ml de réactif coloré et 4 ml de réactif de dichloro-isocyanurate de sodium, homogénéisé le tous puis ensuite complété avec l'eau distillée jusqu'au tri de jauge de la fiole. Attendre le développement de la couleur après 60 minutes effectué la lecture au spectrophotomètre d'adsorption.

9.3. Mesure des nitrites (NO₂⁻)

Prélever avec une pipette 40 ml d'eau à analyser les verser dans une fiole de 50 ml puis ajouter 1 ml de réactif coloré, ajuster avec l'eau distillée jusqu'au tri de jauge, homogénéisé immédiatement, effectuer la mesure après 20 minutes au spectrophotomètre.

9.4. Mesure des nitrates (NO₃⁻)

Dans une cellule d'analyse de nitrates, verser 15 ml d'eau a analyser, puis on ajoute un sachet de nitriver 06, homogénéisé le tous, après trois minutes prélever 5 ml et les jeter, les 10ml restantes on leur rajoute le deuxième réactif nitriver 03 puis agiter, après 18 minutes de temps de contact déterminer la quantité des nitrates présente dans notre échantillon à l'aide du spectrophotomètre.

Remplir une fiole de 50 ml avec 40 ml d'eau distillée(le blanc), puis remplir d'autre fioles avec 40 ml de nos échantillons et ajouter dans l'ordre 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de la solution molybdate acide, ajuster avec l'eau distillée jusqu'au tri de jauge, après 30 minutes (temps nécessaire au développement de la couleur) sélectionner sur l'écran du spectrophotomètre DR 6000 le programme des ortho phosphates pour effectuer la mesure.

9.5. Mesure de l'aluminium(Al)

Pour l'analyse de l'aluminium on utilise la méthode LCK 301, au début il faut d'abord acidifier nos échantillons on ajoutant une goutte d'acide nitrique (le pH de notre eau doit être compris entre 2,5 et 3,5), puis préparer les tubes à LCK on suivant le mode opératoire mentionné sur la boîte :

- Pipeter 2 ml de la solution A, puis les introduire dans le tube à LCK 301.
- Pipeter 3 ml de l'échantillon, les rajouter au tube à LCK 301.
- Rajouter une pincer du réactif B, puis fermer et mélanger jusqu'à dissolution.
- Attendre 25 minutes, nettoyer bien avec le papier adsorbant l'extérieure du tube et effectuer la lecture au spectrophotomètre DR 6000 après avoir sélectionné le programme de l'Aluminium.



Figure n°21 : Tubes LCK 301(Originale 2022).

9.6. Mesure du Fer (Fe)

Verser une quantité d'eau à analyser dans des cellules d'analyse de Fer qui contient un réactif à l'intérieur, puis agiter pour mélanger le tous et laisser un temps de contacte de 3 minutes. Sélectionner sur le spectrophotomètre le programme de mesure du fer, essuyer bien la cellule et la mettre dans son compartiment a l'intérieur de l'appareil puis noter les teneurs en fer qui s'affiche en mg/l.

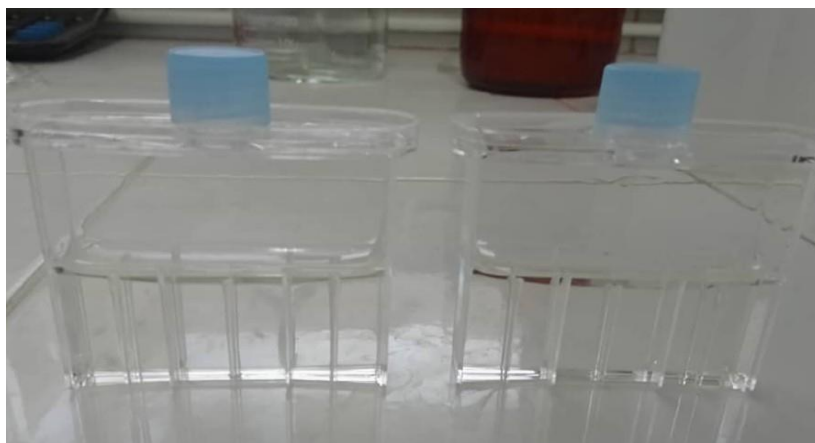


Figure n°22: Cellules utiliser pour l'analyse du fer.

10. Analyse volumétrique (titrimétrie)

10.1. Détermination du titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet(TAC)

Le titre alcalimétrique et le titre alcalimétrique complet se mesurent par titrage avec une solution d'acide chlorhydrique (HCl) ou acide sulfurique (H₂SO₄) a une concentration de 0,02N, en présence d'indicateur coloré phénolphtaléine pour le TA et rouge de méthyle pour les TAC.

→ Méthode de titrage des TA

Verser 100 ml d'échantillons (eau brute et traiter des deux stations de traitement IMSOUHAL et TAKSEBT) dans un Erlenmeyer de 250 ml, ajouter 2 à 3 goutte d'indicateur coloré (phénolphtaléine),une coloration rose doit apparaitre, verser ensuite l'acide sulfurique(H₂SO₄) dans l'Erlenmeyer a l'aide d'une burette en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution(Ph = 8,3), dans le cas contraire(au moment de l'ajout du phénolphtaléine en remarque pas une coloration rose), on considéré le TA nul donc le pH<8,3 .

Le titre alcalimétrique(TA) est déterminé selon la loi suivante :

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

Avec :

Vt : le volume versé en millilitres de l'acide sulfurique(H₂SO₄) dans la burette.

→ **Méthode de titrage des TAC**

Dans un Erlenmeyer, verser 100ml d'eau à analyser, ajouter 2 à 3 gouttes d'indicateur coloré rouge de méthyle, titrer avec le H_2SO_4 jusqu'à l'obtention d'une couleur rose foncé et noter le volume de l'acid versé.

La détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) est calculer selon la loi :

$$TAC = V_t \times 10$$

Avec :

V_t : le volume versé en millilitre de l'acide sulfurique dans la burette.

10.2. Détermination du titre hydrotimétrique (TH) ou dureté total

Pour déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium dans une eau on effectue un dosage avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA), en présence d'indicateur coloré (mordant noir).

Avec une éprouvette, verser dans un erlenmeyer 50 ml d'échantillon, ajouter 2 ml de la solution témoin, et quelques gouttes d'indicateur coloré (mordant noir) qui donne la couleur rose en présence des ions calcium et magnésium puis titrer avec l'EDTA tout en agitant, dès que la solution vire au bleu on arrête et on mentionne le volume de la solution versé.

La dureté total (TH) dans une eau est calculé selon la loi suivante :

$$TH = V_2 \times 2 \times F_c \times F$$

Avec :

TH : dureté exprimé en °F.

V_2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination du TH.

F_c : facteur de correction de l'EDTA.

F : facteur de dilution.

10.3. Détermination de la durté calcique(Ca^{2+})

Son principe consiste a titrer les ions calcium présent dans notre eau a analyser avec l' EDTA, on utilisant un indicateur coloré (murexide) qui forme un complexe rose avec le calcium.

A l'aide d'une éprouvette gradué Verser 50ml d'eau a analyser dans un erlenmeyer, ajouter 2ml d'hydroxyde de sodium(NaOH) avec une pipette, puis ajouter quelques milligrammes d'indicateur coloré(murexide), vrser lentement la solution EDTA on agitant au même temps jusqu'à l'apparition de la couleur violet et on note le volume de la solution verser dans la burette.

La concentration des ions Ca^{2+} est déterminer selon la loi :

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

Avec :

$[\text{Ca}^{2+}]$: La teneur en calcium exprimé en mg/l.

C_1 : la concentration de la solution EDTA.

V_0 : est le volume en mililitres de la prise d'essai (50 ml).

V_1 : est le volume en mililitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage.

A : est la masse molaire du calcium.

F_c : facteur de correction du titre.

F : facteur de dilution.

10.4. Détermination de la durté Magnésienne(Mg^{2+})

La concentration globale en magnésium est la différence entre la durté totale et la durté calcique, on a

$$\text{TH totale} = \text{TH Ca}^{2+} + \text{TH Mg}^{2+}$$

La concentration totale en ions magnésium, exprimé en mg/l est donnée par la formule:

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

Avec:

Mg^{2+} : la teneur en magnésium exprimé en mg/.

V_2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosaged'échantillon pour la détermination du TH.

V_1 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium.

A' : est la masse molaire du magnésium (24,31 g/mol).

V_0 : est le volume en millilitres de la prise d'essai (50 ml).

C_1 : concentration de la solution EDTA.

F_c : facteur de correction de l'EDTA.

F : facteur de dilution.

11. Détermination des résidus sec

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes, elle consiste à verser dans une capsule tarée une quantité d'eau puis, porter cette dernière dans une étuve pour que l'eau s'évapore, le résidu desséché est ensuite pesé.

Peser une capsule en verre qui est bien lavée et rincer avec l'eau distillé, puis à l'aide d'une éprouvette gradué prélever une quantité de 50 ml d'eau à analyser et la verser dans la capsule, mettre cette dernière dans une étuve pendant 4 heures à 105 °C, ensuite la laisser refroidir dans un dessiccateur, et la peser sur la balance analytique.

La concentration des résidus sec dans nos échantillons est calculer selon l'équation suivante :

$$RS = (M_1 - M_0) \times 1000 / V$$

Soient :

V : Le volume en millilitres de la prise d'essai(jusqu'à mi-hauteur de la capsule).

M_0 : La masse en milligrammes de la capsule vide.

M_1 : La masse en milligrammes de la capsule et de son contenu après séchage à 105°C.

12. Détermination des matières en suspension

L'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par la balance analytique.

Mettre les filtres sur la rompe d'aspiration puis verser 100ml d'eau distillée et faire actionner la pompe pour aspirer l'eau, mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 60 minutes afin de les sécher, les laisser refroidir dans le dessiccateur puis peser les filtres séchés(soit : P_1 =poids des membranes avant filtration). Placer les membranes dans la rompe à filtration et faire passer 100 ml d'eau à analyser à travers, rendre les membranes à l'étuve à 105°C afin de sécher,

les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une deuxième fois(soit : P_2 =poids des membranes après filtration).

Calculer la teneur en matières en suspension par l'expression suivante :

$$\text{MES} = (P_1 - P_0) \times 1000 / V$$

Soient :

V : Volume d'échantillons versé

P₁ : poids du filtre après passage de l'échantillon(en mg).

P₂ : poids du filtre à vide (en mg).

13. Détermination des chlorures

La méthode utilisé est la titrimétrie de MOHR, les ions chlorures sont dosé par une solution titré de nitrates d'argent(AgNO_3) , on présence de chromate de potassium(K_2CrO_4) comme indécateur coloré, pour former des chlorures d'argent insoluble.

Dans un erlenmeyer introduire 100 ml d'eau distillée (pour préparer le blanc) et remplire d'autre erlenmeyers avec 100 ml de l'eau a analyser puis ajouter dans l'ordre 1 ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer avec la solution de nitrate d'argent jusuq'a l'obtention d'une couleur rouge brique, noter le volume des nitrate d'argent verser.

La concentration des chlorures dans l'eau est déterminer selon la formule :

$$[\text{Cl}^-] = (V_S - V_B)C \times f \times F_c / V_a$$

Avec :

V_S : est le volume en mililitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage de l'échantillon.

V_B : est le volume en mililitres de la solution de nitrates d'argent utilisé pour le dosage du blanc.

V_A : est le volume en mililtres, de l'échantillon pour essai(prendre en comptes les dilutions s'il y en a).

C : est la concentration réel exprimée en mole par litre de la solution de nitrates d'argent, éventuellement corrigée du coefficient correcteur.

F : 35453 (masse molaire du cl $\times 1000$, expromé en mg/mol).

14. Détermination de la matière organique (KMnO₄)

La Détermination des matières organiques a été réaliser par l'oxydabilité au permanganate de potassium(KMnO₄) en milieu acide

Prendre 100 ml d'eau a analyser, ajouter 20 ml d'acide sulfurique(H₂SO₄) et 20 ml de permanganate de potassium puis homogénéisier le tous et porter à ébullition après 10 minutes on ajoute 20 ml d'oxalate de sodium pour décoloré la solution, puis titrer à chaud avec KMnO₄ jusqu'à l'obtention d'une couleur rose pale et noter le volume de permanganate de potassium verser dans l'erlenmeyer.

Le dosage de la matière organique s'effectue sous une hotte qui permet l'extraction des vapeur toxiques des produits utilisés(Figure n°23).



Figure n°23: photo représente une hotte sous la quelle est effectuer le dosage de la matière organique.

Le taux de matière organique présente dans notre échantillon est calculé selon la formule :

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

Soient :

V₀: est le volume, en millilitres de la solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc.

V₁: est le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.

V₂:est le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrante.

F :est le facteur correctif utilisé pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygène par litre. $f=16$.

15. Analyse bactériologique par filtration sur membrane

Pour déterminer la qualité de l'eau des analyses bactériologique doivent être effectuées, qui repose sur la recherche d'indicateur de contamination fécale et qui représente la contamination bactérienne la plus répandue.

La méthode utilisée pour la réalisation de ce type d'analyse est la technique de la filtration sur membrane (figure n°24). Cette méthode consiste à recueillir, identifier et dénombrer à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon.

Elle est utilisée dans le but de concentrer les micro-organismes présents dans 100 ml d'eau à travers une membrane poreuse de 0,45 ou 0,22 μm de diamètre, les bactéries piégées à la surface de cette membrane sont mises en culture sur un milieu gélosé donné et pendant une durée précise.

Après incubation, compter les colonies formées à la surface du filtre qui sont exprimées en UFC/100ml.



Figure n°24: figure représente la membrane de filtration en bactériologie.

15.1. Recherche Dénombrement des bactéries coliformes et des Escherichia coli

Avant de commencer il faut d'abord stériliser la surface supérieure de la rampe de filtration (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et laisser refroidir, à l'aide d'une pince stérile prélever une membrane de filtration d'un diamètre de 0,45 μm de son emballage et la déposer sur la plaque poreuse de la rampe de filtration. Verser stérilement une quantité de 100 ml d'eau à analyser puis ouvrir le robinet de la rampe pour laisser l'eau s'écouler, une fois que la quantité d'eau s'est écoulée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord et la

déposer sur la boîte pétrie qui contient la gélose chromogène (CCA), et enfin l'incuber à $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 24h.

Après la période d'incubation, compter toutes les colonies présentant une réaction positive (couleur rose à rouge) en tant que bactéries coliformes, et compter les colonies de couleur bleu foncé à violet en tant qu' E.coli.

15.2. Recherche Dénombrement des streptocoques fécaux(ou entérocoques)

Procédé a la filtration d'un volume de 100 ml d'échantillon sur une membrane stérile de $0,45\mu\text{m}$ de porosité, puis déposé la membrane sur une boîte pétrie contenant le milieu de Slanetz et Barteley on veillons à ce qu'aucune bulle d'aire ne s'interpose entre la membrane et la gélose, enfin les boites sont incubé à 37°C pendant 48h.

Considérer comme entérocoques toutes les colonies présentant une coloration

15.3. Recherche et dénombrement des microorganismes revivifiables à 22 et 37°C

Le dénombrement des microorganismes revivifiable s'effectue sur une gélose nutritif, à l'aide d'une pipette encemenser une quantité de 1 ml d'échantillon dans des boites pétrie stérilisées, puis verser la gélose dans ces dernières et homogénéiser le tous, une série de boites pétri est incubée à 22°C pendant 72h et l'autre série à 37°C pendant 48h.

Pour le dénombrement des bactéries on tient compte uniquement des boites qui contiennent un nombre de colonie entre 30 et 300. Tous les résultats sont exprimé en UFC/ml.

15.4. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs(ASR)

Pour détecté et dénombré les spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices il faut d'abord procédé a la destruction de toutes les formes végétatives, en mettant notre échantillon d'eau au bain marie à 90°C pendant 10 minutes puis refroidir sous le robinet d'eau c'est ce qu'on appelle un choc thermique.

Après cette étape procédé a la filtration sur une membrane stérile de $0,22\mu\text{m}$ une quantité de 100 ml d'eau à analyser et déposé le filtre sur une boîte pétri qui contient une gélose de viande foie(VF), incubation a 37°C pendant 48h.

Après incubation toutes les boites pétris présentant des colonies de couleur noire est considérer comme bactéries anaérobies sulfito-réductrice.

Le tableau n°6 résume l'ensemble des germes a identifier et dénombrer avec les milieux nutritifs (gélose) utilisé et le temps et la température d'incubation.

Tableau n°6 : résumé du mode opératoire des analyses bactériologique

Germes	Technique	Volume d'échantillon	Gélose utilisé ou milieu de culture.	Temps et Température d'incubation
Coliforme totaux	Filtration sur une membrane de 0,45µm	100 ml	CCA	24h a 37°C
E.coli	Filtration sur une membrane de 0,45µm	100ml	CCA	24h a 37°C
Stréptocoques fécaux	Filtration sur une membrane de 0,45µm	100 ml	Slanetz et Bartley	48h a 37°C
ASR	Filtration sur une membrane de 0,22µm	100 ml	Viande de foie (VF)	48h a 37°C
Microorganismes revivifiable		1 ml	Gélose nutritif	

Chapitre 2

Résultats et discussion

1. Etude des paramètres organoleptiques

1.1. Couleur

D'après les résultats obtenus (figure n°26), on constate que les eaux brutes de TAKSEBT sont plus colorées par rapport à celle d'IMSOUHAL. La présence de la couleur dans l'eau brute est souvent due à la présence de matière organique en décomposition ou d'éléments inorganiques tels que le fer, le cuivre ou le manganèse.

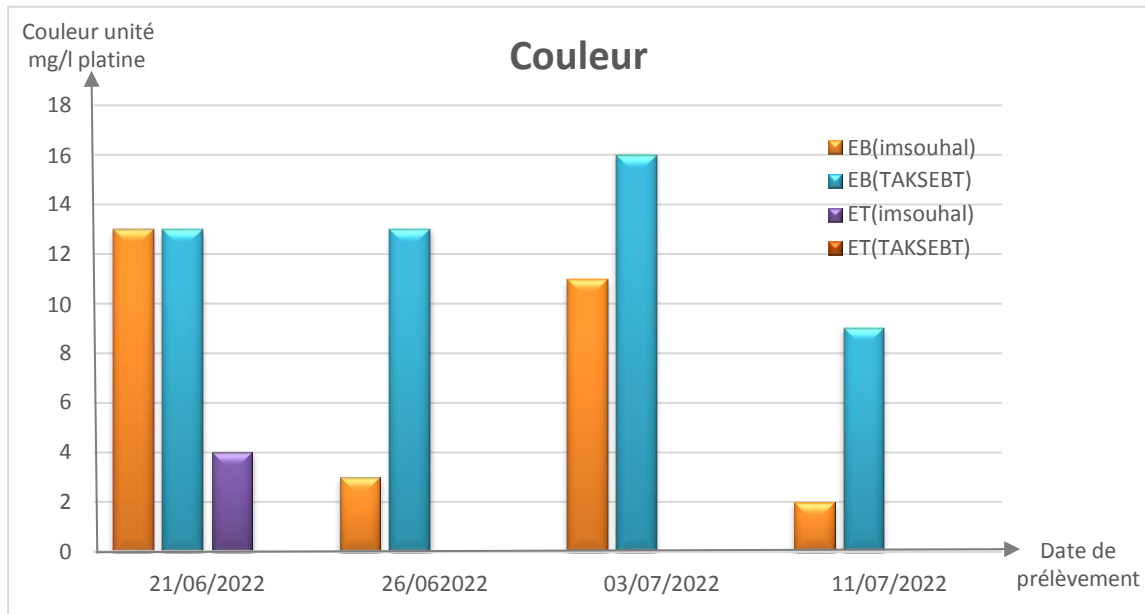


Figure n° 26: Résultats de la couleur pour les eaux brutes et traitées des stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Après traitement, toutes les valeurs sont ramenées à zéro, uniquement celle du 21 juin où l'eau traitée d'IMSOUHAL était à 4mg/l platine mais en restant dans la conformité, qui est de 15mg/l platine, ce qui implique l'efficacité des deux procédés de traitement. Cette couleur apparue dans l'eau traitée d'IMSOUHAL est due probablement à l'absorption de certaines longueurs d'onde des radiations de lumière normale «blanche» par des substances dissoutes ou dispersées à l'état colloïdal (*Black, et al. 1963*).

D'après (*ARAB L., et OUDAFAL N., 2014*), qui ont trouvé que l'eau traitées de TAKSEBT en 2014 varie entre 0 et 2 mg/l platine, lors de leur étude effectuée dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brute et traitées du barrage TAKSEBT, et en 2016 SABOUN S et FERRAG L on constater que la coloration des eaux du même barrage après traitement varie entre 0 et 1 mg/l platine.

A la comparaison de ces résultats à nos résultats nous remarquons une similitude, ce qui explique la bonne clarification des deux procédés de traitement.

On ce qui concerne les autres paramètres Organoleptiques on n'a pas eu suffisamment d'échantillons pour effectuer leur analyses.

2. Etude des paramètres physico-chimiques

2.1. Potentiel hydrogène (pH)

L'histogramme ci-dessous montre que le pH des eaux brutes de la station IMSOUHAL est plus élevé que celui de TAKSEBT avec des valeurs qui varient, dans l'ordre, entre 7,94 – 8,34 et 7,27 – 7,46. Cette variation est due probablement à l'influence de la nature chimique du sol et des roches par action de lessivage.

Les valeurs remarquées des eaux traitées d'IMSOUHAL avec une variation comprise entre 7,84 et 8,23 sont inférieure à ceux de l'eau brute de la même station, ces valeurs sont situées dans les normes de 6.5 et 9.5 ce qui confirme l'efficacité du traitement de la station. Contrairement le pH des eaux traitées de TAKSEBT augmentent par rapport à ceux de l'eau brute mais en restant toujours dans les normes. Cette augmentation est due à l'utilisation des coagulants.

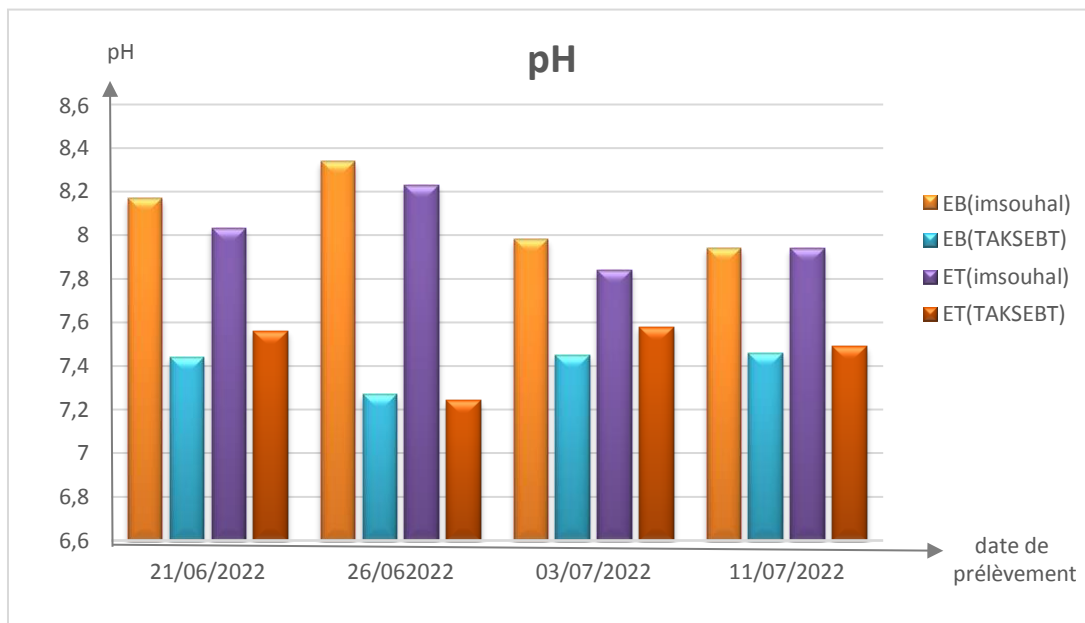


Figure n°27 : Résultats d'analyse du potentiel hydrogène pour les eaux brutes et traitées des stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

En comparant les valeurs du pH obtenues après analyse de nos échantillons aux valeurs comprises entre 7,17 et 7,97 de (KAHOUL M., et TOUHAMI M., 2014) lors de leur étude sur l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville de ANNABA, et aux valeurs obtenue par (ABDNNOUR N., et AIT NAMANE T., 2015) comprise

entre 7,65 et 7,88 pour les eaux du barrage TAKSEBT, et entre 7,49 et 7,58 pour les eaux du forage de Boukhalfa, ressort que ces derniers sont similaires aux nôtres ce qui confirme la normalité des eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT concernant le potentiel hydrogène (pH).

D'après (RODIER, 1984) le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau et selon (HOUMEL T., 2017) des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique, tandis que des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique et

(Hanon M., et Rouelle A., 2011) une eau acide d'un pH inférieur à 7 est en effet agressive (corrosive) et peut libérer les métaux constitutifs des canalisations (en particulier intérieures aux habitations), à savoir le fer, le cuivre, le plomb, le nickel, le chrome et le zinc, donc dans ce cas notre eau avec un pH supérieure au égale à 7.84 et qui dépasse pas les 8,23 est loin d'être concentrer en ammoniac ni en métaux sous forme ionique plus toxique donc non corrosive.

2.2. Température (C°)

D'après l'histogramme n° 28, on remarque que la température augmente après traitement dans les eaux issues des deux procédés de traitement. Cette augmentation est due à l'effet exogène des réactions chimiques lors du traitement.

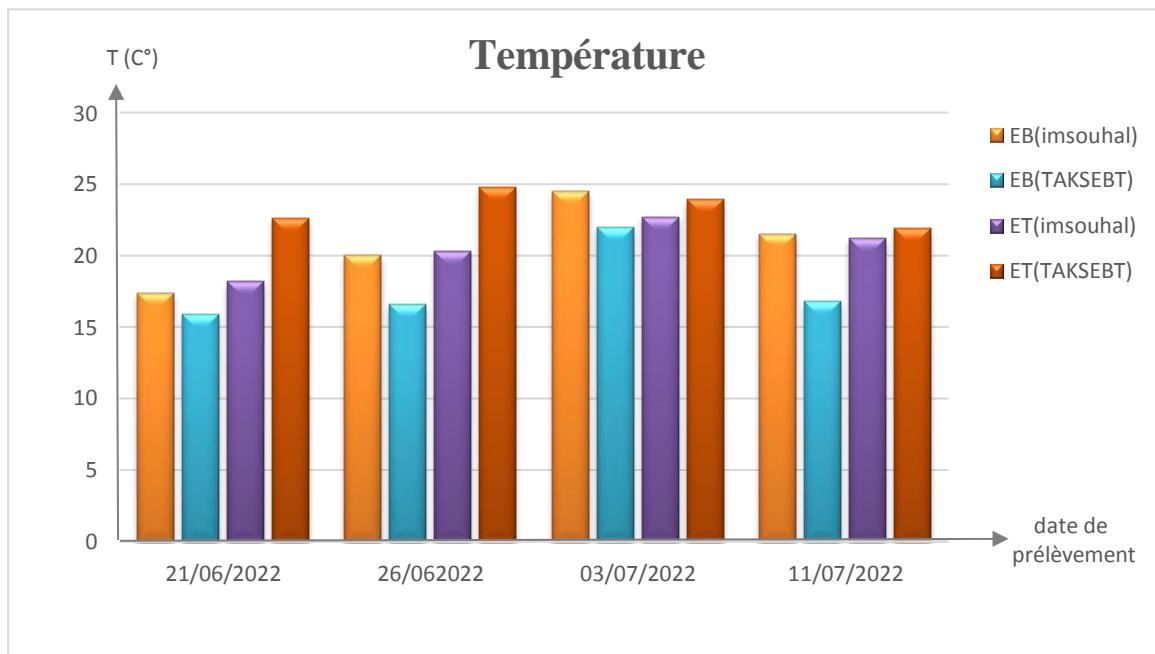


Figure n°28 : Résultats d'analyse de la température des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

La température de nos échantillons d'eau traitée varie entre 18.2 C° et 24.8 C°, toutes ces valeurs sont inférieures à 25 C° de la norme de potabilité (OMS et Algérienne).

D'après (KAHOUL M., et TOUHAMI M., 2014) dans leurs évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville de ANNABA en 2014 la température d'une eau excellente varie entre 20 et 22 C°, passable entre 22 et 25 C°, donc l'eau traitée d'IMSOUHAL qui varie entre 18,2 et 21,7c° sont d'excellente qualité en terme de température et l'eau traitée de TAKSEBT qui varie entre 21.9 et 24.8c° est de qualité passable en terme de température.

Les résultats obtenus par (KOUIDRI Z., 2006) lors de son étude et traitement de l'eau du barrage DJORF-ELTORBA de la wilaya de BECHAR par filtration sur sables avec des valeurs comprises entre 18,2 et 20,9 C°, et ceux obtenus par (BRAHIMI T., et HAMADI R., 2015) après une étude faite dans le but de déterminer la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux de consommation de la ville de Tizi-Ouzou avec des valeurs qui varie entre 12,1 et 17,1 C° , nous constatons que ces résultats sont de qualité tout à fait semblable à celle obtenue dans les eaux traitées d'IMSOUHAL.

Par rapport à nos résultats lors d'analyse des eaux traitées de TAKSEBT, ceux réalisés par (Mehanned et al., 2014) sur les eaux du barrage Sidi Chahed (Maroc) avec des valeurs comprise entre 22.45 C° et 23.88 C°, et ceux obtenue par (SID ALI N., et SID ALI R., 2016) après une analyse effectuée pour les eaux traitées de Souk EL Djemaa avec des valeurs comprise entre 23,06 et 25,53 C°, se révèlent relativement similaire.

2.3. Turbidité (NTU)

Les résultats obtenus (figure n°29) reflètent une charge inférieure à 5NTU ce qui indique que la charge des MES et des colloïdes dans l'eau brute des deux stations n'est pas importante.

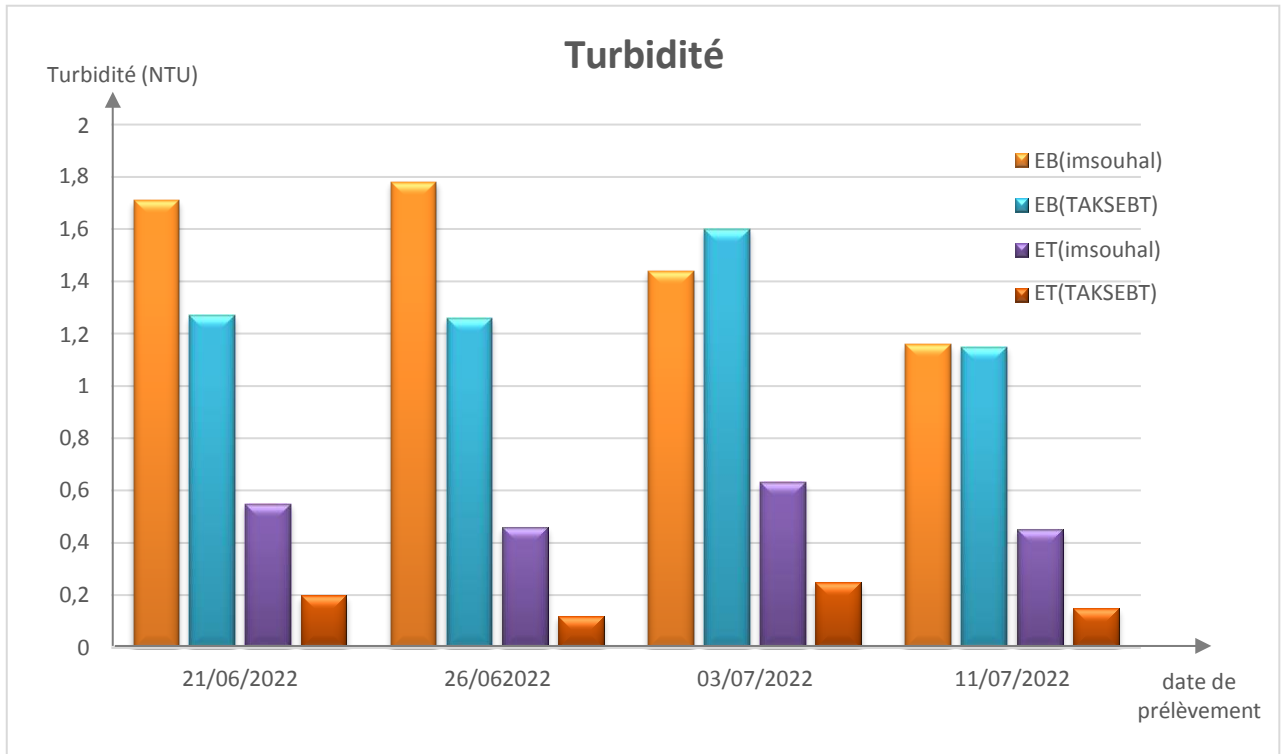


Figure n°29: Résultats d’analyse de la turbidité des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Les deux procédés de traitement ont diminué le taux de la turbidité des eaux brutes gardant ainsi la conformité et témoignant l’excellence de la qualité des eaux traitées.

Ces résultats sont confirmés par (Alaimia M., et Braham Y., 2020) qui ont trouvé dans leur étude de l’analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam Debagh une valeur d’eau brute de 5,85 NTU qui, après traitement, a diminué à 2,33 NTU et rentre dans la norme algérienne.

Contrairement à (ABDOULAYE et al., 2013) qui ont trouvés que la teneur de turbidité enregistrées pour les eaux de surface comprise entre 3,15 NTU et 980 NTU dépassent largement la valeur limite acceptable pour les eaux destinées à la consommation humaine qui est de 5 NTU. Quant à (SID ALI N., et SID ALI R., 2016) lors de son étude réalisée dans le but de l’optimisation des produits de traitement de l’eau dans une usine de production de l’eau potable (Cas de la station Souk El Djemaa) qui ont trouvé des valeurs comprises entre 0,17 et 1,72 NTU respectant ainsi la norme et confirmant l’efficacité de traitement des deux stations étudiées.

2.4. Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

D'une manière générale les résultats obtenus montrent une augmentation de la valeur de la conductivité électrique après traitement pour les eaux des deux stations, cette augmentation est due à l'augmentation de la concentration des ions en solution. D'après la théorie qui dit que la conductivité est également en fonction de la température de l'eau et qu'elle est plus importante lorsque la température augmente (*Pescod, 1985 ; Rodier, 1984*) confirme l'augmentation de la conductivité dans l'eau après traitement où la température est supérieure à celle de l'eau brute. De plus, si les lacs ne reçoivent pas assez de pluie ou d'eau de ruisseau, la conductivité augmente. Cela est dû au fait que l'évaporation enlève l'eau mais pas les sels (*datastream, 2021*).

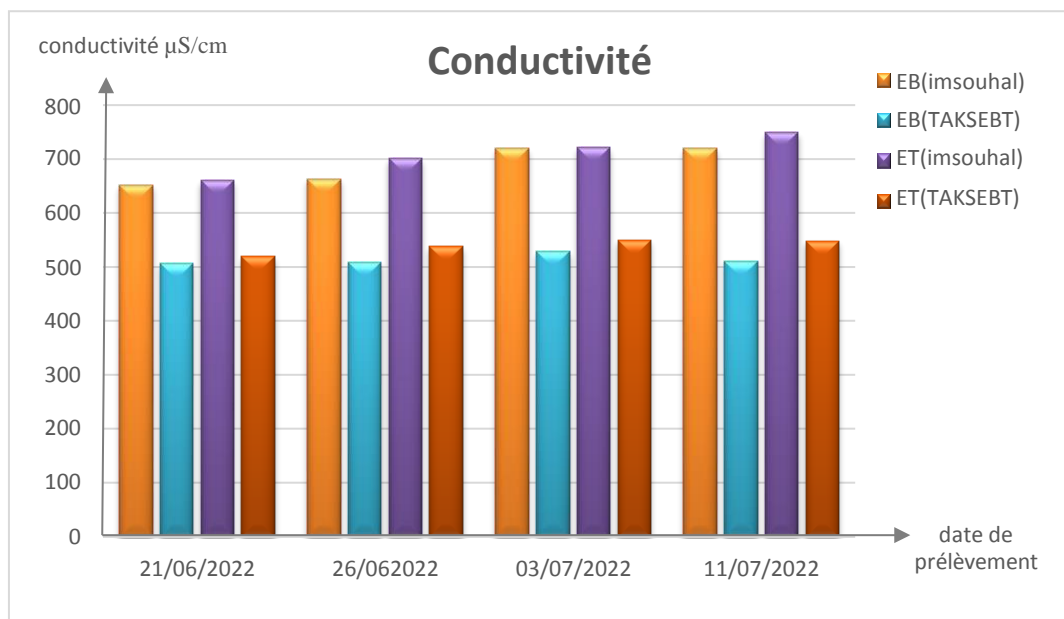


Figure n°30 : Résultats de la conductivité des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

La conductivité de nos échantillons en eaux traitées varie entre un minimum de $519\mu\text{S}/\text{cm}$ et maximum de $750\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces résultats sont conformes aux normes de potabilité qui est de $1200\mu\text{S}/\text{cm}$, cela confirme que les échantillons examinés sont de bonne qualité en termes de conductivité.

Les Résultats obtenus par (*Kamb, 2013*) dans la rivière Lukunga de Kinshasa (Congo) indiquent clairement que Lukunga est faiblement minéralisée avec une valeur évaluée à $81.2\mu\text{S}/\text{cm}$ par rapport aux eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

Cependant que l'eau de barrage du Soubella à Msila analysé par (*Ben Abd Errezak F., et MADANI F., 2021*) avec une minimale de $2500\mu\text{S}/\text{cm}$ est fortement minéralisée comparant aux eaux des deux stations.

2.5. Oxygène dissous (mg/l d'O₂)

La figure n°31 indique que la quantité d'O₂ dissous dans l'eau traitée issue des deux procédés de traitement est plus élevée que dans l'eau brute avec des valeurs comprise, respectivement dans l'ordre, entre 6,53 et 9mg/l d'O₂ et entre 2,99 et 9,17mg/l d'O₂. Cette augmentation remarquable dans la quantité d'O₂ dissous est due vraisemblablement au brassage important lors du traitement qui augmente le contact entre l'air et l'eau et par conséquent, augmente la surface sur laquelle peut se dissoudre l'oxygène provenant de l'air.

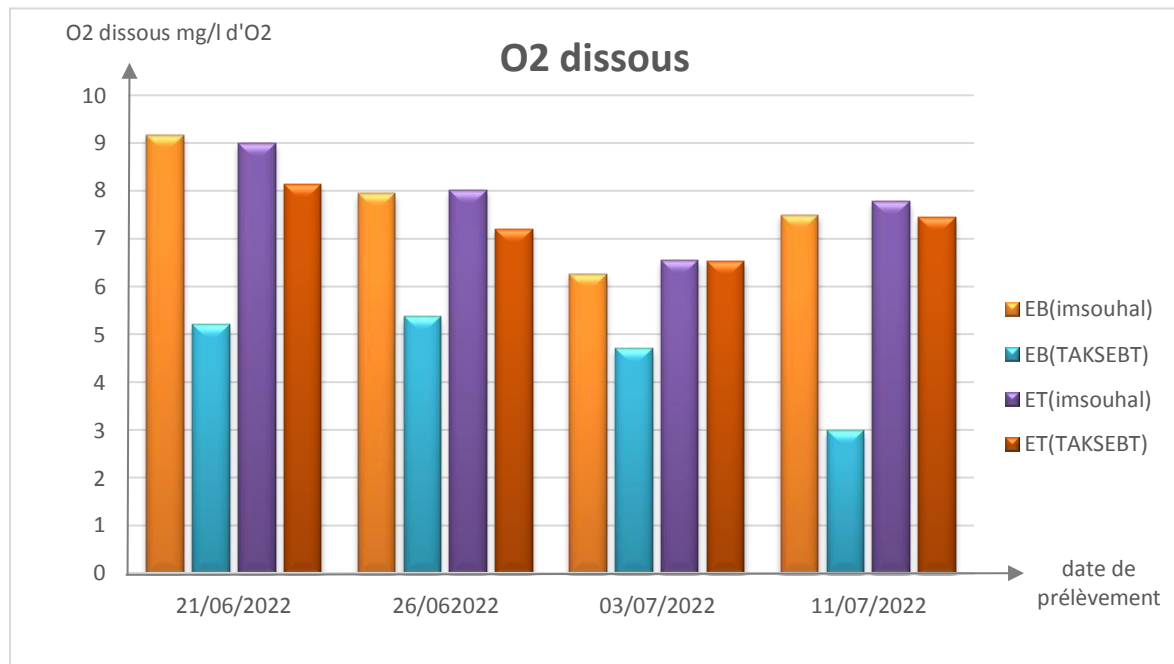


Figure n°31 : Résultats de l'oxygène dissous des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

GHAZALI D. et ZIAD A., en 2013 ont trouvé que la teneur moyenne en O₂ dissous dans les eaux de AIN SALAMA de région de Meknès, Maroc et de l'ordre de 6,33mg/l lors d'une étude réalisée dans le but d'identifier la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux de cette source, ce qui a permis de classer les eaux de cette dernière comme une eau de bonne qualité.

Dans une autre étude sur la caractérisation et l'évaluation de la qualité physico-chimique et de la pollution organique des eaux du barrage Bouhamdane de la wilaya de Gualma (*Boukermi R., et Hamdellou A., 2018*) ont trouvé que la teneur en O₂ dissous est comprise entre 7,2 et 8,8 mg/l, classant ainsi l'eau du barrage Bouhamdane comme une eau de très bonne qualité.

A la comparaison de ces résultats avec nos résultats nous remarquons une similitude ce qui indique que les eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT se montrent bien oxygénés, donc ce sont des eaux de bonne qualité en terme d'Oxygène dissous.

2.6. Chlore résiduel (mg/l)

D'après les valeurs obtenues (figure n° 32), la teneur en chlore dans les eaux traitées varie entre 0.7 et 1.34 mg/l restant ainsi dans la norme de potabilité qui est de 500mg/l. Cette conformité montre que les eaux issues des deux procédés de traitement sont de qualité acceptable en termes de chlore.

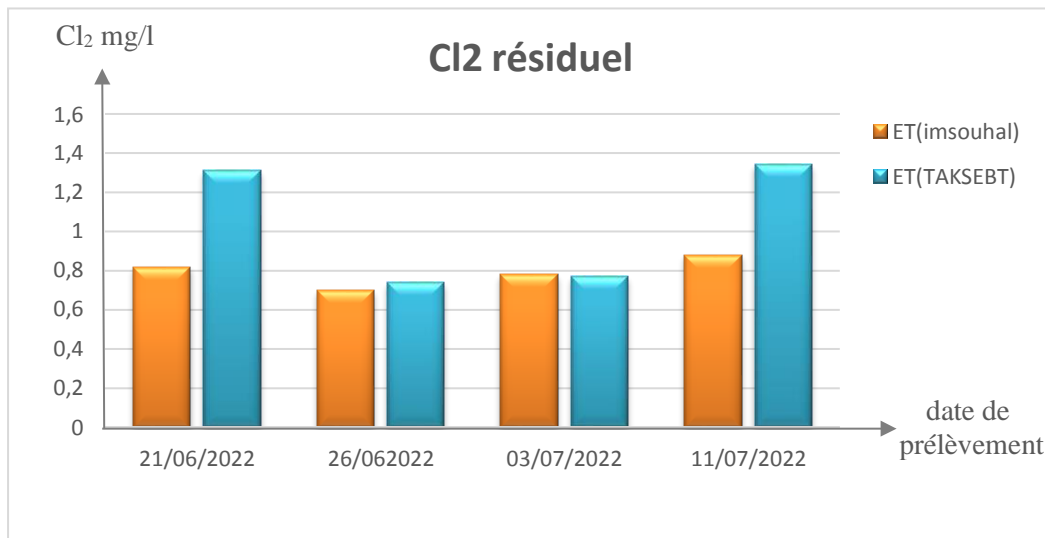


Figure n°32 : Résultats du chlore résiduel des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

On remarque que nos résultats sont similaires au 0,6mg/l obtenue par MEGDOUL K. et ILOURMANE après l'étude effectuée en 2016 sur la qualité des eaux du sous bassin hydrographique de Souk EL Djemaa (W.Tizi-Ouzou) (MEGDOUL K., ILOURMANE A., 2016), et aux valeurs comprises entre 0,3 et 1 mg/l obtenue par (AMRANE S., 2015) après son étude effectuée sur l'évaluation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia (wilaya de MASKARA).

(KHOUALDI S et BELGHOUL L., 2018), après une étude réalisée sur six stations d'eau de consommation à Oum El Bouaghi, et (SLIMANI M., et FLICI S., 2014) lors de l'étude de la qualité physico-chimique et biologique des eaux de forage de Boukhalfa, ont obtenu des valeurs comprises, par ordre, entre 0,1 - 0,4 mg/l et 0,5 – 0,8 mg/l ces résultats sont inférieurs à ceux d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

A la comparaison de ces valeurs à celle enregistré au niveau des deux stations de traitement étudiée on constate que les eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT se caractérisent par une bonne désinfection donc apte à être consommée.

3. Etude des paramètres indésirables

3.1. Fer (Fe^{2+})

L'histogramme (figure n°33) montre que la teneur en fer dans :

L'eau brute de TAKSEBT et d'IMSOUHAL diminue après traitement avec des valeurs qui varient, respectivement, entre 0 et 0,02mg/l et 0,03 et 0,07mg/l. Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne qui est de 0,3mg/l confirmant ainsi l'efficacité de leur traitement.

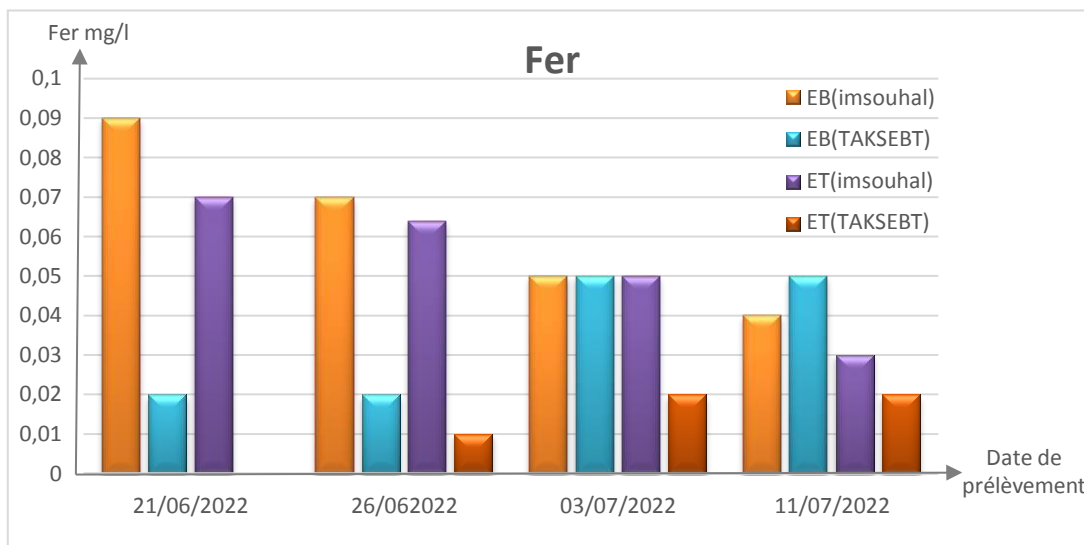


Figure n°33 : Résultats du Fer des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

La présence du fer dans l'eau peut, d'après (*Belghiti et al., 2013*), favoriser la prolifération de certaines souches de bactérie qui précipitent le fer, corrodant les canalisations ou tachant le linge, or que notre eau traitée, avec ses valeurs rentrant dans la norme, est loin d'être une cause de tous les effets du fer déjà cités.

Nos résultats sont similaires au résultat trouvé par (*RAZAKARIVOARISOA L. D., 2016*) qui est de 0,05mg/l pour l'eau traitée lors de son étude sur la désinfection de l'eau par chloration: cas du Fokontany de SAHAVALAINA : Suivi et détermination du taux de l'hypochlorite de sodium en 2016.

(*BOUAROURENE M., SADI M., 2016*) ont trouvé les teneurs en fer au niveau de la source Al Ainsar varient entre 0,059 et 0,103 mg/l, et au niveau de la source SAMTA varient entre 0,079 et 0,105 mg/l lors de leur étude réalisée pour la caractérisation et la valorisation de quatre sources dans la région de Toudja Wilaya de Bejaia, montrent ainsi que les eaux de la source

Al-Ainser et SAMTA sont plus chargé en Fer par rapport aux eaux de TAKSEBT et IMSOUHAL.

3.2. Ammonium (NH₄⁺)

Comme il est indiqué dans la figure n°33 toutes les valeurs enregistrer dans l'eau traitée montre l'absence totale de l'ammonium, ce qui témoigne l'efficacité des traitements. La teneur observé dans les eaux brutes est une indication de contamination d'eau par des rejets organique d'origine agricole, domestique ou industrielle.

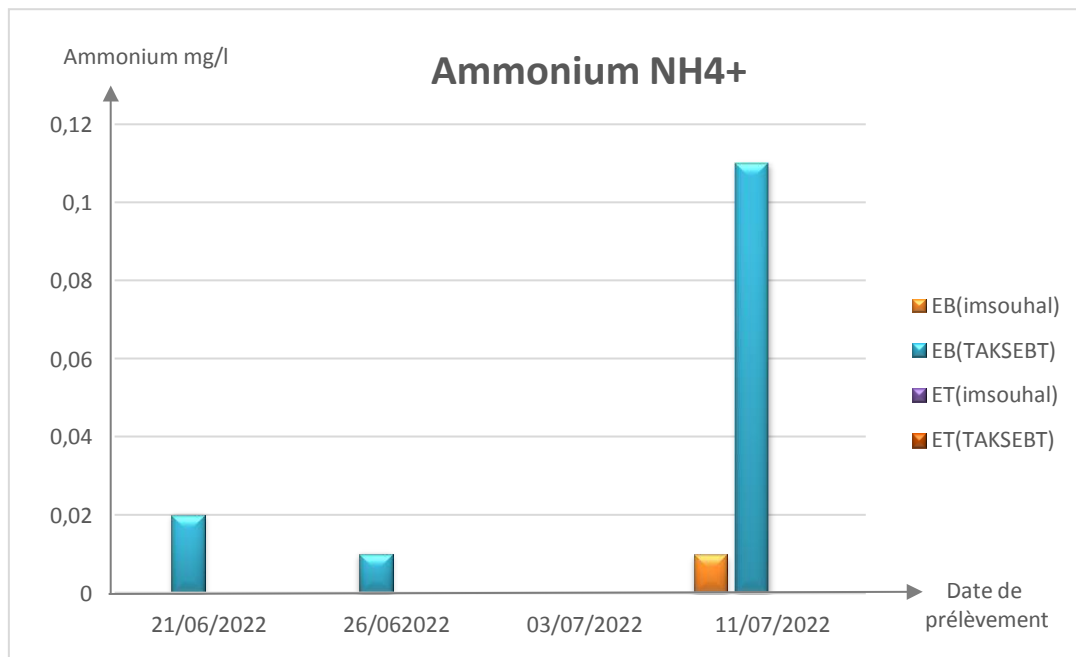


Figure n°34 : Résultats de l'ammonium des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Les teneurs en ammonium (NH₄⁺) enregistrées sont cependant :

- similaire à celle obtenue par (*ILLALA et CHERFAOUI.S en 2018*), leurs travaux effectués sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de consommation de la ville de BOUIRA, et à ceux de (*ABDNNOUR N., et AIT NAMANE T., 2015*) lors de l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux mise en distribution de la ville de Tizi-Ouzou (Barrage de TAKSEBT et Forage de Boukhalfa) ce qui confirme la fiabilité de nos résultats.
- opposé à celles trouvés par (*Romuald OMBALA, 2013*) avec une variation de 1 à 3mg/l, lors de son étude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du

projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

3.3. Aluminium (Al)

Après traitement des eaux brutes de TAKSEBT on remarque, d'après l'histogramme, une apparition de l'aluminium dans l'eau traitée avec une maximale de 0,103mg/l inférieure au 0,2 mg/l de la norme, cette augmentation est causé couramment par l'ajout du sulfates d'alumine comme coagulant pendant le traitement de l'eau pour éliminer la turbidité, la matière organique et les microorganismes et qui génère une concentration d'aluminium résiduelle

Alors que la teneur en aluminium dans les eaux traitées d'IMSOUHAL dépasse largement la norme qui est de 0,2 mg/l avec des valeur de 0,25 mg/l, 0,394 mg/l et de 0,437 mg/l causé surement par l'ajout d'une quantité de sulfate d'alumine qui dépasse la dose nécessaire à la coagulation.

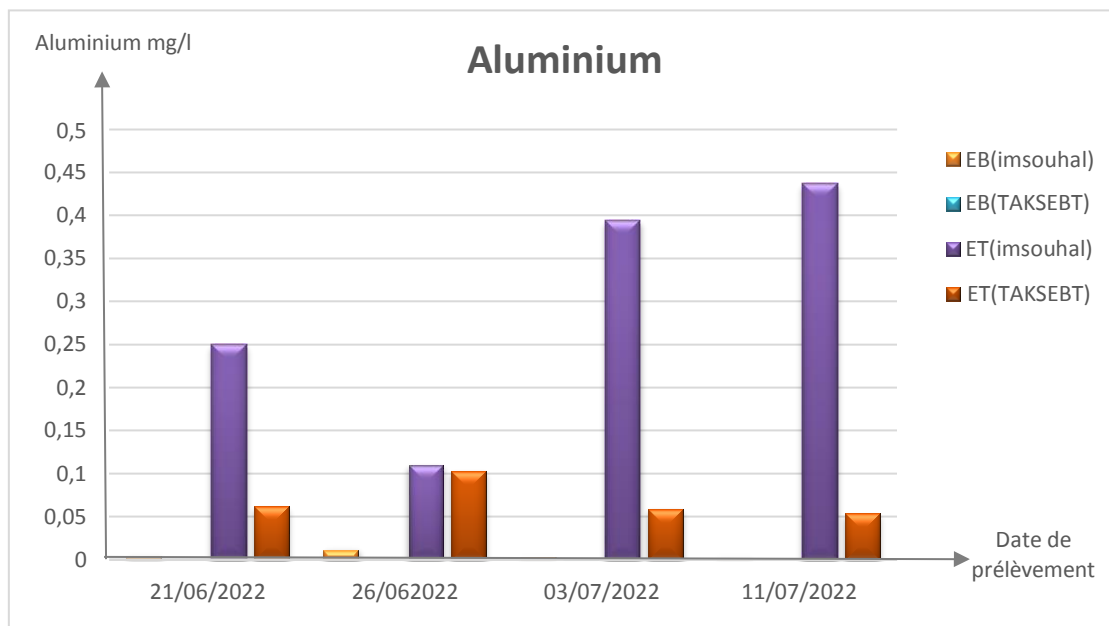


Figure n°35 : Résultats de l'aluminium des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Les résultats trouvés dans les eaux traitées de TAKSEBT sont approchantes aux valeurs comprise entre 0.08 mg/l et 0.12mg/l, trouvés sur les mêmes eaux par (Koumad Z. et Benbelkacem F., 2016) et aux valeurs comprise entre 0,038 mg/l et 0,188 mg/l trouvés par (Bourbas F. et Houamdi S., 2016) lors de leurs suivie de l'évolution de la concentration de l'aluminium par la méthode LCK 301 des eaux du barrage de TAKSEBT.

3.4. Ortho-phosphates (PO_4^{3-})

Selon les résultats obtenus lors de l'analyse des eaux traitées des deux stations avec des valeurs qui varient entre 0 et 0,3 mg/l, comme la figure n°35 l'indique, sont inférieure à 0,5 mg/l de la norme prouvant ainsi la conformité des eaux issue des deux procédés, ce qui confirme l'excellente qualité des eaux traitées en termes de phosphate.

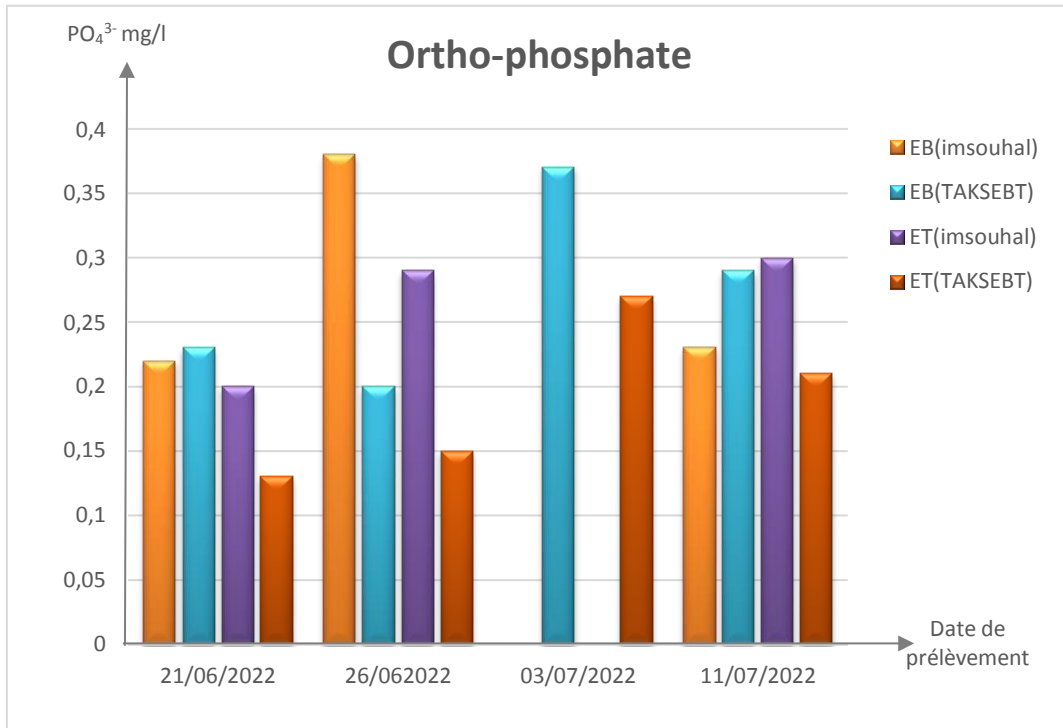


Figure n° 36: Résultats des ortho-phosphates des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Ces résultats sont en contradiction avec ceux de ILLAL A. et CHERFAOUI S. obtenue en 2018 après une étude sur les eaux de consommation de la ville de BOUIRA qui ont obtenue des valeurs négatifs concernant ce paramètre, ce qui indique que la présence des phosphates dans les eaux brutes d'IMSOUHAL et TAKSEBT est probablement due a une contamination d'origine agricole (engrais phosphatés) ou autre.

Par contre les résultats obtenus par (Aouissi L., et Merabti W., 2019) avec des valeurs comprises entre 0 et 0,111 mg/l lors de leur étude physico-chimique, bactériologique et développement d'un système de traitement (membrane à base de charbon actif) sont analogue aux notre.

3.5. Nitrites (NO₂⁻)

D'après les valeurs enregistrées lors de l'analyse, on remarque une diminution des teneurs en nitrites de l'eau brute à l'eau traité des deux stations avec des valeurs inférieure au 0.2mg/l du décret algérien exécutif n° 11-125 du 2014, c'est un indicateur de bonne qualité des eaux traitées échantillonné concernant les nitrites. Ce qu'implique l'efficacité des deux procédés de traitement.

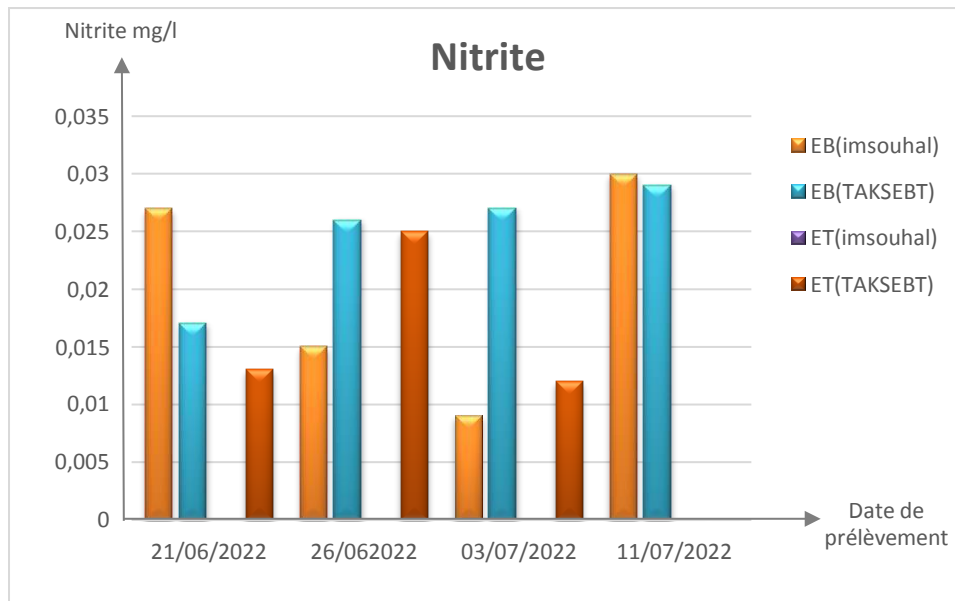


Figure n°37 : Résultats des nitrites des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Leur présence dans l'eau en quantité importante peut dégrader sa qualité et affecter la santé humaine du fait de son important pouvoir oxydant, les teneurs en nitrites obtenue dans nos échantillons sont :

- similaires aux résultats trouvé par KADDOUR.B et KALDI.M en 2021 lors d'une étude sur la qualité physico-chimique des eaux potable de la ville d'EL-OUED ce qui confirme nos résultats.(KADDOUR.B et KHALDI.M., 2021)
- et différent a ceux trouvés par (Maurille et al., 2018) dans leur étude sur la variation saisonnière de la pollution par les nutriments et des matières en suspension dans le réseau de drainage du bassin de l'Okpara à Parakou (Nord-Est du Bénin) avec des valeurs compris entre 0,45 et 3,34mg/l dépassant ainsi largement la norme dictée par l'OMS qui est de 0.2mg/l

Une étude a été fait par (ZEGAIT et al., 2016) sur la qualité des eaux souterraine dans le Sahara Algérien, où ont enregistré une valeur moyenne de nitrite de 0,01 mg/l qui est similaire à nos résultats

D'après les études de (DEGBEY *et al.*, 2009 ; LAGNIKA *et al.*, 2014), La pollution nitrique des eaux souterraines serait due aux déchets des animaux, au fumier ou aux engrais chimiques utilisés dans la fertilisation des terres agricoles avoisinantes aux puits. L'excès de nitrites peut donc entraîner une anémie grave, surtout chez les nourrissons. Les femmes enceintes consommant de l'eau chargée en nitrates peuvent indirectement entraîner une anémie de l'enfant en cours de développement. Les nitrites peuvent aussi se combiner au cours de la digestion avec des dérivés de protides et former des substances soupçonnées d'être cancérogènes: les nitrosamines (KOSTRABA *et al.*, 1992; PARSLOW *et al.*, 1997)

3.6. Nitrates (NO₃⁻)

On observe, selon l'histogramme (figure n°38), une diminution de la teneur en nitrate dans les eaux traitées des deux stations. Il est recommandé pour les nitrates une valeur maximale de 50 mg/l dans les eaux destinée à la consommation humaine

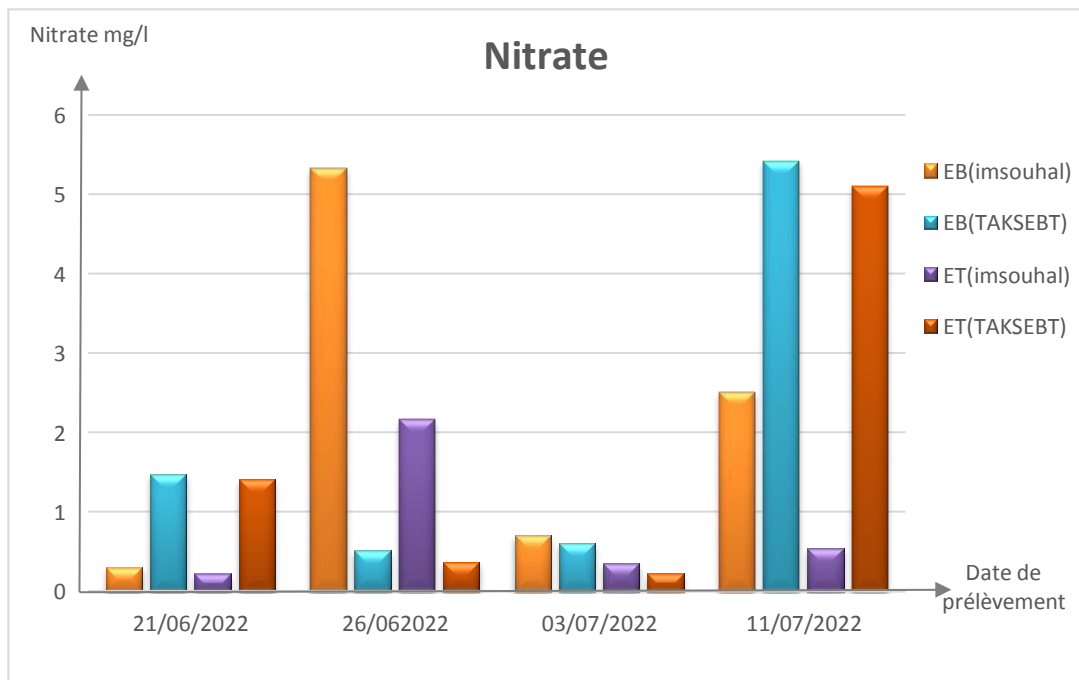


Figure n°38: Résultats de nitrate des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Les résultats de notre étude ont révélé que les nitrates dans les eaux traitées d'IMSOUHAL et TAKSEBT avec une maximal de 5,1 mg/l sont largement inférieurs à cette norme, ce qui implique que les eaux traitées issue des deux stations n'auraient pas d'impact sur la santé du consommateur.

Nos résultats sont :

- Reprochable à la valeurs maximale de 12.6 mg/l trouvés par (Maurille et al., 2018) dans leur étude sur la variation saisonnière de la pollution par les nutriments et des matières en suspension dans le réseau de drainage du bassin de l'Okpara à Parakou (Nord-Est du Bénin)
- Et en contradiction avec ceux trouvés par (DOUIS D., 2017) lors de son étude de la qualité des eaux souterraines (région sud-ouest) du plateau de Mostaganem, avec des valeurs qui atteintes les 160,3 mg/l

3.7. Résidus sec

Les teneurs en résidus secs trouvés dans les eaux traité de TAKSEBT sont comprises dans la fourchette de 316 mg/l à 400mg/l rentrant largement dans la norme Algérienne qui est de 2000mg/l.

Alors qu'à IMSOUHAL la teneur en résidus secs augmente après traitement reflétant ainsi une mauvaise coagulation, décantation et filtration exercé par le procédé de la station. Malgré cette augmentation, les valeurs restent toujours dans les normes exigées

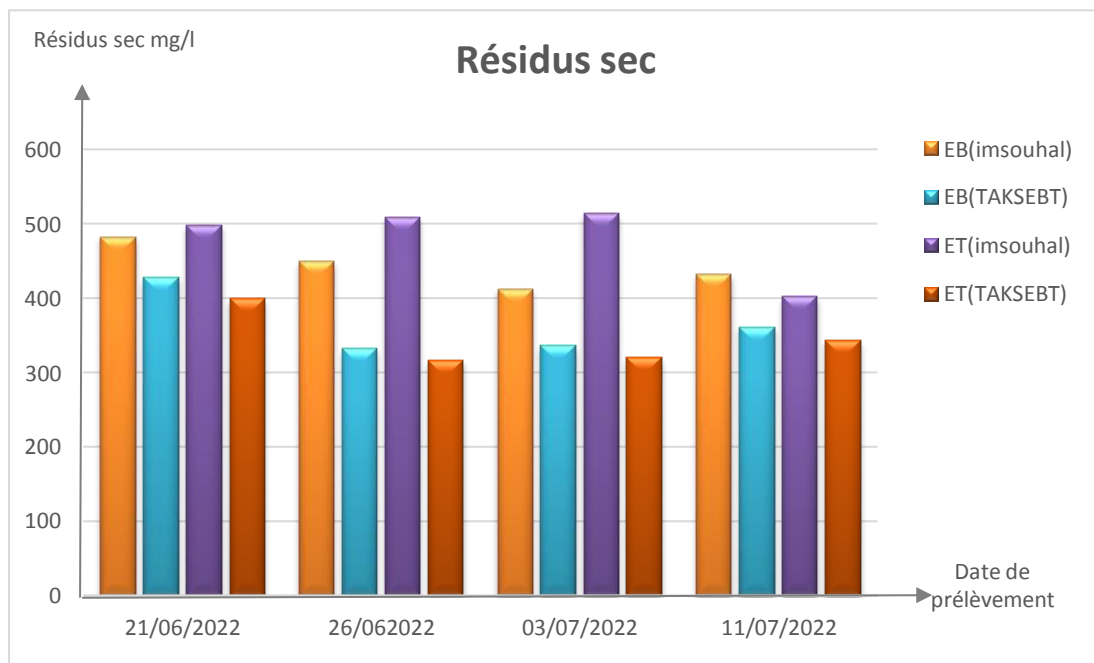


Figure n°39 : Résultats des résidus secs des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Les valeurs enregistrer par (BOUCHEMAL M et HAMMOUDI A en 2015) après une étude réaliser dans le bute d’analyser la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debegh à Guelma montre une similitude avec nos résultats.

(BOUTABA I, 2018) les résultats de son étude sur l’analyse de la qualité physico-chimique et bactériologique de quelques marques embouteillées on montré que le taux des résidus sec dans ces eaux varie entre 160 et 706 mg/l.

3.8. MES

D’après les résultats obtenues on constate que le taux des MES des eaux brute des deux stations avec une variation de 17 à 52 diminue après traitement, montrant ainsi l’efficacité des deux procédé de traitement.

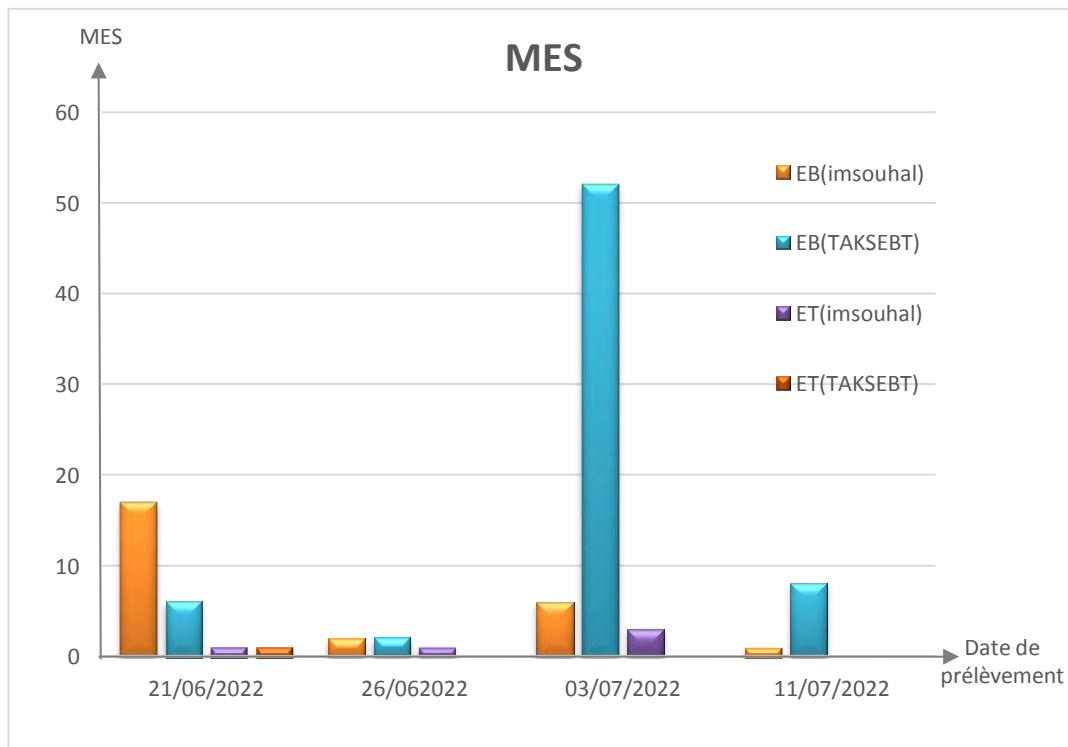


Figure n° 40: Résultats des MES des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

L’étude réalisée par (BOUZIDI S. et CHELIHI Z., 2017) sur la caractérisation physico-chimique et bactériologique avant et après traitement de l’eau du barrage de Hammam Debagh à Guelma, montre que les valeurs des MES dans les eaux du barrage après traitement sont nulles, on comparant a nos résultats nous remarquons une similitude, ce qui explique le bon rendement des deux procédés de traitement.(SLIMANI M., FLICI S., 2014) à leur tour on trouvé des résultats nul en terme des MES dans leur étude effectuer sur les eaux du forage de Boukhalfa.

3.9. Titre Alcalimétrique (TA)

Les résultats illustrés dans l'histogramme ci-dessous représentent les valeurs du TA de l'eau brute et traité des deux stations en mg/l

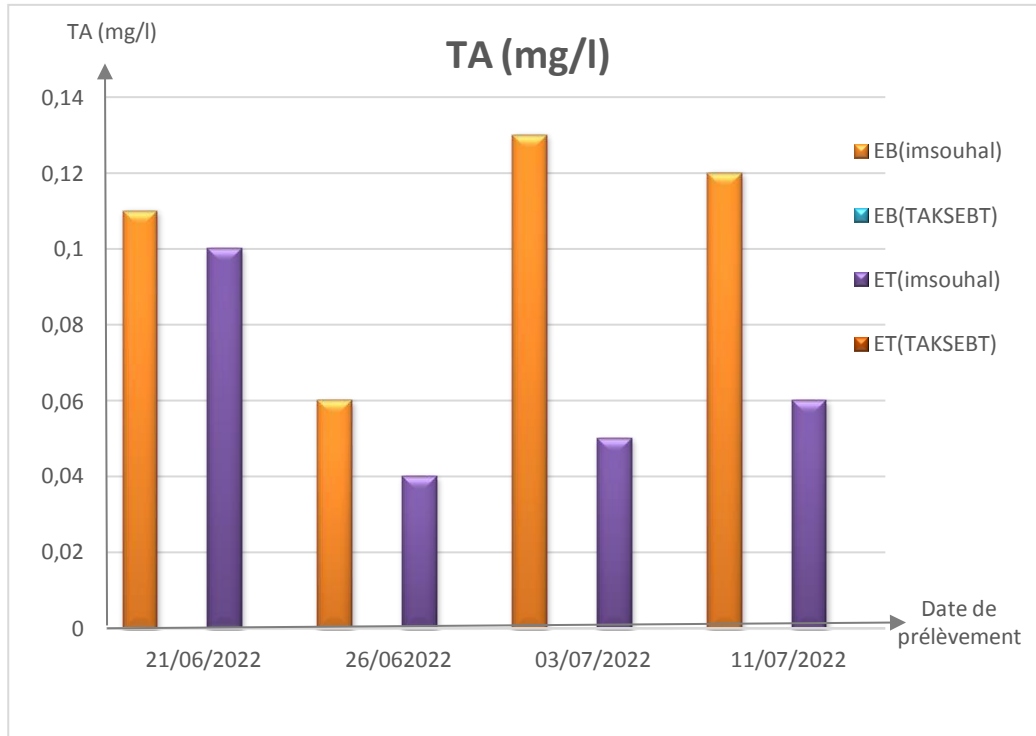


Figure n°41: Résultats de TA des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

La figure ci-dessus montre que le titre alcalimétriques (TA) est nul dans les eaux brutes et traitées de TAKSEBT, et des valeurs comprise, dans l'ordre entre 6 et 13 mg/l et 1 et 6 mg/l pour les eaux brute et traitées d'IMSOUHAL.

Nos résultats d'analyse des eaux de TAKSEBT sont similaires à ceux trouvé par (BBRAHIMI T., et HAMADI R., 2015) après son étude sur la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux de consommation de la ville de Tizi-Ouzou, et ceux trouvé par (SLIMANI M., et FLICI S., 2014) lors de son étude effectuer sur les eaux du forage de Boukhalfa.

3.10. Titre alcalimétrique complet (TAC)

D'après l'histogramme, le titre alcalimétriques complet (TAC) de l'eau brute du barrage TAKSEBT a enregistré une maximale de 175 mg/l CaCO₃, et l'eau brute d'IMSOUHAL 152 mg/l CaCO₃, on constate donc que l'eau de TAKSEBT est plus alcaline que l'eau d'IMSOUHAL, cette légère variation est due probablement à la nature des terrains traversés.

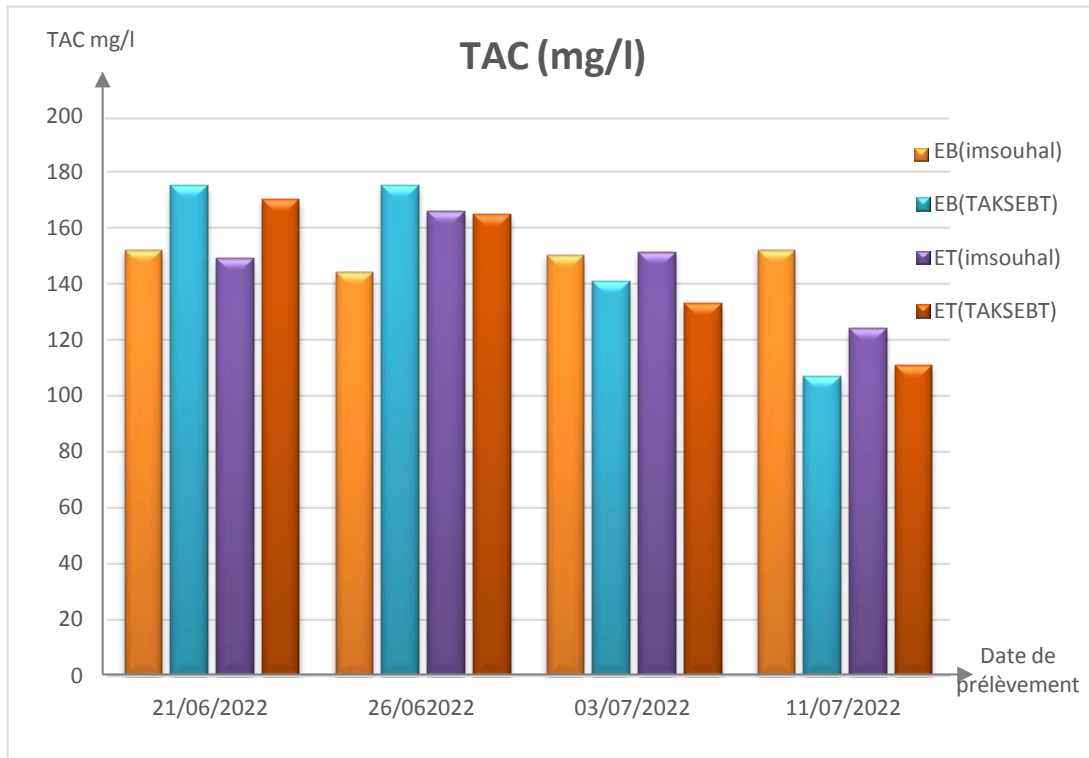


Figure n° 42: Résultats de TAC des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Après traitement, on remarque des valeurs inférieures à celle de l'eau brute, on restant dans les normes des eaux potable algérienne (500 mg/l), ce qui confirme la fiabilité des deux procédés de traitement.

Les résultats trouvé par (DERREDJIN et DJILIN., 2020) avec leur étude effectuer sur le barrage TELES DITE à BOUIRA montre une similitude avec les résultats du TAC de nos échantillons (DERREDJIN et DJILIN., 2020).

Nos résultats sont inférieurs aux valeurs comprises entre 232,2 et 248,8 mg/l de CaCO_3 trouvé par (SLIMANI M., et FLICI S., 2014) lors de son étude effectuée sur les eaux du forage de Boukhalfa.

3.11. Dureté total (TH)

Les résultats obtenus montrent une dureté des eaux traitées qui varie entre 160 et 300mg/l de CaCO_3 , ces valeurs sont inférieures à 500mg/l de CaCO_3 de la norme algérienne, ce qui confirme l'efficacité des traitements suivis par les deux stations.

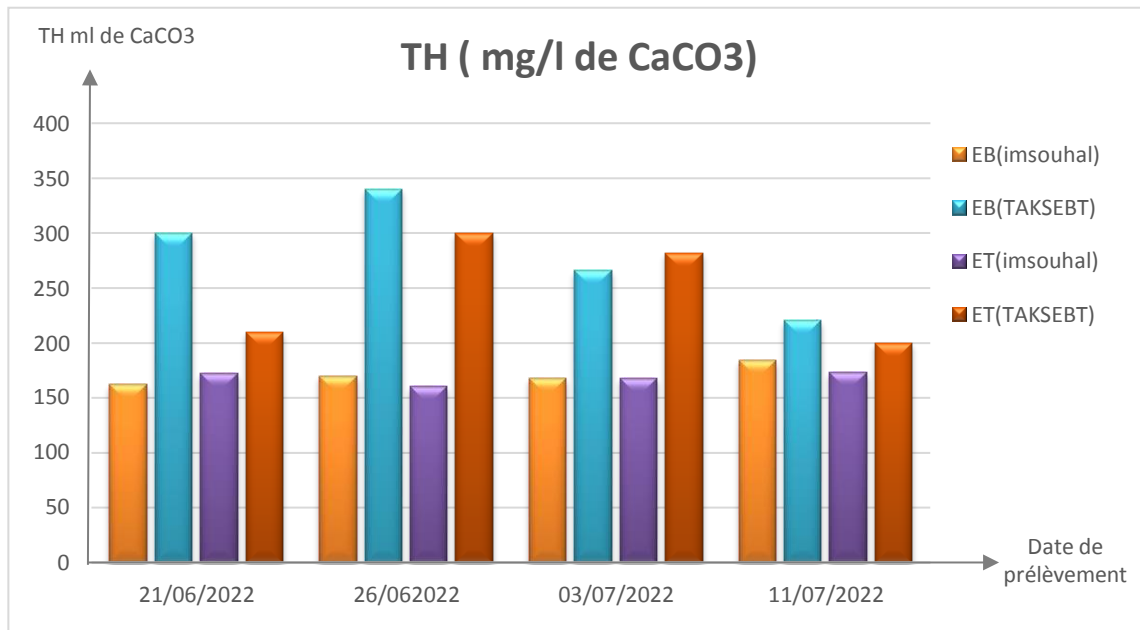


Figure n°43: Résultats du TH des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Selon (*GHAZALI et al., 2013*), Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO_3) :

- eau douce, de 0 à 15°F;
- eau mi-dure, de 15 à 30°F;
- eau dure, de > à 30°F.

Les résultats obtenus pour les eaux traitées d'IMSOUHAL et TAKSEBT présentent une concentration maximale de 173mg/l de CaCO_3 soit 17.3 en °F et une concentration de 300mg/l de CaCO_3 soit 30°F, ce qui implique que l'eau traitée des deux stations sont mi-dure ou modérément dure. Et en se référant aux normes algériennes fixées en 2014, notre eau peut être distribuée aux consommateurs.

Selon (*Tamrabet O., 2016*) après son étude réaliser pour évaluer la qualité physico-chimique des eaux d'alimentation de la ville de Ain El Beida (Oum El Bouaghi), a trouvé des résultats qui dépasse les 320 mg/l ce qui y'a permet de classer les eaux de cette région comme une eau dure, ces résultats sont on contradiction avec ceux trouvé dans les eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

Les valeurs obtenus par (*BOUAROURENE M., et SADI M., 2016*) après leur étude effectuer pour la caractérisation et la valorisation de quatre sources de la région de Toudja Wilaya de Bejaia, avec une variation de TH dans l'intervalle de 200 et 204 mg/l de CaCO_3 pour la source de Timanithine, 456 et 465 mg/l de CaCO_3 au niveau de la source d'Ait Smail, 212 et 280

mg/l de CaCO_3 pour la source de El-Ainser, 320 et 332 mg/l de CaCO_3 pour la source Samta, montrent que la source de EL-Ainser et Timathinine sont mi-dure similaire aux eaux des deux stations étudiées, quant à la source de Ait Smail et Samta avec leurs valeurs supérieures à 30°F mais restent toujours dans les normes de potabilité sont plus dures que les eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

3.12. Dureté calcique (TH_{Ca})

D'après l'histogramme, la teneur de TH_{Ca} dans les eaux traitées d'IMSOUHAL varie entre 33,6 et 40,8 mg/l, et les eaux traitées de TAKSEBT varient entre 32 et 64 mg/l, on remarque donc que les teneurs élevées sont enregistrées au niveau du barrage TAKSEBT.

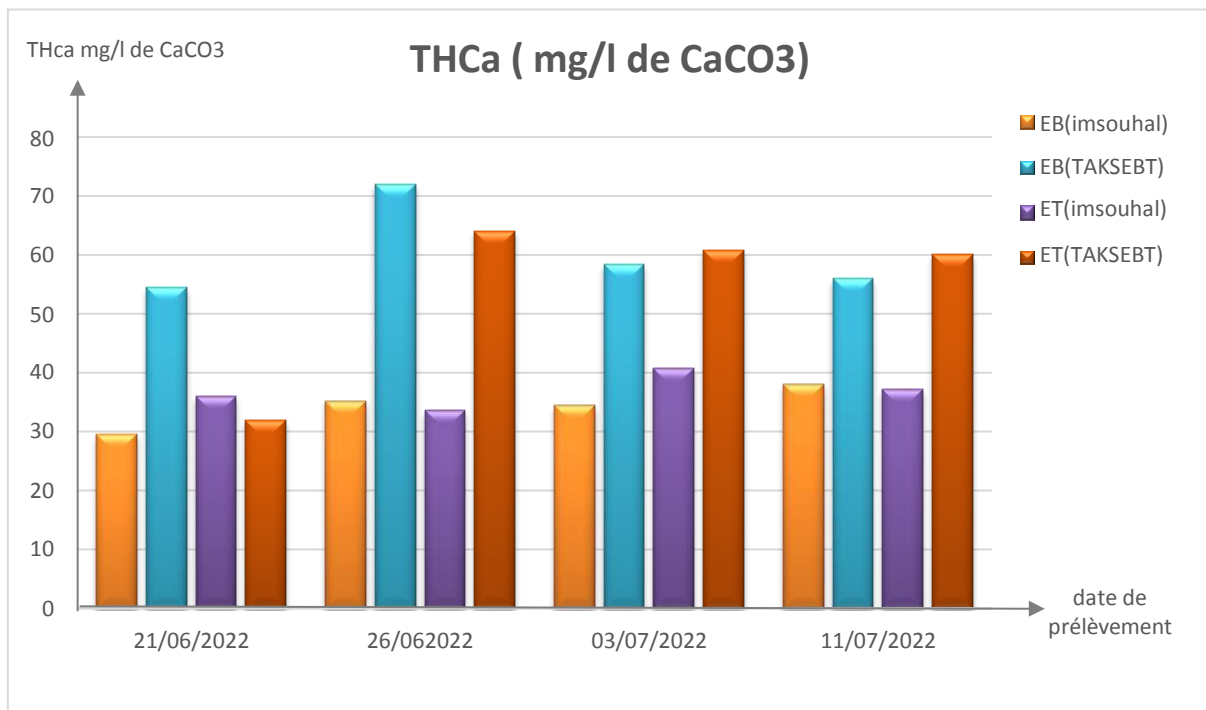


Figure n°44 : Résultats de la dureté calcique TH_{Ca} des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

La teneur en calcium dans les eaux des deux stations présente des valeurs inférieures à la concentration maximale admissible de 200 mg/l pour l'eau potable.

Nos résultats correspondent à ceux trouvés par (DERRIDJI N et DJILI N., 2020) après une étude réalisée sur les eaux traitées du barrage TELES DITE à Bouira dans le but de comparer entre la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de ce barrage et l'eau de quatre sources naturelles sises sur le versant sud de Djurdjura.

L'étude effectuée sur les eaux d'alimentation de Ain El Beida à Oum El Bouaghi par (Tamrabet O., 2016), montre des valeurs qui atteignent les 125 mg/l largement supérieures à ceux d'IMSOUHAL et TAKSEBT trouvés dans nos échantillons.

Nos résultats en ce qui concerne la dureté calcique sont inférieurs aux valeurs trouvées par (BOUAROURENE M., et SADI M., 2016) qui varient entre 42,6 et 168 mg/l, obtenues après une étude réalisée sur quatre sources situées dans la région de Toudja Wilaya de Bejaia.

3.13. Dureté magnésienne

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, les valeurs du magnésium observées au niveau des eaux traitées d'IMSOUHAL varient entre 16,04 et 21,38 mg/l, des teneurs élevées notées dans les eaux traitées de TAKSEBT avec des valeurs comprises entre 21,38 et 63,18 mg/l mais ne dépassent pas les normes. Cet élément est présent avec des quantités importantes dans les eaux de TAKSEBT, sa teneur dans l'eau varie de la nature des terrains traversés.

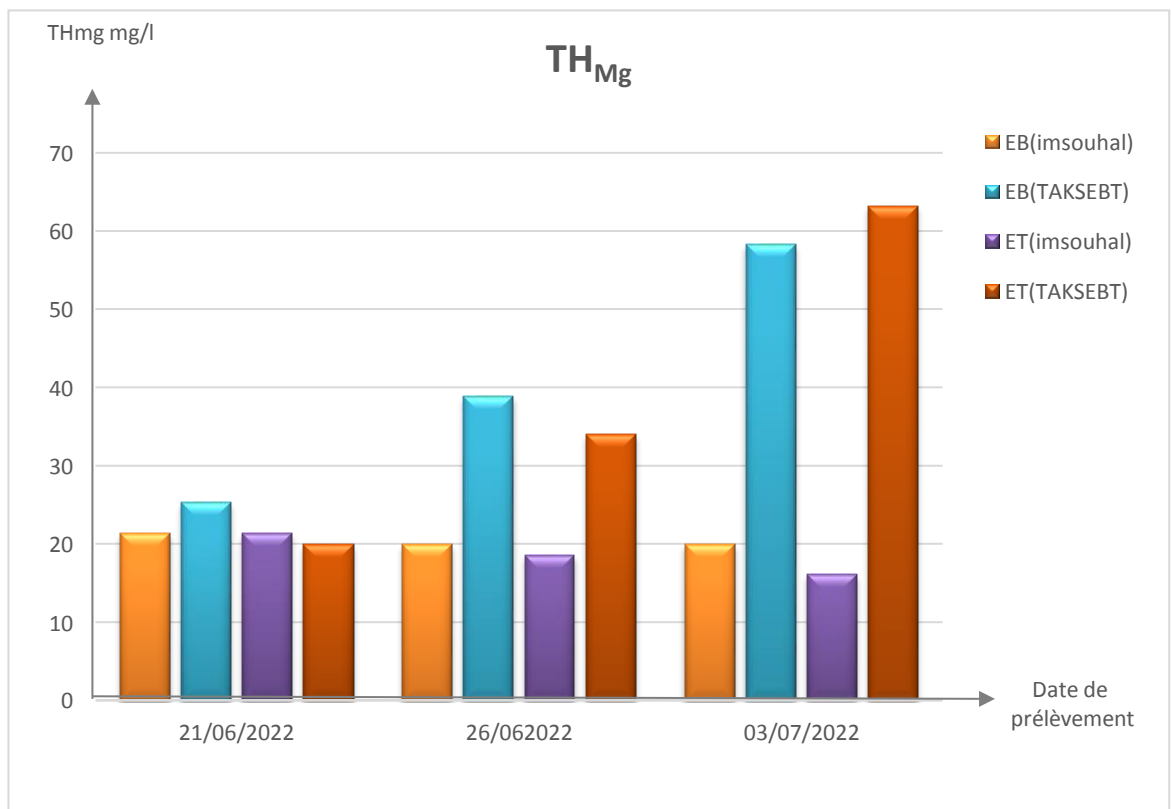


Figure n°45 : Résultats du TH_{Mg} des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Ces teneurs enregistrés dans nos échantillons s'avèrent très inférieure à celle trouvé par (DJEHHDJEHGH F., 2013) lors d'analyse de la qualité de l'eau potable dans la ville d'Ourlal à Beskra, qui montre des teneurs qui arrive jusqu'à 240,5 mg/l.

Les valeurs obtenus dans nos échantillons sont supérieure a celles trouvées par (Orou et al., 2016) qui ont enregistré des valeurs comprise entre 0,78 et 9,29 mg/l.

On comparant nos résultats à ceux de (BOUAROURENE M., et SADI M., 2016) dans son étude réaliser sur quatre sources à la wilaya de Béjaia, ces valeurs obtenus qui oscillent autour d'une moyenne de 6,45 mg/l à Timanithine, 15,81 mg/l à Ait Smail, 27, 41 mg/l à El-Ainser, 17,74 mg/l à Samta sont similaire aux notre.

3.14. Chlorure (Cl⁻)

Selon les normes locales de potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500mg/l dans les eaux de consommation.

Cependant l'analyse des eaux traitées des deux stations a révélé des quantités normales de chlorure allant de 25.52 à 74.45 mg/l.

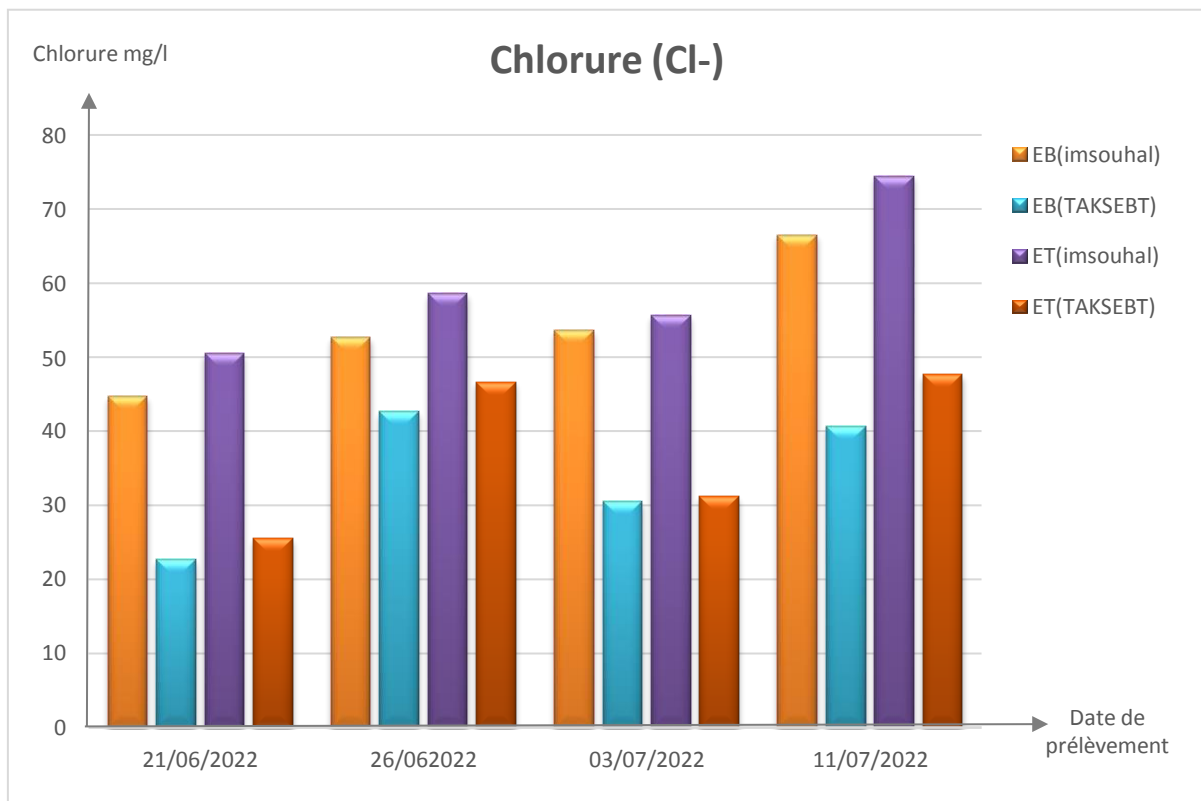


Figure n°46 : Résultats des chlorures des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

Il s'avère, d'après certaines études (Weinberg, 1986 ; Schultz, 1984 ; Siggaard-Anderson, 1976 ; Tortora, 1984) que même dans le cas de quantité excessive dans l'eau potable, les chlorure n'auraient pas d'effet néfaste sur la santé de consommateur car les concentrations de chlorure dans le corps sont bien régulier en moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonale.

Les résultats des analyses obtenue par (KHOUALDI S et BELGHOUL L., 2018) après une étude effectuer dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux de consommation de Oum El Bouaghi issue de six stations de traitement, présente des teneurs en chlorures qui varie entre 178 et 231 mg/l mais qui ne dépasse pas la norme, a la comparaison avec nos résultats nous remarquons qu'ils sont largement élevées par rapport a ceux trouvé après analyse dans les eaux d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

3.15. Matière organique (MO)

La matière organique dans l'eau brute des deux stations est présente par des quantités qui varient entre 0 et 2.61 mg d'O₂/l. La présence de MO peut être d'origine naturel (érosion, dégradation des végétaux, des animaux...) ou anthropique (les rejets agricole, les rejets industriels...). Cette quantité diminue après traitement avec des valeurs, comprise entre 0 et 2.53 mg d'O₂/l, inférieure à la norme internationale est ça revient à la complémentarité des étapes de traitements des deux stations.

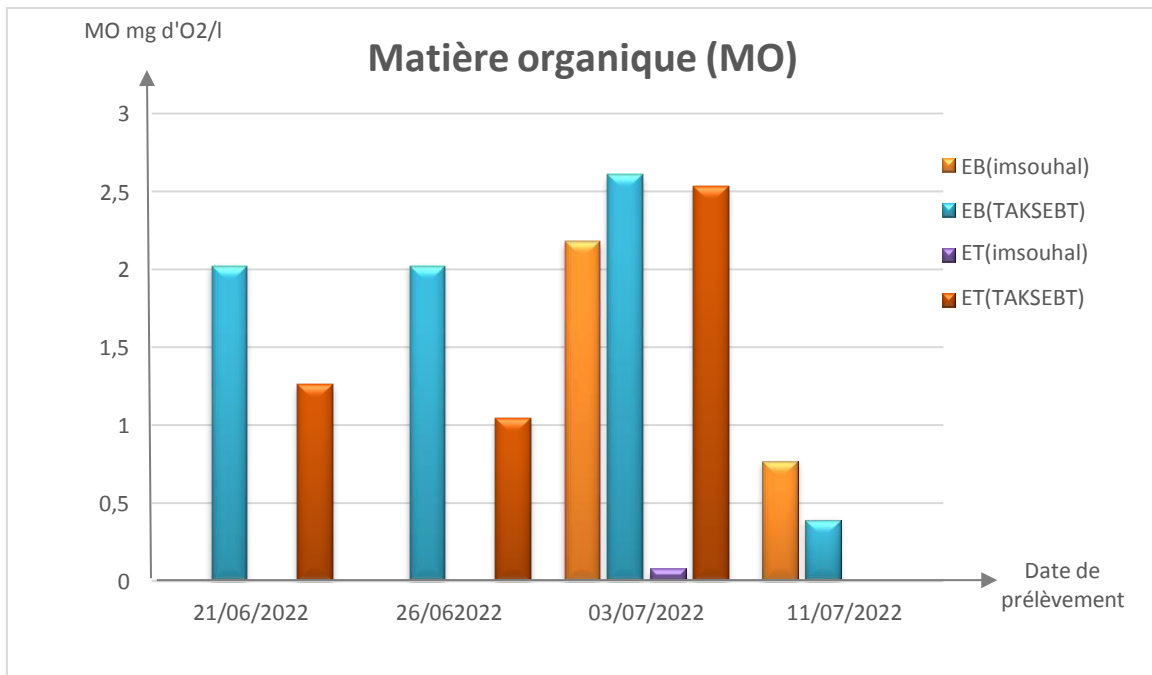


Figure n°47 : Résultats de la matière organique des eaux des deux stations TAKSEBT et IMSOUHAL.

(ARAB L., et OUDAFAL N., 2014) ont trouvées une valeur maximale de 1,03 mg d'O₂/l après l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brute et traitées du Barrage de TAKSEBT en 2014, donc on remarque qu'elle est inférieure aux valeurs trouvées dans les eaux des deux stations étudiées, et les valeurs obtenues par (AMRANE S., 2015) lors de l'évaluation de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia (Wilaya de MASKARA) sont comprises entre 1,28 et 2,97 mg d'O₂/l sont rapprochées aux résultats des eaux traitées d'IMSOUHAL et TAKSEBT.

Tandis que (ABDNNOUR N., et AIT NAMANE T., 2015) ont trouvées des valeurs minimales en terme de matière organique dans les eaux du barrage TAKSEBT et les eaux du forage de Boukhalfa en 2015 qui sont comprises entre 0,71 et 0,42 mg d'O₂/l.

(Aouissi L et Merabti W., 2019), ont trouvées lors de l'étude physico-chimiques et bactériologique et développement d'un système de traitement que la matière organique dans les eaux traitées issue de la station de Hemmam Debagh à l'Oued varie entre 3,2 et 4,3 mg d'O₂/l, à la comparaison avec nos résultats nous remarquons que le processus de traitement des deux stations étudiées IMSOUHAL et TAKSEBT est efficace en terme de matière organique.

4. Résultats des analyses bactériologiques

4.1. Micro-organismes revivifiables à 22 et 37°C

À la première vue on observe une diminution des bactéries de 22°C à 37°C ce qui revient à l'absence des germes qui tolèrent pas la température comprise entre 22 et 37°C.

Après traitement, absence totale des micro-organismes revivifiables à 22 et 37°C dans les eaux traitées, sauf dans l'échantillon d'eau traitée d'IMSOUHAL prélevé le 21 juin où on remarque une présence de 3 et 1 UFC/ml, par ordre, à 22 et 37°C, dû soit à la contamination lors de l'échantillonnage ou à une mauvaise désinfection. Incompatible avec les résultats de (BELHOCINE Y. et MANKOUR L., 2016) qui ont trouvées des charges négatives dans les eaux des forages de Boukhalfa donc absence de tout germe indicateur de pollutions.

Le cas de (MERAH Abdelkader, 2019) qui a trouvés varient entre 1UFC/100 ml, 12 UFC/100 ml à 22°C dans son étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau des puits de la région El Hassaine de la wilaya de Mostaganem.

Tableau n° 7:Résultats du dénombrement des micro-organismes revivifiable à 22 et 37c°.

Date	Type d'échantillon	micro-organismes revivifiable	
		à 22c°	à 37c°
21/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	Indénombrable	Indénombrable
	Eau traitée D'IMSOUHAL	03	01
	Eau brute De TAKSEBT	84	57
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
26/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	4328	3150
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	111	81
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
03/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	6100	3050
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	0	0
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
11/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	3500	4100
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	164	112
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0

4.2. Coliformes

Les résultats portés sur le tableau n°8 montrent que l'eau brute d'IMSOUHAL représente des charges plus élevées que l'eau brute de TAKSEBT en coliformes totaux et fécaux. Cette charge présente dans les eaux brutes est probablement due à une pollution provenant de plusieurs sources d'origine anthropique soit urbaines (activités domestiques ; eaux d'égout, eaux de cuisine...) ou agricoles (engrais, pesticides). Après traitement les teneurs trouvées sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (0UFC/ml), confirmant ainsi l'efficacité des deux procédés de traitement. Pareil pour (SARI H., 2014) qui

a signalé l'absence des coliformes totaux dans les résultats de son étude sur l'eau de la source Attar Tlemcen.

Dissemblablement à (AMIRAT A. et NECIRI S., 2017) qui ont remarqué que la charge bactérienne en coliformes totaux dans l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla, varie entre des valeurs moyennes de l'ordre 0.03 a $2,17 \times 10^4$ ufc/ml

Tableau n° 8:Résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux (E-coli).

Date	Type d'échantillon	Coliforme totaux	Coliforme fécaux
21/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	Indénombrable	14
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	Indénombrable	02
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
26/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	3920	2880
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	276	02
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
03/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	12400	2400
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	2140	182
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
11/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	18400	8400
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	38	04
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0

4.3. Streptocoques fécaux et spore de *Clostridium sulfito-réducteur* (ASR)

Les résultats du dénombrement montrent une présence des ASR dans les eaux brute du 21/06 et du 11/07, des deux stations, ce qui indique la présence d'une contamination ancienne. Tandis que, après traitement, l'absence total des spores dans les eaux traitées conformément à la réglementation en vigueur de la norme algérienne (0UFC/100ml). Tandis que (BENTOUNES A. H., 2017) qui a trouvés des charges comprise entre 1 et 15UFC/100ml dans l'eau des puits de la wilaya de Mostaganem.

L'eau brute d'IMSOUHAL est plus chargée que l'eau brute de TAKSEBT en ce qui concerne les streptocoques fécaux, et ils sont présents dans l'eau brute et absentes dans les eaux traitées, sauf dans l'échantillon d'eau traité d'IMSOUHAL prélevé le 21 juin où on remarque une présence des streptocoques fécaux dû aux causes déjà soit à une contamination lors de l'échantillonnage ou à une mauvaise désinfection.

Contrairement à (ALLOUNE M. et GOUADER Y., 2013) qui ont trouvés une absence totale des streptocoques fécaux soit dans les eaux avant traitement ou après traitement de la région de Bordj Bou Aréridj.

Tableau n°9 : Résultats du dénombrement des *Streptocoques fécaux* et de spore de *Clostridium sulfito-réducteur* (ASR).

Date	Type d'échantillon	<i>Streptocoques fécaux</i>	ASR
21/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	Indénombrable	Indénombrable
	Eau traitée D'IMSOUHAL	02	0
	Eau brute De TAKSEBT	06	12
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
26/06/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	1080	0
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	01	0
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
03/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	1900	0
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute	02	0

	De TAKSEBT		
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0
11/07/2022	Eau brute D'IMSOUHAL	02	100
	Eau traitée D'IMSOUHAL	0	0
	Eau brute De TAKSEBT	02	10
	Eau traitée De TAKSEBT	0	0

Enfin, les résultats d'analyse microbiologique ont montré une similitude de la qualité bactériologique des eaux destinées à la consommation humaine issue des deux procédés de traitement des deux stations, et que ces dernier répond aux normes Algérienne en vigueur témoignant ainsi la fiabilité des deux procédés.

Conclusion

Lorsqu'une eau est destinée à la consommation humaine, elle doit être de bonne qualité et doit respecter les normes d'eau potable. Les stations de traitement des eaux potable veillent à satisfaire les besoins nécessaire à l'alimentation en eau potable à la fois en quantité et en qualité.

A l'issue de cette étude les deux stations de traitement des eaux destinées à la consommation humaine étudiées, suivent au sein de leurs filières de potabilisation une série d'étapes successives (Prétraitement, clarification, désinfection) pour garantir une eau de bonne qualité aux consommateurs. Les procédés de traitement utilisés dans les deux stations différent seulement au niveau des décanteurs et des filtres. La station monobloc d'IMSOUHAL est dotée de décanteurs ouverts et des filtres fermés ; la station de TAKSEBT quant à elle est dotée de décanteurs fermés et des filtres ouverts.

Le diagnostic établie pour les deux stations de traitement d'eau potable (IMSOUHAL et de TAKSEBT), basé sur les résultats de nos analyses physico-chimiques et bactériologiques, a montré que la couleur des eaux traitées varie entre 0 et 4 mg/l de platine, le pH varie entre 7,24 et 8,23, la température de nos échantillons d'eau traitée varie entre 18.2 C° et 24.8 C°, la turbidité entre 0,12 et 0,63NTU, la conductivité de nos échantillons varie entre un minimum de 519µs /cm et maximum de 750 µs/cm, la quantité d'O₂ dissous dans l'eau traitée issue des deux procédés de traitement est comprise entre 6,53 et 9mg/l d'O₂ et que la teneur en chlore dans les eaux traitées varie entre 0.7 et 1.34 mg/l. Quant aux paramètres indésirables, on a eu des valeurs qui varient entre 0.03 et 0.07mg/l en Fer, entre 0 et 0,3 mg/l pour les orthophosphates, entre 0 et 0,025mg/l et entre 0,22 et 5,1mg/l, respectivement, pour les nitrites et les nitrates, une présence minimale des MES avec une maximale de 3 et une absence totale de l'ammonium, des coliformes totaux et fécaux et des ASR dans les eaux traitées des deux stations.

Les deux stations de traitement avec leur différent procédé de traitement répondent aux normes de potabilité fixées par l'OMS et aux normes Algériennes. Ce diagnostic nous a permis aussi d'enregistrer quelques anomalies dans l'eau traitée d'IMSOUHAL lors de l'analyse de l'Aluminium avec une valeur maximale de 0.437 mg/l supérieurs au 0.2 mg/l fixée par la norme algérienne. On recommande de remédier à cela à travers l'optimisation des doses de coagulant « Sulfate d'Alumine Al₂(SO₄)₃ » a injectée dans le bassin de mélange. Aussi lors du dénombrement des streptocoques fécaux et des germes revivifiables

à 22C° et 37C° avec une présence de 1 et 3 UFC/ml. La présence de ces germes dans l'eau étudiée peut être due à une mauvaise désinfection. Dans ce cas il est primordial de prendre nos résultats en considération afin de préserver la qualité d'eau produite, et la vie des abonnés. En prévoyant l'utilisation d'autres méthodes de désinfection ou bien de vérifier les doses de l'hypochlorite de Sodium injectées.

Pour de meilleurs résultats il est préférable :

- D'utiliser d'autre coagulant à part le sulfate d'alumine tels que les sels de fer (sulfate ferrique, chlorures ferriques, sulfate ferreux).
- Opter à l'utilisation des coagulants naturels tels que Moringa oleifera, la poudre de cactus et de fruit de caroube.
- Nettoyer plus fréquent les filtres pour réduire les risques de colmatage.
- Analyser en détail le pH optimal pour une meilleure réduction d'aluminium.
- Laisser un temps de contact suffisant pour la désinfectant et l'eau traitée avant son entrée dans le réservoir (hypochlorite de sodium NaClO).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

→ [ABDENNOUR N., et., AIT NAMANE T., 2015] : Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux mises en distribution de la ville de Tizi-Ouzou (Barrage de Taksebt et forages de Boukhalfa). Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master en Agronomie spécialité traitement et Valorisation des ressources Hydriques. Université de Tizi-Ouzou 2015.

→ [ABDOULAYE DEMBA N'DIAYE, OUSMANE THIAM, MOHAMED OULD SID'AHMED OULD KANKOU, KHALID IBNO NAMR, 2013]:Turbidité et matières en suspension dans l'eau : Application à l'évaluation des métaux contenus dans l'eau de la rive droite du fleuve SENEGAL, *Larhyss Journal*, ISSN 1112- 3680, n°14, Juin 2013, pp. 93-105

→ [ABEDSLEM, 2021] : Réalisation d'urgence de digue de dérivation pour transfert dans le barrage de TAKSEBT et la recharge des champs captant. (Tizi-Ouzou 2021).

→ [Adjou A., 2013] : L'Algérie se met hors du danger par 94 barrages et des ressources hydriques considérables après le pétrole restera l'eau. *Mon journal (DZ)*. Algérie, 3p.

→ [AFNOR., 1999] : Qualité physique et chimique de l'eau.1999, Tome 4.6ème édition

→ [Akil A., Hassan T., Fatima E. H., Lahcen B., Abderrahim L.2014] : Etude de la qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou.2014.

- [Alaimia M., et Braham Y., 2020] : Analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam Debgh. Mémoire du projet de fin d'étude Master. Université Guelma, 2020.

- [Algérie-eco ,2021] : <https://www.algerie-eco.com/2021/03/22/irrigation-agricole-le-nombre-de-stations-depuration-passera-a-29-en-2021/> consulté le 18 juin 2022.

- [ALLOUNE M. et GOUADER Y., 2013] : Contrôle de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de la région de Bordj Bou Aréridj. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 Option: Analyse et contrôle de qualité des denrées alimentaires. Université Mohamed El Bachir El-Ibrahimi –Bordj Bou Aréridj, 2013.

- [Alpha S., 2005] : Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuées par l'EDM.SA dans la ville de BAMAKO : évaluation saisonnières. Soutenue pour obtention du grade de docteur en pharmacie (Diplôme d'état).

- [AMIRAT A. et NECIRI S., 2017] : Etude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de MASTER ACADEMIQUE Domaine : Sciences de la nature et de la vie Filière : Biologie Spécialité : Microbiologie appliquée. Université KASDI MERBAH, Ouargla, 2017.

- [AMRANE S., 2015] : Evaluation des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes et traitées du barrage de Bouhanifia (Wilaya de MASKARA). Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention de Master en Agronomie, spécialité Traitement et valorisation des Ressources Hydriques. Université de Tizi-Ouzou 2015.

- [ANJOU., 2008] : Elimination de la matière organique dans les concentras membranaires, p69.

- [Aouissi L., et Merabti W., 2019] : Eau: Étude Physico-Chimique et Bactériologique Et Développement d'un Système de Traitement (membrane à Base de

Charbon Actif). Mémoire de projet de fin d'études, Spécialité : Génie des Procédés des Matériaux. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2019.

→ [ARAB L., et OUDAFAL N., 2014] : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de TAKSEBT de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de Master en Agronomie, spécialité traitement et valorisation des Ressources Hydriques. Université de Tizi-Ouzou, 2014.

→ [ASSOULINE, 2007] : ASSOULINE Janine et Samuel, Géopolitique de l'eau : Nature et enjeux, ED Studyrama Perspectives, Paris 2007 Op.cit., 55-58p.

B

→ [Belghiti ML, Chahlaoui A, Bengoumi D, EL Moustaine R. 2013] : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plioquaternaire dans la région de Meknès (Maroc) *Larhyss Journal*, 14 : 21-36.

→ [BELHOCINE Y. et MANKOUR L., 2016] : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des forages de Boukhalfa. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master spécialité : Traitement et Valorisation des Ressources Hydriques. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2016

→ [Ben AbdErrezak F., et MADANI F., 2021] : Etude des propriétés physico-chimiques des eaux de barrage du Soubella. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master académique. Université de Msila, 2021.

→ [Bengarimia. B., 2016] : Contribution à l'étude et l'évaluation physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Oued Es-Saoura cas de Béni-Abbés, Ougarta et Zeghamra. Thèse doctorat ; Université d'Oran 2016.

- **[BENKADDOUR.B., 2018]** : Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Cheliff (Algérie). Thèse doctorat délivré par UNIVERSITÉ DE PERPIGNAN VIA DOMITIA, et UNIVERSITÉ DE MOSTAGANEM, 2018.

- **[BENTOUNES A. H., 2017]** : Etude de la qualité microbiologique de l'eau potable et l'eau des puits de la wilaya de Mostaganem. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en microbiologie fondamentale et appliquée. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2017.

- **[Berrahal Y., 2018]** : évaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évaluation des trihalométhanes et le plomb dans le réseau d'eau potable. Thèse doctorat en science de la matière. Université de Sidi Bel Abbès, 2018.

- **[Berrouane N. et Khoumeri M., 2018]** : Impact des rejets de STEP de la ville de Tizi Ouzou sur qualité biologique des eaux de consommation : cas des forages de Boukhalfa. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme de master en science agronomiques, spécialité Eau et environnement. UMMTO.

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

- **[BOUAROURENE M., et SADI M., 2015]** : Caractérisation et valorisation de quatre Sources (Thimanithine, Ait Smail, Samta et El Ainseur) de la région de Toudja Wilaya de Bejaia. Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master en Agronomie spécialité traitement et Valorisation des ressources Hydriques. Université de Tizi-Ouzou 2015.

- **[Bouchedja A., 2012]** : La politique nationale de l'eau en Algérie. Euro RIOB 10ème conférence Internationale, Istanbul, 25p.

- **[BOUCHEMAL M et HAMMOUDI A., 2015]** : Analyse de la qualité des eaux de la station de Hammam Debegh. Mémoire master en hydraulique. Université de Oum El Bouaghi, 2015

- [BOUCHICHE N., BOUFERRACHE D., 2020] : Le poids de la marque dans le processus d'achat de l'eau en bouteille en Algérie cas de l'eau en bouteille Lalla Khedidja. Mémoire de fin de cycle de Master Spécialité : Marketing Management. Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 2020.
- [Boukermi R., et Hamdellou A., 2018] : Caractérisation et évaluation de la qualité physico-chimique et de la pollution organique des eaux du barrage Bouhamdane Wilaya de Gualma. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master, spécialité écologie fondamentale et appliqué. Université de Constantine 2018.
- [Bouketta A., Belaid I., 2020] : Contribution à la préservation de la demande en eau en Algérie (Milla) mémoire de Master : Hydraulique urbaine Université de Milla, 25p.
- [Bourbas F. et Houamdi S., 2016] : Suivie de l'évolution de la concentration de l'aluminium par la méthode LCK 301 des eaux du barrage de TAKSEBT. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Spécialité: Traitement et valorisation des ressources hydriques. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2016.
- [BOUTABA I., 2018] : Analyse physico-chimique et microbiologiques de quelques marques d'eau embouteillées (Baniane, Bouglez, El-Kantara, Manbaa, Al Ghezlane et Guedila).Mémoire de master spécialité microbiologie appliquée, 2018.
- [BOUZIDI S. et CHELIHI Z., 2017] : Caractérisation physico-chimique et bactériologique avant et après traitement de l'eau du barrage de Hammam Debagh. Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master. Université de Guelma., 2017.
- [BRAHIMI T., et HAMADI R., 2015] : Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville de Tizi-Ouzou. Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention de Master en Agronomie, spécialité Traitement et valorisation des Ressources Hydriques, UMMTO, 2015.
- [BRENIER, Annie., 2015] : Caractérisation de la matière organique dans les eaux naturelle et traitées par spectroscopie de fluorescence 3D. Mémoire de master. Université Laval-Canada : Génie civil, 108p.

C

- [**Camille R., 2018**] : <https://www.radiofrance.fr/franceculture/pourquoi-l-eau-est-devenue-une-ressource-menacee-3814342> publier le 18janvier 2018, consulter le 20 juin 2022
- [**CARDOT, 1999**] : CARDOT C. Les traitements de l'eau, procédés physico-chimique et biologique. Ellipses Edition Marketing S. A., 1999.
- [**CIDF-LdesEaux, 2000**] : CIDF Centre International De Formation. Principes généraux de traitements des eaux, Lyonnaise des eaux, 2000.

D

- [**datastream, 2021**] : Un Guide de Surveillance de la Qualité de L'Eau. <https://datastream.org/fr/guide/conductivity> consulté le 20 septembre 2022.
- [**DEGBEY C.C, Makoutode M., Ouendo E.M., Christophe D.B., 2009**] : Pollution physico-chimique et microbiologique de l'eau des puits dans la Commune d'Abomey-Calavi au Bénin en 2009. International Journal of Biological and Chemical Sciencespublier March 2011.DOI:10.4314/ijbcs.v4i6.64910
- [**Degremont, 1978**] : Mémento technique de l'eau, 8ème Ed. Technique et Documentation Lavoisier, p 1200
- [**DEGREMONT, 2005**] : DEGREMONT, Mémento technique de l'eau : Tome 2. Lavoisier SAS – Lexique technique de l'eau, Paris, dixième édition, 2005.
- [**DERREDJI N. et DJILI N., 2020**] : Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau traitée du barrage TELESDITE et l'eau de quatre

sources naturelles sises sur le versant sud de Djudjura. Mémoire de fin d'étude université de BOUIRA., 2020.

→ [DERWICHE. BENAABIDATE L., ZIAN A., SADAKI O., BELGHITI D., 2010] : Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du Haut Sebaou en aval de sa confluence avec oued Fès, Larhyss Journal.

→ [DJEGHDJEGH F., 2013] : Les analyses de la qualité de l'eau potable dans la ville d'Ourlal. Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention de diplôme de master. Université de Biskra, 2013

→ [DOUIS D., 2017] : Etude de la qualité des eaux souterraines (région sud-ouest) du plateau de Mostaganem. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en AGRONOMIE Spécialité Gestion durable et l'environnement. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2017.

→ [Douville H., Ribes A., Decharme B., Alkama R., Scheffield J., 2012]: Anthropogenic influence on multidecadal changes in reconstructed global evapotranspiration. Nat. Clim. Change, 3,59-62. doi : 10.1038/nclimate1632.

→ [DRE, 2022] : Direction des Ressources en Eau de la wilaya de TIZIOUZOU, 2022.

E

→ [Eau France, 2019] : Les eaux souterraines, eau et milieu aquatique. Le service public d'information sur l'eau. Eau France, consultation : 12 JUIN 2022.

→ [El haissoufi H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y. et Al oualilalami A., 2011] : Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès. Maroc, Rev. Microbiol. Ind. San et environn. Vol 5, N°1, p : 37-68

→ [ELIAS ASSAAD., 2006] : Etude du processus de coagulation-floculation du système MONTMORILLONITE-CHITOSANE dans l'élimination de métaux de transition. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en chimie. Université du Québec à Montréal., 2006.

→ [Emmanuel J., 1995] : La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaire. Agence de l'eau Seine Normandie. Direction des Bocages Normands.

→ [ERRAJI H., 2015] : Contraintes climatiques et hydrologique sur le comportement du Fer et du Manganèse dans le barrage Smir Tétouan Maroc. Thèse de doctorat

F

→ [FEZZANI Chedli, 2003] : Système aquifère du sahara septentrional gestion commune d'un bassin transfrontière. Rapport de synthèse 1^{er} édition Observatoire du sahara et du sahel (OSS), Tunis. ISBN : 9973-856-03-1.

→ [François G., et al., 2004] : Devenir et comportement des métaux dans l'eau : biodisponibilité et modèles BLM. Rapport technique, Ministère de l'écologie et du développement durable direction de l'eau.

→ [Frantzy ORELIEN., 2016] : Etude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans les sous bassin versant de Ravine Diable (Anse-a-Veau).Mémoire de fin présenté en vue d'obtention du diplôme de master de spécialisation en science et gestion de l'environnement.

→ [FUTURA-SCIENCE, 2020] : Eau potable : quelles sont les étapes du traitement de l'eau ? PAR LA REDACTION DE FUTURA, le 18 septembre 2020.

G

→ [Gasmi W. et Refice M., 2019] : Caractéristiques physico-chimique de l'eau potable de la région de M'SILA (Dréat, Souamaa, Newara). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master académique. Université de M'SILA.

→ [GHAZALI, D. & ZIAD, A. 2013] : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salma-Jerri (région de Meknès, Maroc). Larhyss Journal. (12) ; 25-26.

→ [GRUAU, Gérard, BIRGAND, François, JARDE, Emilie et NOVINCE., 2004] : Pollution des captages d'eau brute de Bretagne par les matières organiques. Rapport de synthèse. Bretagne, 108p.

H

→ [Hanon M., et Rouelle A., 2011] : le pH de l'eau de distribution, Portail environnement de Wallonie, Belgique. 2011.

→ [HASANI I., 2015] : Investigation des mécanismes de toxicité de l'aluminium sur les propriétés fonctionnelles et structurales de l'appareil photosynthétique. Thèse doctorat.

→ [Hernández de León Héctor Ricardo, 2006] : Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable. En vue d'obtention du titre de docteur de l'institut national des sciences appliquées de Toulouse., 2006.

→ [HOUMEL T., 2017] : Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire de Master en Biologie. Spécialité: Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 74p

→ [Hout S., 2021] : Conception et optimisation d'un système de filtration pour le prétraitement de l'eau de mer. Thèse de doctorat présentée pour l'obtention du grade de docteur en génie de procédés. USTHB.

I

→ [ILLAL.A et CHERFAOUI.S., 2018] : contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de consommation de la ville de BOUIRA. Mémoire de fin d'étude université de BOUIRA 2018.

K

→ [KADDOUCHE. S., 2013] : Utilisation des biomatériaux dans le traitement des eaux. Thèse doctorat, option chimie appliqué. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.

→ [KADDOUR.B et KHALDIM., 2021] : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux potable de la ville d'EL-oued (Sud d'Algérie). Mémoire de fin d'étude université d'EL-oued, 2021].

→ [KAHOUL M., et TOUHAMI M., 2014] : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'ANNABA (ALGERIE). *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre 2014, pp. 129-138, 2014.

→ [Kamb T., 2013] : Etude de la structure et de la dynamique des peuplements des Macroinvertébrés benthiques d'un système lotique : cas de la rivière Lukunga à Kinshasa/R.D.Congo, mém.D.E.A. Fac. Sc. Dpt. Biologie, Université Pédagogique National, Kinshasa /BINZA, 59p.

→ [Kettab A., 2001] : Les ressources en eaux en Algérie ; stratégies, enjeux et vision. *Desalinisation*, 136 (1) : 25-33p.

→ [KHOUALDI S et BELGHOUL L., 2018] : Contribution a l'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de Oum El Bouaghi .Mémoire de Fin d'Études en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Hydraulique Urbaine, 2018

→ [Kostraba J., Gay E., Rewers M., Hamman R., 1992] : Diabetes Care.15 (1992)1505-1508

→ [Koumad Z. et Benbelkacem F., 2016] : La cinétique de l'aluminium dans le processus de traitement des eaux de consommation Cas de la station du barrage de TAKSEBT. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Spécialité: Traitement et valorisation des ressources hydriques. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2016.

L

→ [Labiod K., 2010] : Etude du caractère incrustant des eaux et son inhibition par essais chimiques et d'électrodéposition. Mémoire présenter pour obtenir le diplôme de magistère en chimie analytique et physique. Université de Constantine 2010.

→ [LAGNIKA M., IBIKOUNLE M., MONTCHO J.P., WOTTO V.D., SAKITI N.G., 2014] : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest). Journal of Applied Biosciences 79:6887 – 6897. ISSN 1997–5902. DOI: org/10.4314/jab.v79i1.13

→ [Levallois P. et Phaneuf D., 1992] : Les risques associés à la contamination de l'eau potable par les nitrates. Bulletin d'information en santé environnemental. Centre de santé public de Québec. Volume 3 – No 3, 18p.

→ [Liu F.R., Robertson C.A., Schlossen J., Sheffield J., Wood E.F., 2015]: The observed state of the water cycle in the early twenty-first century J. clim., 28,8289-8318. doi: 10.1175/jcli-d-14-00555.1.

M

- [Maurille PS Lanmandjèkpogni, François De Paule Cado, Benjamin K.Yao, Martin P. Aina, 2018] : Variation saisonnière de la pollution par les nutriments et des matières en suspension dans le réseau de drainage du bassin de l'Okpara à Parakou (Nord-Est du Bénin). *Jornal of Environmental Protection*, Vol.9 No.13, Décembre 2018. DOI : 10.4236/jep.2018.913084

- [MEGDOUL.K., ILOURMANE.A., 2016] : Contribution à l'étude de la qualité des eaux du sous bassin hydrographiques de Souk El Djemaa (W.Tizi-Ouzou). Mémoire de fin d'étude université Tizi Ouzou., 2016.

- [Mehanned S., Chahlaoui A., Ziad A., Chahboune M., Dehbi A., 2014] : Estimation de la charge de pollutions bactériologiques des eaux des deux affluents (Mikkès et Mellah) et son impact sur la qualité microbiologiques des eaux du barrage Sidi Chahed (Maroc), pp. 01-10.

- [MEKAOUSSI N., 2014] : Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (Est Algérien). Mémoire de Magiste en Hydraulique option : Hydraulique numérique et environnement. Université Hadj Lakhdar Batna, 2014.

- [MERAH Abdelkader, 2019] : Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau des puits de la région El Hassaine de la wilaya de Mostaganem. Mémoire de fin d'étude Master en biologie Spécialité Microbiologie Fondamentale. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2019.

- [Mimeche L., 2014] : Etude de faisabilité de l'installation de stations d'épuration des rejets urbains par les filtres planté en milieu aride-application à la région de Biskra. Thèse présenté en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en science hydraulique.

- [Monique Henry 1991] : les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurant 1991.

→ [Montiel.A et Welte.B.,2005]. Le manganèse dans l'eau. Elimination du manganèse dans l'eau par traitement biologique. Manganèse dans l'eau – Une aperçue du traitement biologique. Article de la revue des sciences de l'eau/ Journal of water science, volume 3, numéro 4 ; P 469-481.

→ [Moza M. et Alexis G., 2013]: état des lieux du secteur de l'eau en Algérie. IPEMED, France, 27p.

→ [MRE, 2007] : Ressources superficielles. Ed. ministère de ressource en eau, Algérie. 2007

N

→ [Nardi F., 2009] : Excès de phosphore et de matières organique naturelle dans les eaux de retenues : diagnostic et remèdes. Thèse de doctorat, 2009, Université d'Angres.

→ [Nola M., Njine T.,Mokiedje A., Foko S.V.,DjuikonE.,Taliez R.,1998] :Qualité bactériologique des eaux des source et des puits de Yaoundé (Cameroun).

O

→ [Olivia M., 2012] : Olivia Montero « Eau du robinet : 70% de la pollution provient de l'agriculture », bioaddict, Mars 2012.

→ [OMS, 2004] : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol, 1 :3^e2d. Genève. 2004.

→ [OMS/UNICEF, 2013] : Organisation Mondiale de la Santé et UNICEF (2013). Progress on Sanitation and DrinkingWater: 2013 Update. OMS,Genève, Suisse. Disponible à : www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPreport2013.pdf.

→ [Orou R.K., Soro G., Soro D.T., Fossou R.M.N., Onetie O.Z., Ahoussi E.K., Soro N., 2016] : Variation saisonnière de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des aquifères d'altérites du département d'agboville (Sud-Est de la cote d'Ivoire European Scientific Journal, 12(17), p 81-100

→ [Oulmane A., 2018] : Gestion de l'eau d'irrigation en Algérie : d'une politique de gestion de la demande. Thèse doctorat : Economie rural et agroalimentaire Ecole nationale supérieure agronomique. Alger, 48-53 p.

P

→ [Parslow R., Mc Kinney P., Law G., Staines A., Williams R., Bodansky H.]: Diabetologia.40 (1997). 550-556.

→ [Pescod M.B., 1985] : Désign, opration and maintenance of wastewater stabilization pounds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. Ed PescodandArar, 93-114.

R

→ [RAZAKARIVOARISOA L. D., 2016] : la désinfection de l'eau par Chloration: cas du Fokontany de SAHAVALAINA : Suivi et détermination du taux de l'hypochlorite de sodium. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master II d'Ingénierie en Sciences et Techniques de l'Eau. Université d'ANTANANARIVO à Madagascar, 2016.

→ [Robert H. 1999] : Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL– Exigences et conception d'un suivi adapté. Mémoire de l'école Nationale de la Santé Publique.p.28

→ [Robin M. Pope Edward S. Fry, 1997]: *Absorption spectrum (380- 700 nm) of pure water II Integrating cavity measurements*, Applied Optics, vol 36, n° 33, 20 november 1997, p. 8710.

→ [Rodell M., Beaudoin H.K., L'Ecuyer T.S., Olson W.S., Famiglietti J.S., Houser P.R., Adler R., Bosilovich M.G., Clayson C.A., Chambers D., Clark E., Fetzer E.J., Gao X., Gu G., Hilburn K., Huffman G.J., Lettenmaier D.P., Liu W.T., Robertson F.R., Schlosser C.A., Sheffield J., Wood E.F., 2015] : *The observed state of the water cycle in the early twenty-first century. J. Clim., 28, 8289-8318. doi: 10.1175/jcli-d-14-00555.1*

→ [Rodier J ; 1984] : Analyse d'eau : eau naturelles, eaux résiduaires et de mer.Ed. dunod,Paris. 228-722p.

→ [Rodier J 1996] : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer 7^{ème} édition.

→ [Rodier J.,Legnde B., Merlet N., et coll.,2009] : L'analyse de l'eau .9th Edition Dunod.1579p.

→ [Romuald OMBALA, 2013] : Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi. Mémoire pour l'obtention du Master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, Option : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques. Centre de recherches pour le développement international, 2013.

→ [Rosin C., Morlot M., Lukaszka R., Trepagne P., Hartemam P., 1990] : Impact des ultrasons dans le dosage de l'aluminium en absorption atomique chemistry. New York. Marcel Dekker 217-226.

S

→ [SABOUN S et FERRAG L., 2016] : Evaluation de la qualité des eaux brutes et traitées du barrage TAKSEBT. Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de Master Spécialité : Traitement et Valorisation des Ressources Hydriques, 2016.

- [Santé Canada., 2013] : Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique –l'ammoniaque. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité du consommateur, Santé Canada, Ottawa (Ontario).

- [SARI H., 2014] : Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen) mémoire du fin d'étude pour l'obtention de diplôme master option : Science des aliments, université Abou – BekrBelkaidTlemcen, 2p.

- [Schultz S.G., 1984] : A cellular model for active sodium absorption by mammalian colon, *Annu. Rev. Physiol.*, 46, 435.

- [SENET.D., 2003] : Les désinfectants existant pour le traitement de l'eau et la désinfection des installations. ENGREF Centre de Montpellier.

- [SID ALI N., et SID ALI R., 2016] : Optimisation des produits de traitement de l'eau dans une usine de production des eaux potables (Cas de la station de Souk El Djemaa).Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie spécialité Traitement et valorisation des Ressources Hydriques. UMMTO., 2016].

- [SIDIBE F., YAYE ARBI A., 2017] : La gestion intégrée de l'eau et le développement durable en Algérie : Cas de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de master : économie du développement durable et de l'environnement Université de Tizi-Ouzou 2017.

- [Siggaard-Anderson O., 1976]: Blood gases and electrolytes, Dans : Fundamentals of clinical chemistry, N.W. Tietz (dir. de publ.), W.B. Saunders Co., Philadelphie, PA.

- [SLIMANI M., et FLICI S., 2014] : Qualité physico-chimiques et biologiques des eaux de forage de Boukhalfa. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

de Master en Agronomie spécialité Traitement et valorisation des Ressources Hydriques. UMMTO., 2014].

T

→ [Tamrabet O., 2016] : Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'alimentation de la ville de Ain El Beida, wilaya de Oum El Bouaghi. Mémoire de fin d'étude pour obtention du diplôme en hydraulique. Université de Oum El Bouaghi, 2016

→ [Tamungang N.E.B., Biosengazeh N.F., Alakeh M.N. et Tameu D.Y., 2016] : Contrôle de la qualité des eaux domestiques dans le village Babessi au Nord-Ouest Cameroun. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 2016. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.37>

→ [Tortora, 1984]: TOROTA G.J., ANAGNOSTAKOS N.P. Principales of anatomy and physiology, 4^e edition, Harper & Row, New York, NY.

→ [Trenberth K.E., Dai A., van der Schrier G., Jones P.D., Briffa K.R., Sheffield J., 2014]: Global warming and changes in drought. Nat. Clim. Change, 4, 17-22. doi:10.1038/nclimate2067

V

→ [Verhille S. 2013] : Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les Résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la sante publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. 13p.

W

→ [Weinberg J.M., 1986] : Fluid and electrolyte disorders and gastrointestinal diseases, Dans : Fluids and electrolytes, J.P. Kokko et R.L. Tanner (dir. de publ.), W.B. Saunders Co., Toronto.

Z

→ [Zanat, 2009] : Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bio-indicateur la moule *Perne perne*. Mémoire de Magistère, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie, 2009.

→ [Zegait R., Kateb S., 2016] : Qualité des eaux souterraine dans le SAHARA algérien (cas de tidikelt est). Université de kasdimerbeh- ouargla, algèrie; Journal of Advanced research in science and technology, ISSN: 2352-9989.

Annexes

Annexe 01 : Tableau représentatif des différents résultats physico-chimiques obtenus lors de l'analyse du 21/06/2022.

Paramètre	TAKSEBT		IMSOUHAL	
	Brute	Traitée	Brute	Traitée
Couleur	13	0	13	4
pH	7,44	7,56	8,17	8,03
Température	15,9	22,6	17,4	18,2
Turbidité	1,27	0,2	1,71	0,55
Conductivité	507	519	652	661
O2 dissous	5,2	8,13	9,17	9
Cl2 résiduel	/	1,31	/	0,82
Fer	0,02	0	0,09	0,07
Ammonium	0,02	0	0	0
Aluminium	0	0,062	0,004	0,25
Ortho-phosphate	0,23	0,13	0,22	0,2
Nitrite	0,017	0,013	0,027	0
Nitrate	1,48	1,41	0,3	0,22
Résidus sec	428	400	482	498
MES	6	1	17	1
TA	0	0	0,11	0,1
TAC	175	170	152	149
TH	300	210	162	172
TH Ca	54,4	32	29,6	36
TH Mg	25,27	19,92	21,38	21,38
Chlorure	22,69	25,52	44,66	50,52
MO	2,02	1,26	0	0

Annexe 02 : Tableau représentatif des différents résultats physico-chimiques obtenus lors de l'analyse du 26/06/2022.

Paramètre	TAKSEBT		IMSOUHAL	
	Brute	Traitée	Brute	Traitée
Couleur	13	0	3	0
pH	7,27	7,24	8,34	8,23
Température	16,6	24,8	20	20,3
Turbidité	1,26	0,12	1,78	0,46
Conductivité	509	538	663	701
O2 dissous	5,38	7,2	7,94	8,02
Cl2 résiduel	/	0,74	/	0,7
Fer	0,02	0,01	0,07	0,064
Ammonium	0,01	0	0	0
Aluminium	0	0,103	0,011	0,11
Ortho-phosphate	0,2	0,15	0,38	0,29
Nitrite	0,026	0,025	0,015	0
Nitrate	0,51	0,37	5,32	2,16
Résidus sec	332	316	450	508
MES	2	0	2	1
TA	0	0	0,06	0,04
TAC	175	165	144	166
TH	340	300	170	160
TH Ca	72	64	35,2	33,6
TH Mg	38,88	34,02	19,92	18,46
Chlorure	42,65	46,62	58,56	52,6
MO	2,02	1,04	0	0

Annexe 03 : Tableau représentatif des différents résultats physico-chimiques obtenus lors de l'analyse du 03/07/2022.

Paramètre	TAKSEBT		IMSOUHAL	
	Brute	Traitée	Brute	Traitée
Couleur	16	0	11	0
pH	7,45	7,58	7,98	7,84
Température	22	23,9	24,5	22,7
Turbidité	1,6	0,25	1,44	0,63
Conductivité	529	550	719	721
O2 dissous	4,71	6,53	6,26	6,54
Cl2 résiduel	/	0,77	/	0,78
Fer	0,05	0,02	0,05	0,05
Ammonium	0	0	0	0
Aluminium	0,001	0,059	0,002	0,394
Ortho-phosphate	0,37	0,27	0	0
Nitrite	0,027	0,012	0,009	0
Nitrate	0,61	0,23	0,7	0,35
Résidus sec	336	320	412	514
MES	52	0	6	3
TA	0	0	0,13	0,05
TAC	141	133	150	151
TH	266	282	168	168
TH Ca	58,4	60,8	34,4	40,8
TH Mg	58,32	63,18	19,92	16,04
Chlorure	30,48	31,19	53,6	55,58
MO	2,61	2,53	2,18	0,08

Annexe 04 : Tableau représentatif des différents résultats physico-chimiques obtenus lors de l'analyse du 11/07/2022.

Paramètre	TAKSEBT		IMSOUHAL	
	Brute	Traitée	Brute	Traitée
Couleur	9	0	2	0
pH	7,46	7,49	7,94	7,94
Température	16,8	21,9	21,5	21,2
Turbidité	1,15	0,15	1,16	0,45
Conductivité	511	548	720	750
O2 dissous	2,99	7,45	7,49	7,77
Cl2 résiduel	/	1,34	/	0,88
Fer	0,05	0,02	0,04	0,03
Ammonium	0,11	0	0,01	0
Aluminium	0	0,054	0,002	0,437
Ortho-phosphate	0,29	0,21	0,23	0,3
Nitrite	0,029	0	0,03	0
Nitrate	5,42	5,1	2,5	0,54
Résidus sec	361	343	432	402
MES	8	0	1	0
TA	0	0	0,12	0,06
TAC	107	111	152	124
TH	220	200	184	173
TH Ca	56	60	38	37,2
TH Mg	14,58	13,61	14,09	17,98
Chlorure	40,7	47,64	66,5	74,45
MO	0,39	0	0,77	0



Balance Analytique



Dessiccateur.



Etuve.



Dosage d'Ammonium.



Résultats du Dosage de l'Aluminium



Dosage des Ortho phosphates.



Dosage des Nitrites.



Dosage des Nitrates.



Dosage des Chlorures.



Dosage des TH_{Ca}



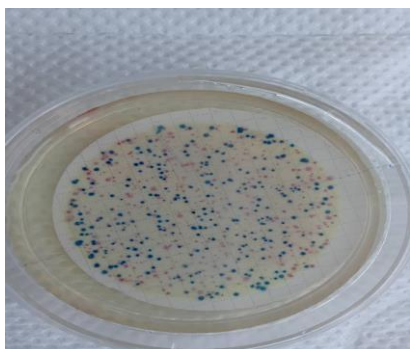
Dosage de la matière organique.



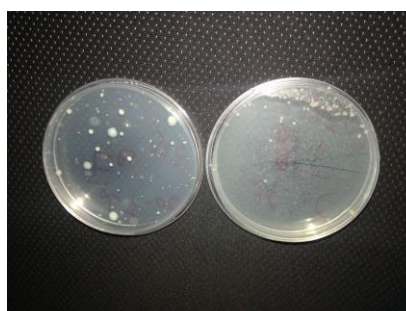
Dosage des TH.



Dénombrement des ASR dans l'eau brute et traitée d'IMSOUHAL du 21/06/2022



Dénombrement des coliformes totaux et fécaux de l'eau brute d'IMSOUHAL du 21/06/2022



Dénombrement des microorganismes revivifiable à 22 et 37C° de l'eau brute de TAKSEBT du 26/06/2022

Résumé

Notre travail est une contribution à la comparaison entre la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux issue de deux procédés différents des stations étudiées. La station monobloc d'IMSOUHAL doté d'une décantation ouverte et filtration fermé, et la station de TAKSEBT dotée d'une décantation fermé et filtration ouverte pour déterminer le procédé de traitement le plus fiable. Cette comparaison effectuée au niveau du laboratoire de la Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger, situé à Oued Aissi porte sur un ensemble de tests expérimentaux, incluant un certain nombre de paramètres physico-chimique (Température, potentiel hydrogène, Conductivité, Dureté, Turbidité, Titre alcalimétrique, Aluminium, Nitrites, Nitrates, Fer...) et un contrôle bactériologique afin de rechercher les germes pathogènes (Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs, micro-organismes revivifiable a 22 et 37 C°).Le diagnostic établi pour les deux stations de traitement de l'eau potable nous a permis d'enregistrer quelques anomalies par rapport à l'aluminium et aux germes revivifiable dans les eaux traitées d'IMSOUHAL que nous préconisons d'y remédier. Cependant les résultats obtenus pour les autres paramètres sont conformes aux normes de potabilité, ce qui a permis de constater l'efficacité des deux procédés de traitement utilisés.

Mots clés: station monobloc, analyse physico-chimique, analyse bactériologique, procédés de traitement.

Abstract

Our work is a contribution to the comparison between the physico-chemical and bacteriological quality of the waters resulting from two different processes of the stations studied. The IMSOUHAL monoblock station with open settling and closed filtration, and the TAKSEBT station with closed settling and open filtration to determine the most reliable treatment process. This comparison carried out at the level of the laboratory of the Water and Sanitation Company of Algiers, located in Oued Aissi relates to a set of experimental tests, including a certain number of physico-chemical parameters (temperature, hydrogen potential, conductivity, Hardness, Turbidity, Alkalimetric title, Aluminum, Nitrites, Nitrates, Iron...) and bacteriological control in order to search for pathogenic germs (Total and faecal coliforms, Faecal streptococci, Clostridium sulfite-reducers, revivable micro-organisms at 22 and 37 C°). The diagnosis established for the two drinking water treatment plants has enabled us to record some anomalies in relation to aluminum and revivable germs in the treated water of IMSOUHAL, which we recommend to remedy. However, the results obtained for the other parameters are in conformity with the standards of potability, which made it possible to note the effectiveness of the two treatment processes used.

Key words: monobloc station, physico-chemical analysis, bacteriological analysis, treatment processes.