

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Ecologie et environnement

Mémoire de fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme
Master en écologie et environnement
Spécialité : Protection des écosystèmes



**Evaluation de l'impact des eaux d'oued
Sebaou recyclées vers le barrage Taksebt sur la qualité
d'eau produite
dans la station de traitement SEAAL**

Réalisé par : *NAIT ALI OUIZA* & *IBRAHIM THINHINANE*

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente : Mme ChIBANE. G	MA	UMMTO
Promotrice : Mme SADOUDI ALI AHMED.D	Professeur à	UMMTO
Co-promoteur : Mr HADDADI .N	Ingénieur de laboratoire (SEAAL) Taksebt	
Examinatrice : Mme BACHI. K	MCB	UMMTO

2023/2024

Remerciement

Au terme de ce travail, nos sincères remerciements s'adressent tout d'abord à Madame Sadoudi D. Maître de conférences à l'université Mouloud MAMMEREI de Tizi-Ouzou pour nous avoir encadré ainsi que pour, ses conseils et son suivi durant la période de la réalisation de notre travail, qu'il trouve ici le témoignage de notre éternelle gratitude.

Un grand merci à tout le personnel du laboratoire de contrôle de qualité de l'eau Taksebt (SEAAL) pour leur accueil et leur aide. Un remerciement particulier à Madame CHIKHI, chef de service, pour avoir facilité notre accès au laboratoire, ainsi qu'à notre Co-promoteur, Monsieur HADDADI N., ingénieur de laboratoire, dont les enseignements durant notre stage ont été exceptionnellement enrichissants.

Nos sentiments de profonde gratitude vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous

font en acceptant de juger notre travail :

Mme Chibane.G maître assistante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou d'avoir consacré son précieux temps afin d'examiner ce modeste travail.

Mme Bachi .K maître de conférence classe B à l'UMMTO d'avoir d'accepter d'examiner notre travail

DÉDICACE

Je dédie ce travail à

Mes très chers parents ma source d'énergie inépuisable qui m'encourage sans relâche dans mes études.

À ma chère sœur

Un soutien indéfectible, une sœur pas comme les autres, ma moitié.

À ma grand-mère, Jida Ouiza

Que Dieu la protège inshallah, avec ses prières constantes.

À tous mes amis et camarades

Avec qui je passe la plupart de mon temps, qui me soulagent et m'encouragent toujours Mouh, Nad, mou, Raf, Naw, Az

A tout ceux

Qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire, à ma binôme **thinhinane**

Louiza N.A

DÉDICACE

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie et la force

Pour Mener à terme ce travail.

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents Aldjia et Slimane Merci pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi Cette réussite est aussi la vôtre, et je vous en suis infiniment reconnaissant.

A ma chères sœur **Kahina** et son époux **Mouloud** pour leur encouragement et leur présence précieuse.

A ma princesse **Bouchera**, qui illumine mes journées de bonheur.

A ma grand-mère **Zahra**, pour sa sagesse et ses conseils bienveillants.

A mes oncle **Youcef** et **Omar** pour leur exemple inspirant.

A mes petits cousins **Rayane** et **Dania**, qui apportent tant de joie dans ma vie.

A L'amour de ma vie, **Salim** pour sa patience et son amour infini.

A tous **mes amis**, pour leur amitié sincère et leur encouragement.

A ma Binôme **Ouiza**, pour notre collaboration enrichissante

À mon chat **Minouche**

Merci à chacun d'entre vous d'avoir enrichi cette expérience de votre présence et de votre soutien, cette réussite vous est dédiée.

THINHINANE

Listes des abréviations

- **C°** : degré Celsius
- **CaCl²** : chlorure de calcium.
- **CAG** : charbon actif en grain.
- **E. Coli** : Escherichia coli.
- **EDTA** : Éthylène Diamine Tétra-Acétique.
- **ISO**: International Standards Organization.
- **KCl** : chlorure de potassium.
- **MES** : Matières en suspension
- **Mg 2HCO₃** : Bicarbonate de magnésium.
- **mg/l** : milligramme par litre
- **MgCo₃** : carbonate de magnésium.
- **MJ/cm²** : mille /joules par centimètre carré
- **MN** : Matières minérales
- **MO** : Matières organiques
- **MVS** : Matières volatiles sèches
- **Na Cl** : chlorure de sodium.
- **NTU** : Néphélogétrie Turbidité Unité
- **ODD** : Objectifs de Développement Durable
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PH** : Potentiel Hydrogène.
- **S/m** : siemens par mètre
- **SEAAL**: Société des eaux et de l'assainissement d'Alger.
- **TA** : Titre Alcalimétrique.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.
- **TH** : Titre Hydrotimétrique.
- **UV** : Ultraviolet.
- **μS/cm** : micro-siemens par centimètre

Liste des figures

Figure 1 : Cycle de l'eau

Figure 2 : Réaction d'un écosystème aquatique

Figure 3 : Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).

Figure 4 : Station de pompage Sibaou (Original)

Figure 5: Photo originale du barrage Taksebt 2024

Figure 6 : chambre de dissipation (original)

Figure 7 : Chambre de Mélange (Original)

Figure 8 : Les Décanteurs (original)

Figure 9 : Filtre à sable ouvert. (Original)

Figure 10: Valeurs de la conductivité de l'eau des quatre échantillons

Figure 11: Valeurs de la température de l'eau des quatre échantillons

Figure 12: Valeurs de la turbidité de l'eau des quatre échantillons

Figure 13 : Valeurs du pH de l'eau des quatre échantillons

Figure 14 : Teneurs en oxygène dissous de l'eau des quatre échantillons

Figure 15: Valeurs de la couleur de l'eau des quatre échantillons

Figure 16 : Variation des ultraviolets de l'eau des quatre échantillons

Figure 17 : Concentration en MES de l'eau des quatre échantillons

Figure 18: Teneur en résidus secs de l'eau des quatre échantillons

Figure 19 : Teneur en ammonium de l'eau des quatre échantillons

Figure 20 : Variation des taux de Teneur en Nitrate de l'eau des quatre échantillons

Figure 21: Teneur en nitrites de l'eau des quatre échantillons

Figure 22 : Teneur en ortho phosphate de l'eau des quatre échantillons

Figure 23 : Teneur en aluminium de l'eau des quatre échantillons

Figure 24: Concentration de Fer dans l'eau des quatre échantillons

Figure 25: Valeurs de la dureté TH de l'eau des quatre échantillons

Figure 26: Teneur en calcium et magnésium de l'eau des quatre échantillons

Figure 27: Valeurs des TA et TAC dans l'eau des quatre échantillons

Figure 28 : Teneur en matière organique de l'eau des quatre échantillons

Figure 29: Teneur en chlorures l'eau des quatre échantillons

Figure 30 : Dénombrement des bactéries dans l'eau des quatre échantillons

Liste des photographies :

Photo 1: Station de pompage Sibaou de la wilaya de Tizi Ouzou ainsi que la wilaya d'Alger et de Boumerdes.

Liste des tableaux

Tableau 1 : La répartition des ressources en eau superficielle par région (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement 2003

Tableau 2 : Répartition des ressources en eau souterraines par région (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003).

Tableau 3: Qui montre les principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines

Table des matières

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

Chapitre 1 : Généralité sur l'eau et ses paramètres descriptives

1. Répartition de l'eau sur terre	03
1.1 Répartition d'eau en Algérie	03
1.2 Problématique de l'eau en Algérie	03
2.Cycle de l'eau	05
3.Les différents types d'eau	06
3.1.Eaux Souterrains	06
3.2.Eaux de Surface.....	06
4.Pollution de l'eaux	08
4.1.Types de pollution	08
4.1.1.Pollution biologique	08
4.1.2.Pollution chimique	08
4.1.3.Pollution physique	09
5.Paramètres descriptives de la qualité d'eau :	09
5.1.Paramètres organoleptiques :	09
5.1.1.Couleur	09
5.1.2.Odeur.....	10
5.1.3.Gout et Saveur	10
5.2.Paramètres physico-chimiques :	10
5.2.1.Température :	10
5.2.2.Potentiel hydrogène (pH)	10

5.2.3. Conductivité (CE) :	11
5.2.4. Turbidité	11
5.2.5. Oxygéné dissous	11
5.2.6. Résidus secs	11
5.2.7. Matières en suspension (MES)	11
5.3. Paramètres de Minéralisations	12
5.3.1. Chlorures	12
5.3.2. Dureté Totale (TH)	12
5.3.3. Magnésium (Mg ²⁺)	12
5.3.4. Calcium (Ca ²⁺)	12
5.3.5. Alcalinité TA et TAC	13
5.3.6. Matières Organique	13
5.4. Paramètres de Pollutions	13
5.4.1. Aluminium	13
5.4.2. Fer	13
5.4.3. Nitrates	14
5.4.4. Nitrites	14
5.4.5. Ammoniums	14
5.4.6. Phosphates	15
5.5. paramètres bactériologiques	15
5.5.1. Coliforme totaux	15
5.5.2. Coliforme fécaux	15
5.5.3. Streptocoques fécaux	15

Chapitre 2 : présentation de la zone d'étude

1.Présentation d'oued Sebaou	16
1.1.Situation géographique.....	16
1.2.Climatologie	17
1.3.Station de Pompage Sebaou	17
2.Présentation du barrage Taksebt	18
3.Station de traitement Taksebt SEAAL	19
4.Procéder de traitement	20
4.1.Ouvrage d'entrée	20
4.2.Chambre de mélange	20
4.3.Décantation	21
4.4.Filtration	22
4.5.Désinfection	22
4.6. Réservoir de stockage d'eau traité	22

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

I.Analyse des paramètres physico-chimiques	23
1.Paramètres physico-chimique	23
1.1.Analyse de la turbidité.....	23
1.2.Mesure Température et conductivité	23
1.3.Mesure Le pH	24
1.4.Analyse de l'oxygène dissous (O ₂)	24
1.5.Mesure de la couleur des eaux	24
1.6.Analyse l'ultra-violet	25
1.7.Détermination des résidus secs	25

1.8.Détermination des matières en suspension.....	
2.Analyse des paramètres de pollution	26
2.1.Dosage Nitrates (NO_3^-).....	26
2.2.Dosage des nitrites (NO_2^-).....	26
2.3.Dosage du Fer (Fe^{2+}).....	27
2.4.Dosage Ortho phosphates	27
2.5.Dosage Ammonium.....	28
2.6.Dosage Aluminium (AL^{3+})	28
3.Analyse des paramètres de minéralisation	29
3.1.Détermination des chlorures.....	29
3.2.Détermination du titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet(TAC).....	30
3.2.1.Méthode de titrage des TA	30
3.2.2.Méthode de titrage des TAC	30
3.3.Détermination du titre hydrotimétrique (TH)	30
3.4. Détermination de la dureté calcique (Ca^{2+})	31
3.5. Détermination de la dureté Magnésienne (Mg^{2+})	32
3.6. Détermination de la matière organique (KMnO_4).....	32
4.Analyse bactériologique	33
4.1.Recherche et dénombrement des bactéries coliformes totaux et Escherichia Coli	34
4.2.Dénombrement des streptocoques fécaux	34
Chapitre 4 : Résultats et Discussions	
I. Analyses Physico-Chimique	36
1.Parametres Physico-Chimiques	36
1.1.conductivité	36

1.2.Température	37
1.3.Turbidité	37
1.4.Le PH	38
1.5.Oxygène dissout	39
1.6.Couleur	40
1.7.UV	41
1.8.Matières En Suspensions	41
1.9.Résidus Secs	42
2.PARAMETRES DE POLLUTIONS	43
2.1.Ammonium	43
2.2.Nitrates	44
2.3. Nitrate	45
2.4.Ortho-Phosphates	46
2.5Aluminium	47
2.6. Fer	47
3.Paramètres de minéralisations globales	48
3.1. Dureté Totale TH	48
3.2. ureté Calcium Et Magnésium	49
3.3.Titre alcalimétrique(TA) et Le titre alcalimétrique complet (TAC)	50
3.4. Matière Organique	51
3.5. Chlorure	52
II ANALYSES BACTERIOLOGIQUE	53

Conclusion générale 55

Références bibliographique

Annexes

Résumer

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le thème de l'eau est l'un des plus importants en ce début du XXI^e siècle car, au fur et à mesure que la population de la terre augmente, la demande en eau s'accroît, or l'eau est une ressource qui n'est pas aussi inépuisable qu'il apparaît et on constate de plus en plus un déséquilibre entre les quantités disponibles et la consommation humaine (Rougier Et Wackermann, 2009).

Pour son bien-être, l'homme a appris à maîtriser l'eau, mais en même temps, il l'a rend impropre et polluée. En effet, l'eau est un élément fragile, qui est facilement dénaturée par la pollution. Polluée, elle devient dans ce cas, une menace pour la vie et un obstacle pour la santé et le progrès des populations. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 30000 personnes par jour environ, approximativement 10 millions par an, meurent en raison de l'insuffisance ou de la mauvaise qualité de l'approvisionnement en eau et de conditions d'hygiène déplorables (BOUZIANI, 2000).

En 1992, un événement historique majeur a eu lieu lorsque plus de 110 états se sont réunis au sommet de Rio de Janeiro et ont adopté le principe d'une stratégie mondiale de développement durable. Ce sommet a posé le défi ambitieux d'équilibrer la croissance économique avec la préservation de l'environnement, une mission cruciale pour la planète entière. Une décennie plus tard, lors du troisième sommet à Johannesburg en 2002, un pas décisif a été franchi vers la reconnaissance de la protection et de la gestion des ressources naturelles comme fondement du développement économique et social.

L'accès à l'eau est maintenant considéré comme essentiel pour éradiquer la pauvreté, tandis que le manque d'accès à l'eau propre et à des installations sanitaires est largement perçu comme une violation des droits de l'homme et une atteinte à la dignité humaine (Sarkar S. K., Saha M et al. 2007).

Face au stress hydrique croissant causé par le réchauffement climatique ces dernières années, le niveau d'eau du barrage de Taksebt a connu une baisse significative. Dans le but de remédier à cette situation préoccupante, une solution novatrice a été envisagée : le pompage et le recyclage des eaux de l'oued Sebaou vers le barrage, particulièrement pendant les mois hivernal Notre mémoire de fin d'études se concentre sur l'analyse approfondie des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques de ces eaux recyclées provenant de l'oued Sebaou, afin de déterminer si elles présentent un quelconque danger pour la qualité des eaux potables produites par la station de traitement des eaux de la SEAAL.

Pour mener à bien notre étude, nous l'avons organisé comme suit :

Chapitre I: Notions générales sur les eaux.

Chapitre II: Présente un aperçu sur la zone d'étude : barrage de TAKSEBT, oued Sebaou, ainsi le processus de traitement a la station SEAAL

Chapitre III: décrit le matériel et les méthodes utilisés par le laboratoire SEAAL.

Chapitre VI : Présente les résultats des paramètres considérés et leur interprétation.

En dernier pour clôturer ce travail une conclusion a été tirée.

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS SUR

L'EAU

1. Répartition de l'eau sur terre

Les mers et les océans représentent 97.4 % de la totalité des eaux terrestres. Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constituées par les sommets enneigés et les glaciers alors que la quasi-totalité du cinquième restant est localisée dans des nappes phréatiques. L'eau, indispensable à la survie de l'espèce vivante terrestre, représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0.014% de l'eau totale. C'est pourquoi, il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens du développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin (Friedli, 2002).

I 1.1 Répartition d'eau en Algérie

Les ressources en eau de l'Algérie sont actuellement, relativement bien connues, mais la sécheresse qui sévit depuis plus de 20 ans a amené les services du secteur de l'eau à actualiser leurs évaluations de la pluviométrie dans chaque région. Les potentialités sont actuellement évaluées à 16,3 milliards de m³ qui se décomposent comme suit :

- 9,8 milliards de m³ d'eau superficielle ;
- 1,5 milliards de m³ d'eau souterraine dans la région Nord.
- 5 milliards de m³ d'eau souterraine dans la région du Sahara septentrional.

Les disponibilités de ressources renouvelables par habitant, en année moyenne, avec une population de plus de 30 millions d'habitants, sont évaluées à 383m³ /hab/an environ, et passera en 2020 avec une population de quelques 44 millions d'habitants, à 261m³ /hab/an. Ce qui classe l'Algérie parmi les pays pauvres en eau, proches d'une situation de crise (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction Générale des Forêts (2004)).

➤ Eaux superficielles

Les ressources en eau superficielle sont actuellement évaluées entre 9,8 à 13,5 milliards de m³ (tableau 1).

Tableau 1 : La répartition des ressources en eau superficielle par région (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement 2003)

Régions hydrographiques	Superficies	Potentialités en eau superficielles
	(Km ²)	(Hm ³ /an)
Oranie-Chott Chergui	88 370	820
Chellif-Zahrez	56 227	1 470
Algérois-Hodna-Soummam	47 906	3 340
Constantinois-Seybouse-Mellègue	44 719	3 650
Sahara	2 081 650	480
Total Algérie	2 318 872	9 760

Les ressources en eau souterraines par région sont actuellement 3.6 milliards de m³ en 2021 dans un taux de 50% issu des nappes phréatiques (tableau 2).

Tableau 2 : Répartition des ressources en eau souterraines par région (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2003).

Régions hydrographiques	Volumes régularisés	Pourcentage
	(hm ³ /an)	
Oranie-Chott Chergui	326	5
Chellif-Zahrez	265	4
Algérois-Hodna-Soummam	624	10
Constantinois-Seybousse-Mellègue	272	4
Sahara	5000	77
Total Algérie	6487	100

I 1.2 problématique de l'eau en Algérie

Le constat communément admis et expliquant la rareté de l'eau en Algérie énumère généralement les causes suivantes

- Une sécheresse récurrente ;
- Une utilisation irrationnelle de cette ressource ;
- Un réseau d'alimentation devenu vétuste ;
- Un développement industriel sans souci de la préservation des ressources naturelles ;
- Un important envasement des barrages ;
- Une panne quasi générale des stations d'épuration ;
- Un système de gestion archaïque et un système de tarification qui ne répond plus aux enjeux actuels.

I.2 Cycle de l'eau

L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère. Le cycle de l'eau est bien connu : évaporation des océans, des eaux terrestres et de la végétation, précipitation sous forme de pluie ou de neige, infiltration, ruissellement ou écoulement souterrain, sortie de l'exutoire, en sont les principales composantes (Collin, 2004). L'eau qui ruisselle pénètre dans le sol ou elle s'infiltré et va remplir les nappes souterraines. Elle traverse des couches de plus en plus profondes du sol et va abandonner dans son cheminement la quasi-totalité des impuretés dont elle s'était chargée. Au contact des minerais du sol qu'elles vont dissoudre, les eaux de pluie vont se charger au fur et à mesure de quantité d'éléments minéraux, comme : l'iode, le fer, le manganèse... qui sont nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme, à faible dose. Dans la terre, l'eau de pluie continue à s'infiltrer, dans les couches profondes du sous-sol, jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par une couche imperméable, ou elle va s'accumuler et constituer une réserve : une nappe souterraine. Parfois des dispositions particulières du relief, dans une vallée par exemple, permettent à cette eau souterraine de revenir en surface sous forme de source. L'eau qui tombe en pluie ou sous forme de neige à la composition de l'eau distillée, elle est donc pure, mais arrivée sur le sol, elle rentre en contact avec tous les éléments qui s'y trouvent, en particulier avec les micro-organismes pathogènes pour l'homme. Les agents pathogènes vont être transportés par l'eau et trouvent parfois les conditions favorables à leur développement et à leur multiplication : on peut rencontrer surtout les bactéries, les virus, les parasites et divers micro-organismes responsables de maladies diarrhéiques. Une fois sur le sol, l'eau de pluie ruisselle, s'écoule dans les rivières et retourne dans les mers et les océans, ou une partie s'évapore et retourne dans l'atmosphère, par évaporations, grâce à la chaleur du soleil et au vent (Bouziani, 2000). Le cycle de l'eau est ainsi comme une boucle qui tourne en continu et que l'homme a intercepté pour ses usages domestiques, sanitaires et économiques.

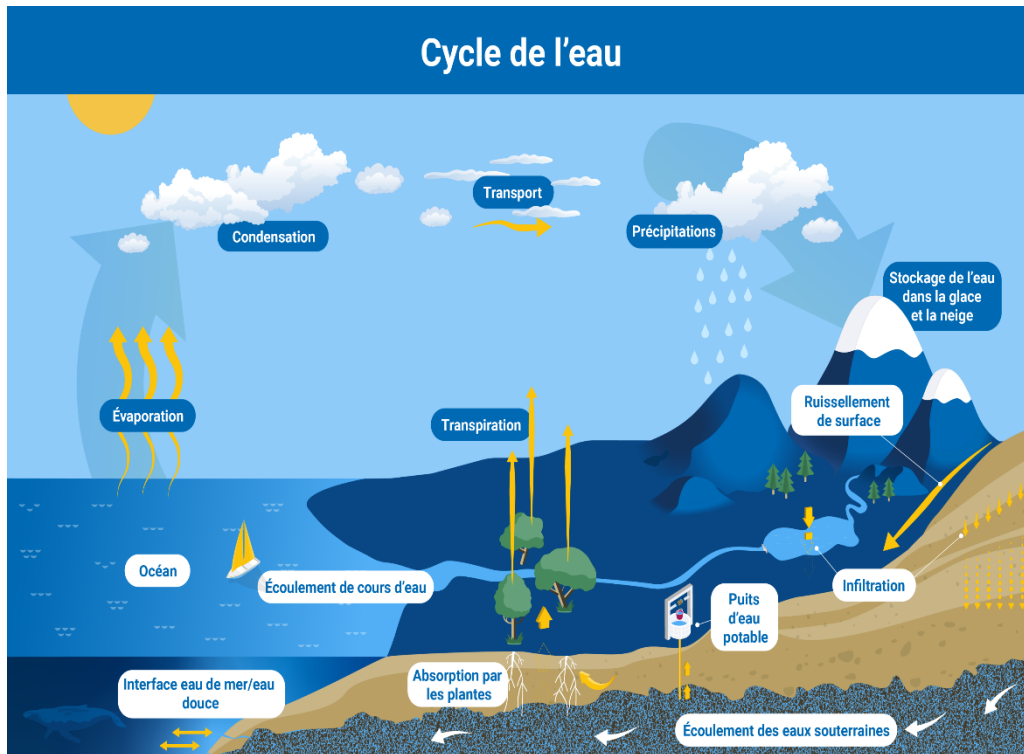


Figure 1 : Cycle de l'eau

2. Différents types d'eau

I 2.1 Eaux Souterraines

Les eaux souterraines résultent de l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique (figure 1). Elles se ruissellent vers les nappes. Il existe plusieurs types dont la nappe libre est directement alimentée par les eaux de ruissellement. Elle est très sensible à la pollution (Degremont, 1978).

Les eaux souterraines alimentent un grand nombre de petites municipalités. Elles ont des caractères très diversifiés. Elles sont généralement limpides, incolores, peu minéralisées et ne contiennent pas de microorganismes dangereux. Elles sont potables variables, selon la nature Du sol, et la profondeur du puits (Degremont, 1978)

I.2.1.Eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, les eaux des ruisseaux, de rivière, fleuves, barrages, lacs. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau (Figure1); elles sont exposées à tout sort de pollution que nous pouvons imaginer (industrielles, urbaine, agricoles, bactériologique). Ce sont donc

des eaux polluées, elles contiennent des matières en suspension, des micro-organismes provenant du sol, des déchets domestiques et industriels. Elles nécessitent un traitement physicochimique parfois complexe dans des infrastructures importantes (DEGREMONT, 2005).

Tableau 3 : Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
couleur	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution (acides humique...)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...	Sensiblement constante en général et nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fer et manganèse dissous	Généralement absents	Généralement présents
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée

(Degremont, 2005).

Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Eléments vivants	Bactéries, virus	Ferme bactéries fréquentes

I.3. Pollution de l'eau

Une définition adoptée à Genève (Suisse) en 1961 par des experts est comme suit : «L'eau est dite polluée lorsque l'état d'un cours d'eau est directement ou indirectement modifié par les activités de l'homme.

Des eaux polluées peuvent grandement affecter notre environnement et la vie de nombreuses espèces animales et végétales. La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, risques sanitaires, etc) (Ladjel, 2006).

I.3.1. Types de pollution

Les pollutions de l'eau peuvent se présenter sous différentes formes, notamment chimiques, bactériologiques ou physiques, et les eaux ou masses d'eau concernées peuvent être douces, saumâtres ou salées, souterraines ou de surface. Il peut même s'agir de la pluie ou des rosées, de neige ou des glaces polaires (Marillys, 2021).

I.3.2. Pollution biologique

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire (Thomas, 1995).

I.3.3. Pollution chimique

La pollution chimique est due essentiellement aux rejets industriels qui apportent de grandes quantités de substances chimiques, perturbant ainsi l'équilibre de l'écosystème aquatique.

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses (Aroua, 1994).

I.3.4. Pollution physique

La pollution physique causée par des activités humaines est de trois types : Rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles ; enfin les rejets pouvant entraîner une nuisance radioactive (Figure 2). D'abord, les rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles : ce sont les rejets d'eau de lavage provenant de l'exploitation de minéraux ou de minerais ou rejets d'eau de séparation par flottation.

Ces matières peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissout et limiter de ce fait le développement de la vie aquatique. Vu que les normes préconisent que les MES doivent être absentes dans les eaux de consommation, toute eau qui contient des MES nécessite un traitement biologique pour pallier un développement microbien intense et la raréfaction de l'oxygène dissout. Le deuxième type de pollution physique sont les rejets d'eau de réfrigération, le plus souvent non souillés, mais chargés de calories. Ces rejets élèveront la température naturelle du milieu hydrique récepteur et entraîneront un appauvrissement physique de la teneur de l'eau fluviale en oxygène, voire une mutation dans les espèces qui composent le plancton. Troisième type de rejets physiques : les rejets susceptibles de provoquer une nuisance radioactive (Aroua, 1994).

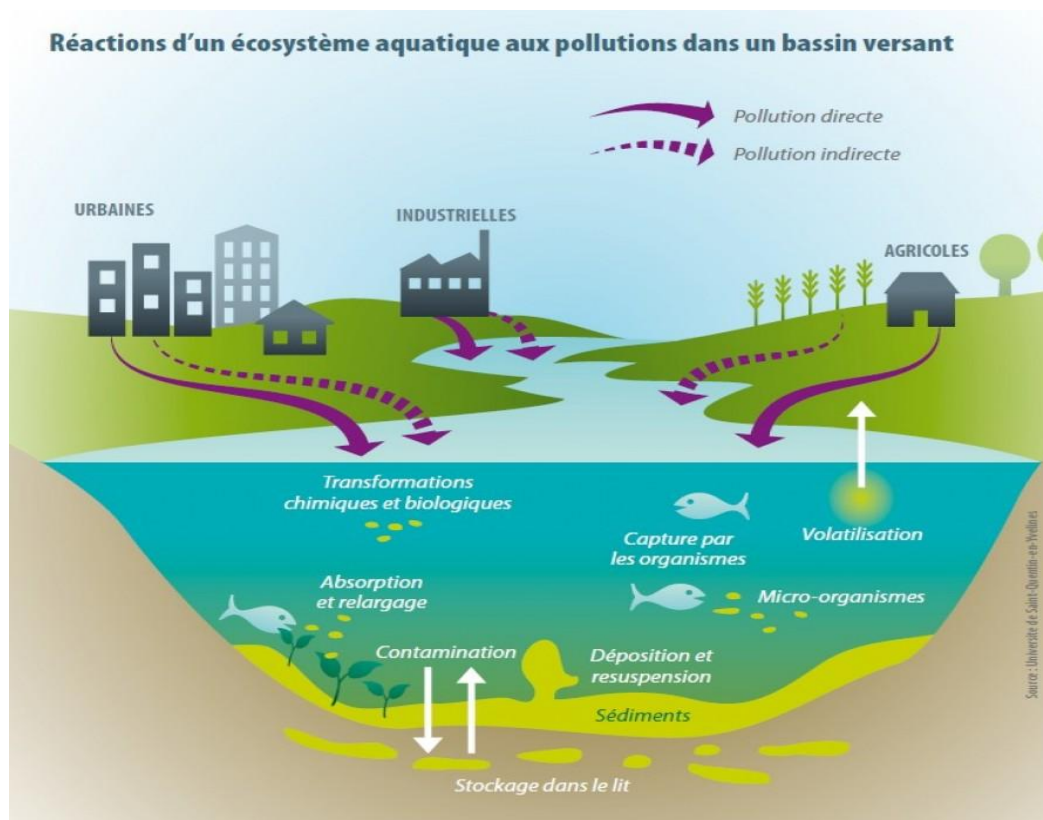


Figure 2 : Réaction d'un écosystème aquatique

I.4. Paramètres descriptifs de la qualité de l'eau

I.4.1. Paramètres organoleptiques

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé (Genoudet, 2001).

I.4. Couleur

La couleur d'une eau est due, généralement, à des substances humiques ou fulviques provenant de la composition de la matière végétale, des algues pouvant donner une coloration variable en fonction des pigments qu'elles contiennent, des substances minérales, en particulier le fer et le manganèse, dont les formes précipitées sont colorées et des rejets industriels, par exemple de teinturerie, pouvant aussi colorer l'eau (Rejsek, 2002).

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes, c'est-à-dire passant à travers un filtre de porosité égale à 0,45 micromètre. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les

couleurs réelle et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (RODIER et al, 2009)

I.4.2.Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition, l'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles, la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (RODIER et al, 2009)

I.4.3.Goût et Saveur

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier, 2005).

I.4.2.Paramètres physico-chimiques

4.2. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH (Rodier et al, 2005). Elle accélère les réactions chimiques et biologiques, tendant à diminuer l'oxygène (Dupieux, 2004). C'est un facteur indispensable pour le métabolisme végétal et animal. L'élévation de la température influence favorablement le développement des algues (Dussart, 1966 ; Capblancq, 1982 et Plouidy, 1983)

4.3. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est par définition, une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution aqueuse. Il représente également l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. A pH7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau est dite acide et à un pH supérieur à 7, elle est dite basique. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés, il varie habituellement entre 7,2 et 7,6 (Rodier et al, 2005). Dans certaines eaux superficielles (lac, rivière, plans d'eau), le pH s'élève brutalement en été indiquant une forte production végétale.

Dans la plupart des eaux brutes le pH oscille entre 6,5 et 8,5 (Potellon et al, 1998).

4.4. Conductivité électrique (CE)

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leur concentration. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité.

Pour les eaux, l'unité employée est le micro siemens par centimètre : $1\text{S/cm} = 10^6 \mu\text{S/cm}$. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau, sa valeur est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S/cm}$ pour les eaux naturelles (Merabet, 2010).

4.5. Turbidité

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide et elle est due à des particules en suspension dans l'eau qui diffuse la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières (Rodier, 2005).

4.6. Oxygène dissous

Toutes les eaux naturelles contiennent des gaz dissous, surtout de l'oxygène (Lefevre, 1993), dont la solubilité varie en fonction de la température et de la pression (Bliefert et Perraud, 2001). L'apport d'oxygène peut être assuré par les grandes surfaces d'échange gazeux par apport à une relative faible profondeur et le brassage de l'eau naturel avec le vent (Belaud, 1996 Schlumberger, 2002). Plus les eaux sont superficielles, plus elles sont chargées en oxygène. Les teneurs maximales atteintes dépassent rarement 10mg/l (Potelon et al, 1998).

2.1.7. Résidus secs

Le résidu sec représente la totalité des sels dissous et la matière organique, il correspond à la minéralisation totale d'une eau. Dans la nappe alluviale du Haut Sébaou le résidu sec varie en moyenne de 448 à 1025 mg/l (ANRH 2018).

2.1.8. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison de la pluviométrie, du régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (Rodier, 1984). Ces matières affectent la transparence de l'eau et diminuent la pénétration de la lumière et,

par conséquent, la photosynthèse. Elles peuvent également gêner la respiration des poissons. Par ailleurs, les matières en suspensions peuvent accumuler des quantités élevées de matières toxiques (métaux, pesticides, huiles minérales, hydrocarbures aromatiques polycycliques...) (Merabet, 2010).

I.2.2 Paramètres de Minéralisations

2.1.9. Chlorures

Les chlorures sont fréquents dans la nature, généralement sous forme de sel de sodium (Na Cl), de potassium (KCl), et de calcium (CaCl_2). L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. Ainsi, les eaux provenant des régions granitiques sont pauvres en chlore alors que les eaux de régions sédimentaires en contiennent d'avantage. D'ailleurs, la teneur en chlorure augmente généralement avec le degré de minéralisation de l'eau. Indépendamment de la nature de la formation géologique traversée, la présence des chlorures peut être attribuée aux effluents des industries chimiques, à l'exploitation des puits de pétrole, des mines de potasse, aux drainages d'irrigation...etc. (POTELON et al., 2003).

2.1.10. Dureté Totale (TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca^{++} et Mg^{++} à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle en est riche (LEDLER, 1986).

2.1.11. Magnésium (Mg^{2+})

Le magnésium est aussi très répandu dans la nature et sa concentration dans l'eau est liée à la nature géologique des couches traversées. Le Mg dans l'eau provient de l'attaque par l'acide carbonique des roches magnésiennes et de la mise en solution de Mg sous forme de carbonate (Mg Co_3) et de bicarbonates (Mg 2HCO_3) (POTELON et ZYSMAN K, 1998).

2.1.12. Calcium (Ca^{2+})

Le calcium est un élément (métal) alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates surtout à l'état d'hydrogencarbonate et en quantité moindre sous forme de sulfate et de chlorure. Il est le composant majeur de la dureté de l'eau et l'élément dominant des eaux naturelles. Lorsque sa teneur dans l'eau dépasse la norme, il provoque l'entartrage dans les canalisations. Les eaux minérales contiennent plusieurs centaines de grammes par litre. L'organisation mondiale de la

santé (OMS) recommande pour l'eau destinée à la consommation humaine une valeur limite de 500 mg/l, exprimée en CaCO_3 . Le calcium est dosé généralement par la méthode complexe métrique (Belkhiri, 2011).

2.1.13. Alcalinité TA et TAC

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5 (RODIER, 2005). On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) (RODIE, J., 2005)

2.1.14. Matières organique

La matière organique est composée du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Ces matières proviennent soit de l'érosion des sols, soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau (REJSEK 2002).

2.2. Paramètres de pollutions

2.2.7. L'Aluminium

L'origine principale de son apparition en cours de traitement est le résiduel de coagulant, mais l'aluminium peut être naturellement présent dans la ressource, généralement sous forme particulaire associée aux argiles colloïdales. Des rejets de l'industrie métallurgique sont rarement observés. (Legube. 2015)

Dans les eaux l'aluminium peut aussi provenir des sols qui en contiennent naturellement. En raison de la pollution, les pluies peuvent être acides et favoriser une certaine solubilité de l'aluminium qui est possible en dessous d'un $\text{pH}=6$; ce paramètre peut alors se retrouver non seulement dans les eaux mais aussi dans les plantes et les animaux. (Legube. 2015)

2.2.8. Fer

Le fer se retrouve de manière importante dans les eaux souterraines car c'est un élément de la croûte terrestre à raison de 4,5 à 5%. Sa présence dans l'eau dépend des conditions physiques

et hydrologiques. Dans les terrains de faible perméabilité ou ceux situés dans les couches imperméables, les eaux contenant moins d'oxygène se chargent en fer. La mise en solution du fer est due à l'activité microbienne du sol qui nécessite des conditions de pH et de potentiel d'oxydo-réduction particulières. Il existe deux types de méthodes de dosage de fer : celle par absorption atomique, et celle par spectrophotométrie (REJSEK, 2002).

2.2.9. Nitrates

Ce sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau et qui sont directement assimilables par les plantes. Ils sont ajoutés au sol soit directement par les agriculteurs soit indirectement par le fumier ou le purin. A cause de leurs bonnes solubilités dans l'eau, les nitrates sont facilement éliminés du sol en direction de la nappe phréatique, en particulier quand le sol est en jachère, par exemple en hiver. Bien que les nitrates soient énormément moins toxiques et nocifs que les nitrites, il ne doit pas y en avoir plus de 50mg /L dans l'eau du robinet. En effet, une fois consommés, ils peuvent évoluer en nitrites dans l'estomac puis se transformer en nitrosamines toxiques et réputées cancérigènes. (Bliefert et Perraud. 2001)

2.2.10. Nitrites

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates. Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques (DE VILLERS et al., 2005)

2.2.11. Ammoniums

L'ammonium est souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il constitue un des maillons du cycle de l'azote.

L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH, il se transforme soit en composé non combiné, soit sous forme ionisée. Les eaux souterraines sont pauvres en azote ammoniacal. Cependant des eaux issues de sols riches en substances humiques en fer peuvent présenter des teneurs de l'ordre de 1 à 3mg/l. La présence d'azote ammoniacal en quantités relativement importantes peut être l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle. Les méthodes de référence pour l'analyse sont le dosage par

acidimétrie après distillation ou bien par spectrophotométrie (au bleu d'indo phénol ou au réactif de Nessler) (Potelon. Et Zysman, 1998).

2.2.12. Phosphates

Souvent, après l'épuration de l'eau brute, il est nécessaire d'éliminer les phosphates de l'eau et des eaux traitées. Ces phosphates peuvent par exemple être précipités avec du sulfate d'aluminium, des sels de fer ou de la chaux. De cette manière, des phosphates sont éliminés des eaux au environ 90%. (Bliefert et Perraud 2004).

I.2.3.Paramètres bactériologiques

2.2.13. Coliforme totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (CEAEQ, 2000).

Ce groupe est composé des principaux genres suivants : Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia. La plupart des espèces pathogènes ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'Escherichia coli ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (Edberg et al, 2000 ; OMS, 2000).

2.2.14. Coliforme fécaux

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux, ils ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44°C. L'espèce la plus habituellement associée à ce groupe bactérien est Escherichia coli.

C'est la seule bactérie indicatrice qui représente sans équivoque une contamination d'origine fécale animale ou humaine. Sa détection dans une eau doit être considérée comme reflétant la présence possible des germes pathogènes d'origine entérique. (Elmund et al, 1999, Edberg et al, 2000).

5.5.3. Streptocoques fécaux

Les entérocoques font partie d'un groupe de bactéries naturellement présentes dans la flore intestinale des animaux et des humains ; Certains streptocoques fécaux sont très

apparentés aux entérocoques et sont encore utilisés à titre d'indicateurs de contamination fécale. Ils se retrouvent habituellement dans les eaux souterraines à la suite d'une pollution d'origine fécale (Edberg et al., 1999).

La majorité des entérocoques, surtout ceux retrouvés en milieu naturel, ne possèdent pas un pouvoir pathogène particulier envers les humains ; ce sont plutôt des microorganismes pathogènes opportunistes infectant des personnes à risque comme les immunodéprimées.

CHAPITRE 2

PRÉSENTATION DE

LA ZONE D'ÉTUDE

II. Présentation de l'oued Sébaou

1.1. Situation géographique

Le bassin versant du Sébaou plus exactement la partie haute du bassin s'étend de la source Acif de Boubhir à l'amont jusqu'à la cluse de Belloua en aval où l'oued prend la direction NNW-SSE.

La haute vallée de l'oued Sebaou est située dans la partie centrale de la wilaya de Tizi Ouzou, elle s'étale sur une longueur de 30 km, avec une largeur qui varie entre 0,8 et 3 km.

Elle occupe la plus grande partie de la vallée du Sébaou, dont la superficie est 1432 km². Elle est caractérisée par un potentiel hydrique et agricole important. La vallée du Haut Sébaou est très exposée à la pollution d'origine urbaine, agricole et industrielle.

Le bassin versant d'oued Sébaou est caractérisé par un relief typiquement montagneux, couvrant 82% de la superficie totale, délimité :

- Au Nord, par la chaîne littorale et la mer Méditerranée ;
- A l'Est, par le bassin versant de la Soummam ;
- A l'Ouest, par le bassin versant d'Issir ;
- Au sud et sud Est par la chaîne du Djurdjura (chaîne calcaire) ;

L'oued Sebaou, principal cours d'eau de grand Kabylie, prend sa source dans la chaîne des montagnes du Djurdjura et se jette en mer Méditerranée sur une longueur de 117 km (YAKOUB , 2005).

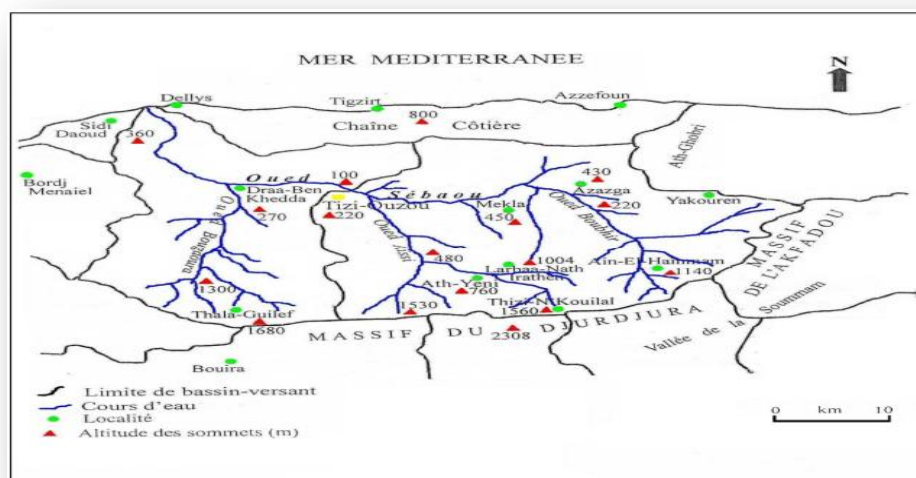


Figure 3: Situation géographique de la région d'étude (LOUNACI, 2005).

1.2. Climatologie

Le climat influence de manière très importante la vie des organismes et leurs relations dans le cadre des écosystèmes (PARINET et al., 2000).

La région d'étude se situant en Méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen. Celui-ci est caractérisé par deux saisons principales :

- ✓ Hiver froid avec des précipitations à grandes irrégularités interannuelles ;
- ✓ Été chaud et sec avec une sécheresse totale bien marquée se prolongeant de juin à septembre.
- ✓ Les précipitations atmosphériques annuelles sont abondantes et irrégulières (ABDESSELAM , 1995).

1.3.Présentation de la station de pompage

Le principal objectif de la station de pompage est de transférer de grandes quantités d'eau du Sébaou vers le barrage de Taksebt pour renforcer l'approvisionnement en eau des régions environnantes, notamment les wilayas de Tizi Ouzou, Boumerdès et Alger.

La capacité de pompage de la station est significative, permettant initialement le transfert de 270 000 m³ par jour vers le barrage de Taksebt (Figure 4).

La station a été mise en service en janvier 2023.Sa construction a nécessité un investissement important de l'ordre de 4 milliards de dinars algériens, soulignant l'engagement financier substantiel dans cette infrastructure vitale pour la gestion de l'eau dans la région. (Abdesselam, 2023)



Figure 4 : Station de pompage Sibaou (Original)

II.2.Situation géographique du barrage TAKSEBT

Le barrage TAKSEBT est situé sur l'Oued Aissi. Affluent du 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 (Figure 5), mis en service en 2007. TAKSEBT est actuellement un grand barrage hydraulique sur la rivière de « Takhoukhth », situé entre Ath Irathen et Ait Aissi. Il est alimenté par les eaux de pluies et les eaux souterraines sa capacité est de 171 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 m³ par an afin d'alimenter la wilaya de Tizi Ouzou ainsi que les wilayas d'Alger et de Boumerdes.

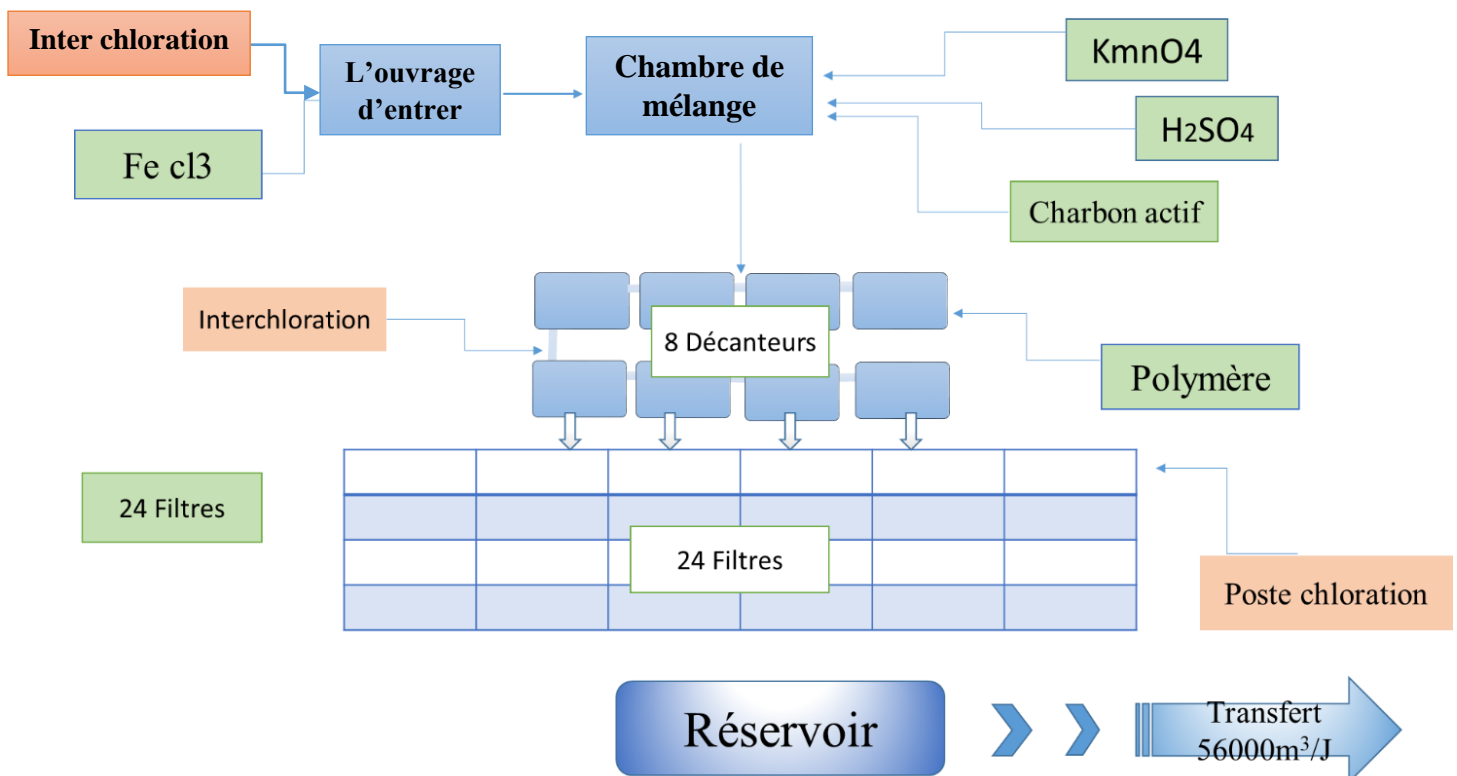


Figure 5: Photo originale du barrage Taksebt 2024

2. Présentation de la station de Traitement SEAAL

La station de traitement des eaux de surface, se situe à environ 8 Km du barrage TAKSEBT, elle occupe une superficie de 34 hectares, construits 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 616 000 de m^3 /j , et elle est dotée d'une filière classique coagulation, floculation, décantation, filtration comme il est présenté dans la Figure 4. 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 à travers des conduites 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.

Figure représenter la chaîne de traitement d'eau potable dans une station de traitement.



Schema explicatif le processus de traitement des eaux du barrage Taksebt dans la station de traitement SEAAL

- **Le charbon actif en poudre (CAP)** : sert à contrôler le goût, couleur et l'odeur de l'eau en captant les micropolluants d'origine organiques. L'eau qui vient du barrage ne contient pas ces caractères.
- **Le permanganate de potassium ($KMnO_4$)** : utilisé pour la précipitation du manganèse dans l'eau. Cette injection n'est pas effectuée car le taux de Mn dans le barrage de TAKSEBT varie dans les normes.
- **Sulfates d'alumine $Al_2(SO_4)_3$** : utilisé comme un coagulant pour faciliter la clarification dans les décanteurs, le taux de sulfates injectés est déterminé par un jar test.
- **Acide sulfurique (H_2SO_4) et la chaux ($CaCO_3$)** : ajustement de pH pour optimiser la coagulation, dont l'acide sulfurique réduit le pH contrairement à la chaux qui le diminue.

II.3. Procédés de traitement

2.3. Ouvrage d'entrée

L'eau brute arrive dans la chambre de dissipation où 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 et les micro-organismes qui peuvent causer une prolifération dans les filières de traitement (Figure 6).



Figure 6 : chambre de dissipation (original)

2.4. Chambre de mélange

Dans le but d'assurer un temps de contact suffisant pour les réactifs injectés. L'eau passe à travers la chambre de mélange (Figure 7). Le permanganate ($KMnO_4$), le charbon actif, les

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 7 : Chambre de Mélange (Original)

2.5.Décantation

Les décanteurs ont pour objectif d'accélérer la sédimentation et le dépôt des particules en suspension dans l'eau (Figure 8). La station de traitement TAKSEBT comprend 8 décanteurs lamellaires fermé répartis en deux filières dont chaque filière possède 4 décanteurs d'un débit maximal de 4500m³ /h. Un polymère (coagulant) est injecté à l'entrée de chacun des décanteurs afin de faciliter la formation des floccs qui sont par la suite facilement décantés.



Figure 8 : Les Décanteurs (original)

2.6.Filtration

La station de potabilisation TAKSEBT, comprend 24 filtres à sable ouverts de granulométrie homogène, dans le but d'éliminer les matières en suspension (MES), l'eau décantée passe par gravité à travers ces filtres qui fonctionnent en alternance par groupe de douze (Figure 9). 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 capturées par le sable).

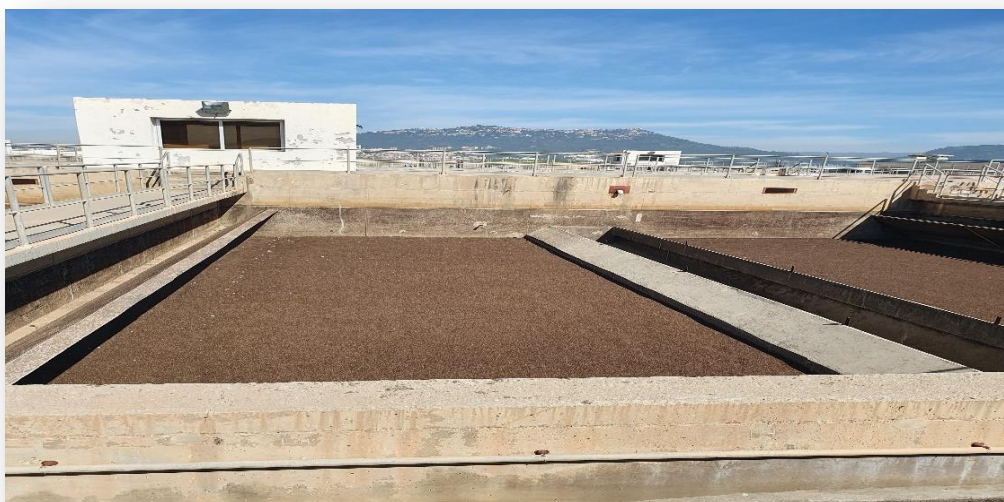


Figure 9 : Filtre à sable ouvert. (Original)

2.7.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.

2.8.Le réservoir de stockage

Une quantité de $56000\text{m}^3/\text{j}$ d'eau traitée qui débouche dans une chambre de sortie en assurant la transfère vers les conduites de sortie de l'eau traitée.

CHAPITRE 3

MATÉRIELS ET

MÉTHODES

Dans cette section, nous détaillerons l'étude physico-chimique et bactériologique des eaux de surface du barrage TAKSEBT, ainsi que de l'eau recyclée de l'oued Sebaou vers le barrage à la station de traitement SEAAL. Nous y aborderons le matériel utilisé ainsi que les méthodes d'analyse employées

III.1. Analyse des paramètres physico-chimiques

1.1. Analyse de la turbidité

- **Matériel utilisé**
 - ✓ Turbidimètre.
 - ✓ Une cellule cuvette de verre incolore de 25 ml avec bouchon.
- **Mode opératoire**
 - ✓ Remplir la cellule de mesure jusqu'à 25 ml de l'échantillon à analyser
 - ✓ Vérifier s'il y'a présence des bulles d'air et les éliminer
 - ✓ Essuyer bien la cellule avec de papier hygiénique.
 - ✓ Placer la cellule dans l'appareil.
 - ✓ Appuyer sur le bouton « entrer » et lire le résultat affiché sur l'écran

1.2. Température et conductivité

- **Matériels utilisés**
 - ✓ Conductimètre;
 - ✓ Béchers;
- **Mode opératoire**
 - ✓ Remplir un bécher avec de l'échantillon;
 - ✓ Immerger complètement l'électrode de l'échantillon;
 - ✓ Appuyer sur le bouton « entrer » et faire la lecture une fois la valeur est stable.

1.3. Le pH ' potentiel hydrogène

- **Matériel utilisé**
 - ✓ pH mètre
 - ✓ Béchers
 - ✓ Barreaux magnétiques

- **Mode opératoire**

- ✓ Remplir un bécher avec l'échantillon;
- ✓ Immerger complètement l'électrode dans l'échantillon d'eau;
- ✓ Appuyer sur le bouton « entrer » et faire la lecture une fois la valeur est stable.

1.4. Analyse de l'oxygène dissous (O₂)

- **Matériel utilisé**

- ✓ Béchers;
- ✓ Oxymétrie;

- **Mode opératoire**

- ✓ Remplir le bécher avec de l'échantillon;
- ✓ Immerger la sonde dans l'échantillon;
- ✓ Lire la valeur affichée sur l'écran une fois que le résultat est stable.

1.5. Mesure de la couleur

- **Matériels utilisées**

- ✓ Cellule;
- ✓ Spectrophotomètre;

- **Mode opératoire**

- ✓ Appuyer sur « programme enregistré », puis sur sélectionner par numéro (introduire le numéro 120)
- ✓ Rincer la cuve et remplir avec l'eau distillée (le blanc)
- ✓ Bien essuyer la cuve et la placer dans le spectrophotomètre
- ✓ Appuyer sur « mesurer »
- ✓ Lire le résultat affiché sur l'écran.

1.6. Analyse de l'ultra-violet

Pour mesurer l'UV de nos échantillons nous avons utilisé un spectrophotomètre d'adsorption moléculaire (DR6000), premièrement remplir la cuve carrée avec l'eau distillée 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 l'échantillon dans la cuve et l'essuyer à l'aide d'un papier absorbant pour assurer une bonne lecture, la placer dans le spectrophotomètre puis cliquer sur mesurer et mentionner la valeur affichée sur l'écran. Avant chaque mesure rincer très bien la cellule avec l'eau distillée.

1.7. Détermination des résidus secs

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 distillée, puis à l'aide d'une éprouvette graduée, 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 : la laisser refroidir dans un dessiccateur, et la peser sur la balance analytique.

La concentration en résidus secs de nos échantillons est calculée selon l'équation suivante

$$RS = (M1 - M0) / V \times 10^6 \text{ mg/l}$$

Avec

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

M0 : La masse en milligrammes de la capsule vide.

M1 : La masse en milligrammes de la capsule et de son contenu après séchage à 105°C.

1.8. Détermination des matières en suspension

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 :

P1= poids des membranes avant filtration). Placer les membranes dans la rompe à filtration et faire passer 100 ml d'eau à analyser remettre les membranes à l'étuve à 105°C afin de sécher,

Les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une deuxième fois (soit : **P2**=poids des membranes après filtration).

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

$$MES = (P1 - P0) / V \times 10^6 \text{ mg/l}$$

Avec

V : Volume d'échantillons versé

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

P2 : poids du filtre à vide (en mg)

III.3. Analyse des paramètres de pollution :

2.1. Nitrates (NO_3^-)

- **Méthode**

Dans une cellule d'analyse de nitrates, verser 15 ml d'eau à analyser, puis on ajoute un sachet de nitriver 06, homogénéiser le tout, après trois minutes prélever 5 ml et les jeter et les rajouter aux 10 ml restant 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'autres 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 trait de jauge, après 30 minutes (temps nécessaire au développement de la couleur) faire la lecture sur spectrophotomètre.

2.2. Mesure des nitrites (NO_2^-)

- **Matériel utilisé**

- ✓ Une éprouvette de 50ml
- ✓ Fiole jaugées et bouchons
- ✓ Pipettes et poires
- ✓ Spectrophotomètre

- **Mode opératoire**

- ✓ Dans des fioles on met 40ml de l'échantillon;
- ✓ On ajoute 1 ml du réactif coloré à la fiole contenant l'échantillon;
- ✓ On remplit la fiole jusqu'à atteindre le trait de jauge en utilisant de l'eau distillée;
- ✓ On place le bouchon sur la fiole, puis on agite doucement pour bien mélanger les composants;
- ✓ On laisse le mélange reposer pendant 20 min pour permettre le temps de contact nécessaire;
- ✓ Enfin on fait la lecture sur un spectrophotomètre.

2.3. Dosage du Fer (Fe^{2+})

- **Matériel utilisé**

- ✓ Erlenmeyers
- ✓ Pipettes et poires
- ✓ Plaque chauffante et hotte
- ✓ Spectrophotomètre

- **Mode opératoire**

- ✓ Dans un erlenmeyer on met 50 ml de l'échantillon ;
- ✓ On ajoute 1 ml de HCl (acide chlorhydrique) pour acidifier l'échantillon
- ✓ Après avoir acidifié l'échantillon, nous introduisons 5ml de peroxy-sulfate de potassium puis nous mélangeons le tout soigneusement
- ✓ Puis nous plaçons l'échantillon sur la plaque chauffante pendant 40 min
- ✓ Une fois que la chauffe est terminée nous laissons l'échantillon refroidir
- ✓ Puis nous ajoutons 1 ml de chlorhydrate, suivi de 2 ml de tampon acétate et enfin 2 ml de phénolphthaléine
- ✓ Pour permettre la réaction, nous laissons l'échantillon reposer dans un endroit à l'ombre pendant 15 min
- ✓ Enfin, après cette période de repos, nous pouvons accéder à la lecture des résultats de notre analyse à l'aide d'un spectrophotomètre.

2.4. Dosage des Ortho-phosphates

- **Matériel**

- ✓ Fioles 50ml
- ✓ Pipettes 1ml et 5ml
- ✓ Acide sulfurique
- ✓ Acide ascorbique solution à 100g/l plus 10g d'acide ascorbique dans 100ml de l'eau distillée

- ✓ Heptamolybdate d'ammonium : 13g heptamolybdate dans 100ml plus 0,35g de tartrate de potassium et d'antimoine hémi hydraté dans 100ml ajouter 300ml d'acide sulfurique à 4,5mol/l.

- **Méthode**

Verser 40ml d'échantillon à analyser, 1ml d'acide ascorbique à 100g/l, 2ml d'heptamolybdate d'ammonium. Agiter quelques secondes ; laisser un temps de contact de 10-30 minutes puis faire la lecture dans le spectrophotomètre DR6000; l'absence de couleur montre que la concentration est inférieure 0,09mg/l et dans le cas contraire il y'a présence de coloration bleue.

2.5. Dosage Ammonium

- **Matériel utilisé**

- ✓ Fioles de 50ml;
- ✓ Pissette de l'eau distillée;

- **Méthode**

- ✓ Prélever 40ml pour chaque échantillon dans des fioles de 50ml, pour le blanc verser 40 ml de l'eau distillée dans une fiole de 50ml, ajouter dans l'ordre pour les échantillons et le blanc 4ml du réactif coloré homogénéisé et 4ml du réactif de dichloroisocyanurate de sodium puis homogénéiser. Après au moins 60min attendre le développement de la couleur. Commencer les mesures d'abord par le blanc puis les échantillons. Remplir et essuyer la cuve carrée, sélectionner le programme pour ammonium dans le spectrophotomètre DR6000.

2.6. Dosage de l' Aluminium (AL^{3+})

Le dosage de l'aluminium se fait selon : **méthode LCK 301**

- **Matériel utilisé**

- ✓ Code bar.
- ✓ Réactif A (Ammonium acétate, méthanol, sodium acétate).
- ✓ Réactif B (Acide ascorbique, sodium thiosulfate).

- ✓ Solution d'aluminium standard (pour préparer le QC).
- ✓ Acide nitrique HNO₃ 69°/° (prendre 1 volume d'eau distillé et ajouter lentement en agitant 2 volumes d'acide nitrique concentré).
- ✓ Tubes spéciaux pour l'aluminium (contenants des produits à l'intérieur).

- **Mode opératoire**

Avant le dosage, une acidification des échantillons est nécessaire en ajoutant une goutte d'acide nitrique HNO₃, le pH doit être compris entre 2,5 et 3,5. Dans les tubes spéciaux (LCK 301); on additionne à chacun 2ml du réactif A, puis une pincée du réactif B, en dernier on ajoute 3ml de chaque échantillon, boucher. Agiter soigneusement. Le temps de contact est de 25 min. Faire la lecture, en faisant passer les codes-barres dans le spectrophomètre, en commençant toujours par le zéro. La teneur en aluminium sera affichée sur l'écran en mg/l

III.3. Analyse des paramètres de minéralisation

3.1. Détermination de la concentration en chlorures

Dans un erlenmeyer introduire 100 ml d'eau distillée (pour préparer le blanc) et remplir d'autres Erlenmeyers avec 100 ml de l'eau à analyser puis ajouter dans l'ordre 1 ml d'indicateur de chromate de potassium et titrer avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge brique, noter le volume des nitrate d'argent versé.

La concentration en chlorures dans l'eau est déterminée selon la formule suivante

$$[\text{Cl}^-] = (\text{VS} - \text{VB}) \times \text{C} \times f \times \text{FC} / \text{VA}$$

Avec :

VS : Volume en millilitres de la solution de nitrate d'argent utilisé pour le dosage de l'échantillon.

VB : Volume en millilitres de la solution de nitrates d'argent utilisé pour le dosage du blanc.

VA : est le volume en millilitres, de l'échantillon pour essai (prendre en comptes les

Dilutions s'il y en a).

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

F : 35453 (masse molaire exprimé en mg/mol).

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

Le titre alcalimétrique et le titre alcalimétrique complet se mesurent par titrage avec une solution D d'acide chlorhydrique (HCl) ou acide sulfurique (H_2SO_4) à une concentration de 0,02N, en présence d'indicateur coloré (phénolphtaléine pour le TA et rouge de méthyle pour les TAC).

3.2.1. Méthode de titrage des TA

Verser 100 ml d'échantillons 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(H_2SO_4) dans l'Erlenmeyer à 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 de phénolphtaléine nous remarquons pas une coloration rose), nous considérons le TA nul donc le $Ph < 8$

La concentration des TA est déterminée selon la formule suivante :

$$TA = VT \times 10 F^\circ$$

Avec

Vt : le volume versé en millilitres de l'acide sulfurique(H_2SO_4) dans la burette.

3.2.2. 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'acide versé.

La détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) est calculée selon la formule suivante

$$TAC = VT \times 5 F^\circ$$

Avec :

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

3.3.Détermination du titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale

Pour déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium dans une eau nous effectuons un dosage avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide Éthylène Diamine Tétracétique (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 tampon, 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 nous arrêtons et nous mentionnons le volume de la solution versé.

La dureté totale (TH) dans une eau est calculée selon la formule suivante :

$$\text{TH} = \text{V}_2 \times 2 \times \text{FC} \times \text{F}$$

Avec :

TH : dureté exprimé en °F.

V₂ : est le volume de l'EDTA (en ml), après le dosage de l'échantillon pour la détermination

Du TH.

FC : facteur de correction de l'EDTA.

F : facteur de dilution.

3.4. Détermination de la dureté calcique (Ca²⁺)

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

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

La concentration des ions Ca²⁺ est déterminé selon la formule suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{(\text{C}_1 \times \text{V}_1 \times \text{A})}{\text{V}_0} \times \text{FC} \times 1000 \times \text{F}$$

Avec :

[Ca²⁺] : La teneur en calcium exprimé en mg/l.

C₁ : la concentration de la solution EDTA.

V0 : est le volume en millilitres de la prise d'essai (50 ml).

V1 : est le volume en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage.

A : est la masse molaire du calcium

FC : facteur de correction du titre.

F : facteur de dilution.

3.5. Détermination de la dureté magnésienne (Mg^{2+})

La concentration globale en magnésium est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique, nous avons :

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

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

$$[Mg^{2+}] = [(C1 \times (V2 - V1) \times A') / V0] \times Fc \times 1000 \times F.$$

Avec :

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

V2 : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage d'échantillon pour la détermination Du TH.

V1 : 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).

V0 : est le volume en millilitres de la prise d'essai (50 ml).

C1 : concentration de la solution EDTA.

FC : facteur de correction de l'EDTA.

F : facteur de dilution.

3.6. Détermination de la matière organique

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

Nous mesurons à l'aide d'une éprouvette 100 ml de l'échantillon et 100 ml de l'eau distillée qui correspond au blanc et les déverser dans des erlenmeyers.

Faire chauffer légèrement sur une plaque chauffante puis ajouter 20 ml d'acide sulfurique pour chaque erlenmeyer afin d'acidifier le milieu.

Ajouter 20 ml de KMnO_4 pour chaque erlenmeyers (obtention d'une couleur violet), Dès qu'ils atteignent l'ébullition, chronométrer 10 min.

Eteindre la plaque chauffante, ajouter 20 ml de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ pour chaque erlenmeyer afin de décolorer le milieu.

Titrer la solution de blanc avec le KMnO_4 jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle, la valeur obtenu correspond au volume du blanc.

Nous décolorons une autre fois la solution de blanc avec 20 ml de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ afin de déterminer la valeur retour de blanc

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

$$\text{MO} = (\text{VT} - \text{VB}) / \text{VR} \times \text{F}$$

Avec :

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

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

VR : est le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé lors de la Vérification de la solution titrant.

F : est le facteur correctif utilisé pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygéné Par litre =16

4. Analyse bactériologique

Pour déterminer la qualité de l'eau des analyses bactériologiques doivent être effectuées, en se basant 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. 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 exprimés en UFC/100m.

4.1. Recherche et dénombrement des bactéries coliformes totaux et Escherichia coli

Elle consiste en la recherche et le dénombrement d'Escherichia coli et les bactéries coliformes totaux par la méthode de filtration sur membrane. Pour cela, nous procédons comme suit :

- ✓ Stérilisation des mains
- ✓ Stérilisation de la pince et de la rampe à l'aide d'un bec bunsen
- ✓ Codifier les boites pétries on mentionnant la datte et le nom de l'échantillon
- ✓ Mettre en place de façon aseptique, un filtre d'une porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile
- ✓ Verser 100 ml de l'échantillon après agitation
- ✓ Actionner la pompe pour absorber l'eau à travers la membrane
- ✓ Après absorption de l'eau, récupérer le filtre et le transférer dans une boite de Pétri sur une gélose préalablement préparée (CCA) En évitant les bulles d'air
- ✓ Incuber à 37°C pendant 24heures
- ✓ La présence d'Escherichia coli est distingués par l'apparition des colonies d'une couleur bleue. La présence de coliformes totaux est distingués par l'apparition des colonies d'une couleur rouge.

4.2. Dénombrement des streptocoques fécaux

Ce dénombrement consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux dans l'eau par la méthode de filtration sur membrane. Pour cela, on procède comme suit

- ✓ Stérilisation des mains
- ✓ Stérilisation de la pince et de la rampe à l'aide d'un bec bunsen
- ✓ Codifier les boites de pétri en mentionnant la date et le nom de l'échantillon
- ✓ Placer le filtre d'une porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et insérer l'entonnoir
- ✓ Verser 100 ml de l'échantillon après agitation;
- ✓ Actionner la pompe pour absorber l'eau à travers la membrane. Après absorption de l'eau, récupérer le filtre et le transférer dans une boite de

Pétri sur une gélose préalablement préparée (Slanetz et Bartley) en évitant les bulles.

CHAPITRE 4

RESULTAT ET

DISCUSSION

IV. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE

IV.1. Paramètres Physico-chimiques

1.1. Conductivité

Les résultats, illustrés par la figure 10, font ressortir que la valeur de la conductivité de l'Oued Sebaou est la plus élevée, avec une valeur de 693 $\mu\text{s}/\text{cm}$, par rapport à celle de l'eau brute du barrage Taksebt. Grâce au transfert de cette eau, nous constatons que la valeur du mélange est réduite à 579 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Après traitement, la conductivité obtenue est de 535 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

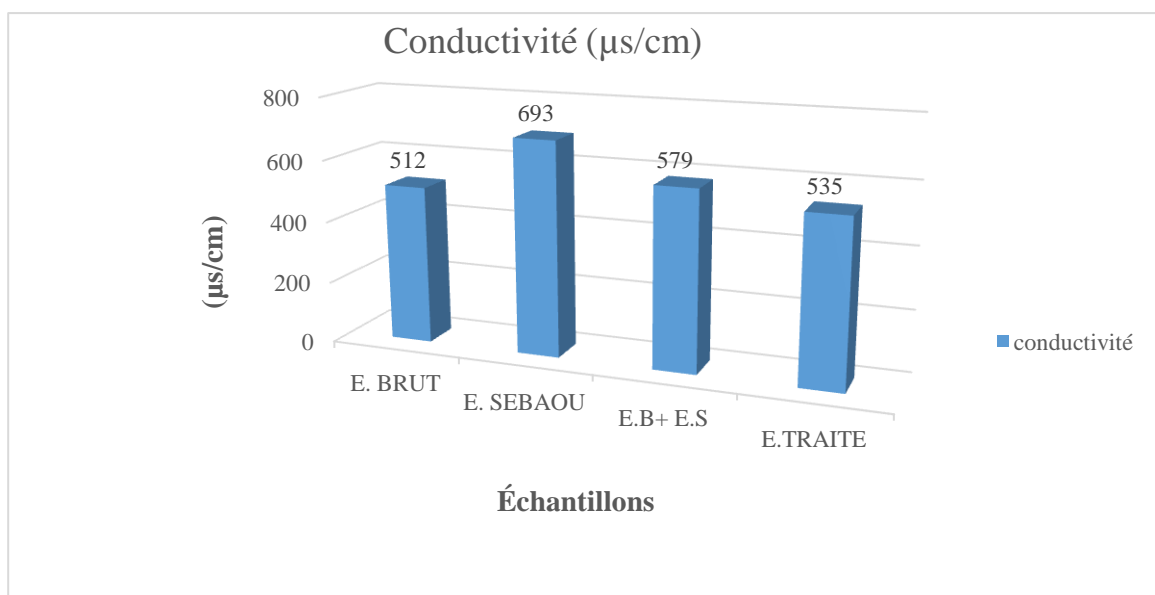


Figure 10: Valeurs de la conductivité de l'eau des quatre échantillons

La conductivité permet d'évaluer globalement la concentration des sels en solution dans l'eau. C'est un moyen relativement simple de détecter une anomalie qui pourrait indiquer la présence probable d'une pollution. En comparant la valeur mesurée avec celle attendue (par exemple, la conductivité moyenne locale d'un cours d'eau), elle peut aider à localiser une source potentielle de pollution, comme une pollution organique significative qui pourrait augmenter la conductivité.

D'après la valeur de la conductivité de l'eau traitée, il apparaît que cette eau a traversé une région calcaire (Merabet, 2010).

1.2.Température

Après avoir effectué l'échantillonnage des différentes stations d'étude, nous avons observé, au laboratoire, que les valeurs obtenues sont presque identiques, à l'exception de celles de l'Oued Sebaou et de son mélange avec l'eau brute, qui varié entre 18,65 et 19,98 C° (Figure 11). Cette température peut favoriser le développement des micro-organismes dans les canalisations tout en intensifiant les odeurs et les saveurs. En revanche, une température inférieure à celle-ci ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux.

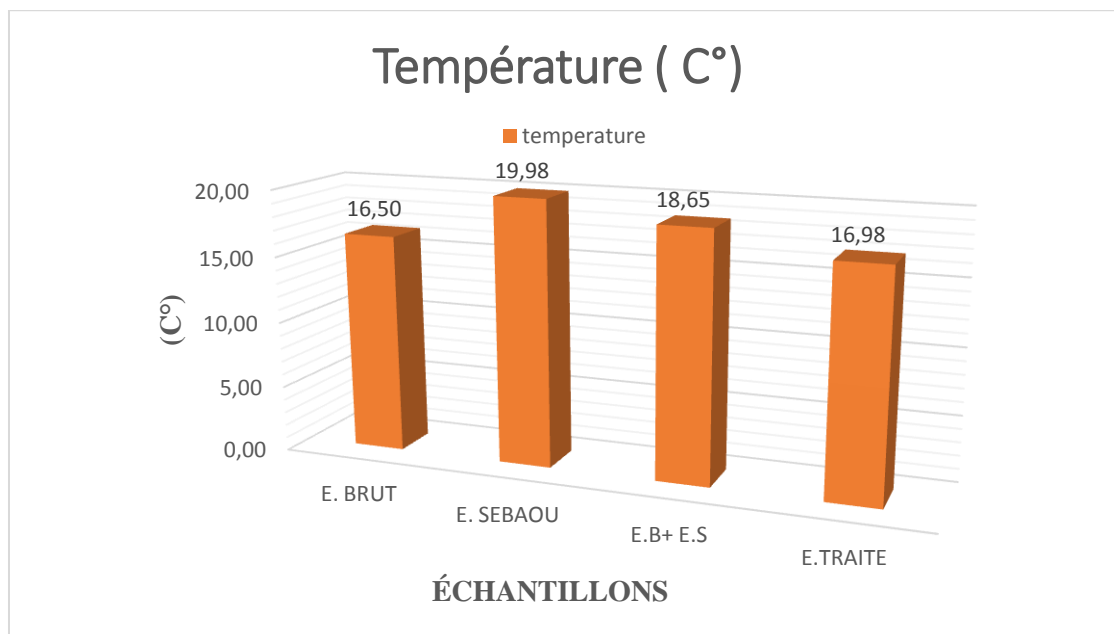


Figure 11 : Valeurs de la température de l'eau des quatre échantillons

1.3.Turbidité

Les résultats rapportés par la figure 12 révèlent que la valeur de la turbidité de l'Oued Sebaou est de 5,38 NTU ; elle est la plus élevée par rapport à celle de l'eau brute qui est de 3,31 NTU. Cette différence est justifiée par les dernières précipitations lors de notre échantillonnage, sachant que la turbidité est liée à la présence de diverses particules organiques telles que l'argile, les colloïdes, les planctons, etc. En revanche, après clarification, décantation par le processus de coagulation-floculation puis filtration, nous avons obtenu un très bon abattement de 94%, avec une valeur moyenne de 0,31 NTU pour une eau traitée parfaitement adaptée à la consommation humaine.

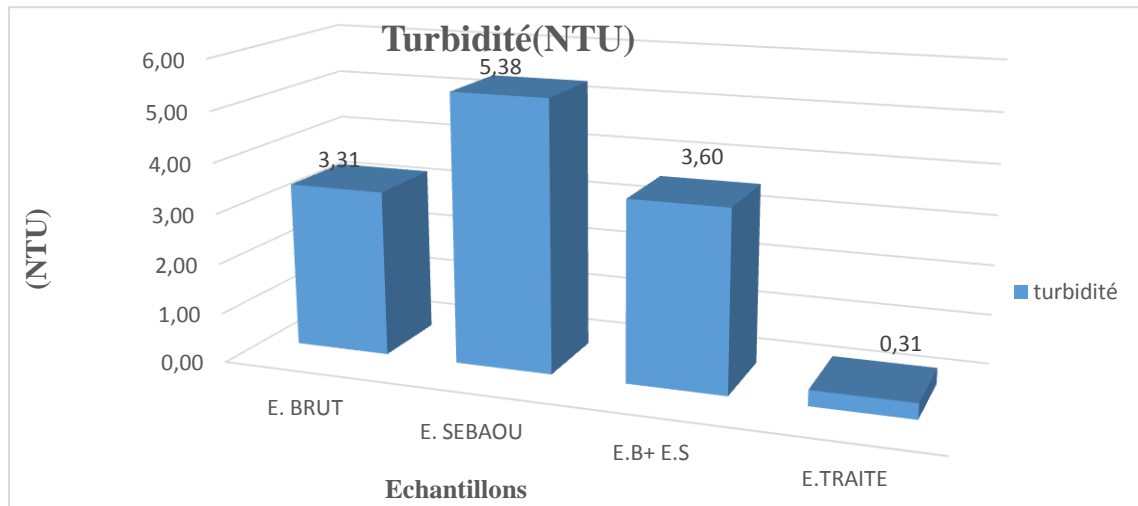


Figure 12 : Valeurs de la turbidité de l'eau des quatre échantillons

1.4.pH

Pour le pH, nous constatons que les valeurs sont presque identiques pour l'Oued Sebaou et le mélange avec l'eau brute, qui est de 8,09 (Fig. 13). Ces valeurs de pH sont généralement observées dans des eaux stagnantes comme les marais, les étangs et les barrages, où la réaction ionique est influencée par la photosynthèse de la végétation et la nature chimique des fonds, modifiant ainsi l'équilibre carbonique.

En revanche, une fois que l'eau brute est transférée vers les stations de traitement de Taksebt, nous avons obtenu une valeur de pH de 7,78 après avoir subi un processus de production. Au final, nous avons obtenu une eau traitée avec un pH de 7,69, conforme à la norme en vigueur pour l'eau potable, en fonction de la nature du terrain traversé. (POTELLON et al, 1998)

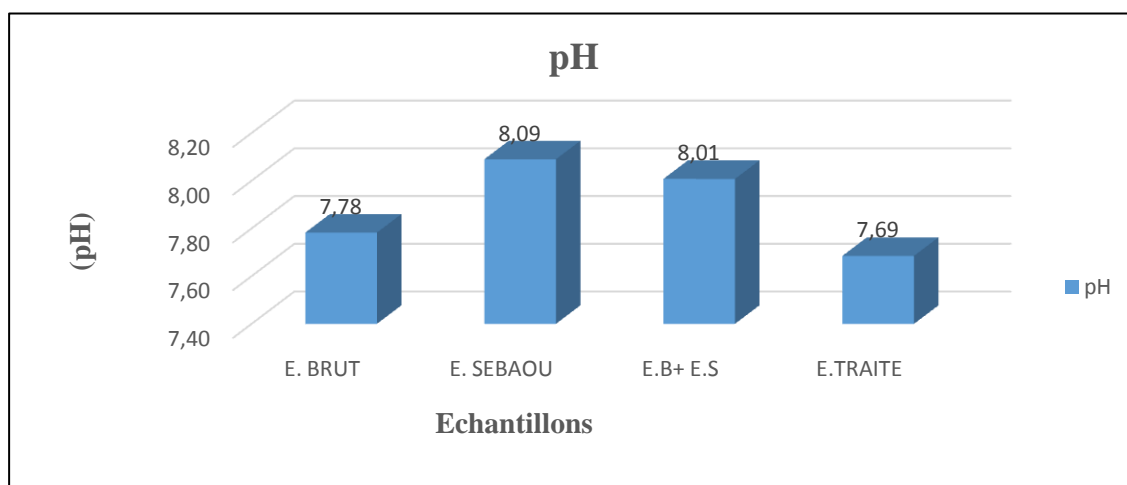


Figure 13: Valeurs du pH de l'eau des quatre échantillons

1.5.Oxygéné dissout

La teneur oxygène dissous de l'eau d'oued Sébaou, de l'eau brute et de leur mélange est presque identique et avoisine 6 mg/l (Fig. 14). La teneur en oxygène dissous a tendance à diminuer avec la profondeur, et des phénomènes anaérobies peuvent se développer dans les sédiments lorsque la température augmente.

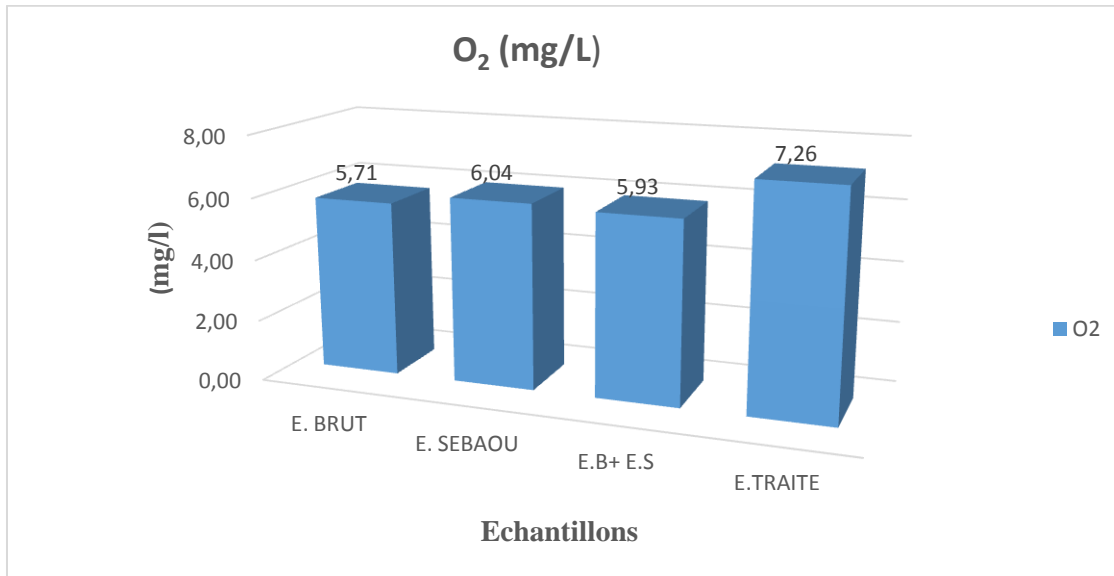


Figure 14: Teneurs en oxygène dissous de l'eau des quatre échantillons

En effet, la solubilité de l'oxygène diminue à mesure que la température s'élève, en plus de la consommation accrue par les organismes vivants et les bactéries qui se multiplient, notamment dans les milieux à faible renouvellement comme les lacs, les réservoirs de barrage, et les baies, etc. ((Jean Rodier et al., 2009)

En revanche, après traitement de cette eau, on observe que la valeur de l'oxygène dissous a augmenté pour atteindre 7,26 mg/l. Toutefois, la teneur en oxygène ne dépasse que rarement les 10 mg/l et dépend de l'origine de l'eau, les eaux superficielles peuvent contenir des quantités relativement importantes, proches de la saturation.

1.6. Couleur

D'après l'analyse effectuée, nous remarquons que la valeur de la couleur de l'eau de l'Oued Sebaou est remarquablement élevée, avec 51 Ptc par rapport à celle de l'eau brute et son mélange, qui varie entre 28 et 36 Ptc (Fig. 15). Cette différence s'explique par la charge de pollution déversée dans l'Oued Sebaou, que ce soit d'origine industrielle ou urbaine.

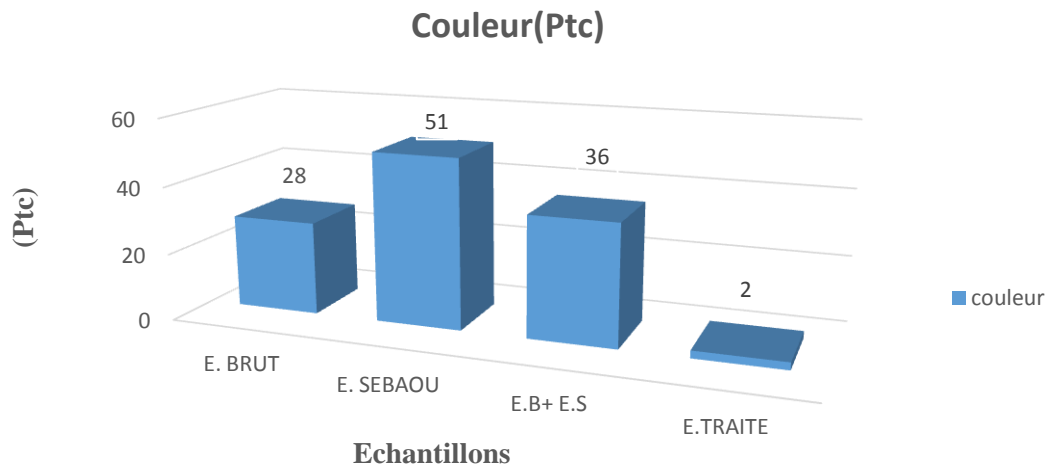


Figure 15: Valeurs de la couleur de l'eau des quatre échantillons

L'activité agricole intense en amont du bassin versant de l'Oued Sebaou pourrait constituer une importante source de matière organique. De plus, les acides humiques provenant des sols forestiers et des milieux humides contribuent également à la coloration de l'eau. Ainsi, les gradients amont-aval peuvent avoir des origines aussi bien naturelles qu'anthropiques.

Après traitement, on a obtenu une eau potable avec une coloration de 2 Ptc, ce qui illustre l'efficacité de la station de traitement du barrage Taksebt.

1.7.UV

Nous constatons que les valeurs obtenues après l'analyse de l'UV pour l'eau de l'Oued Sebaou sont presque identiques à celles du mélange avec l'eau brute, avec une valeur moyenne de 0,090 abs (Fig. 16). En général, des valeurs éloignées de 0 indiquent une eau de qualité médiocre, ce qui s'explique par le taux élevé de matière organique tant dans l'eau brute que dans celle de l'Oued Sebaou et plus précisément de leur mélange.

En revanche, on remarque qu'après le processus de production qu'a subi cette eau, on a obtenu un abattement atteignant une valeur de 0,055 abs

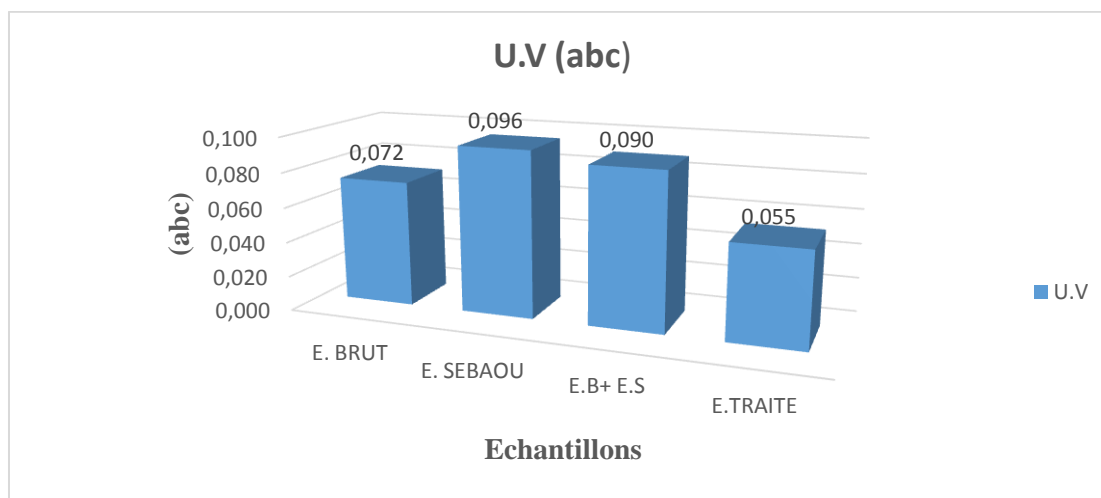
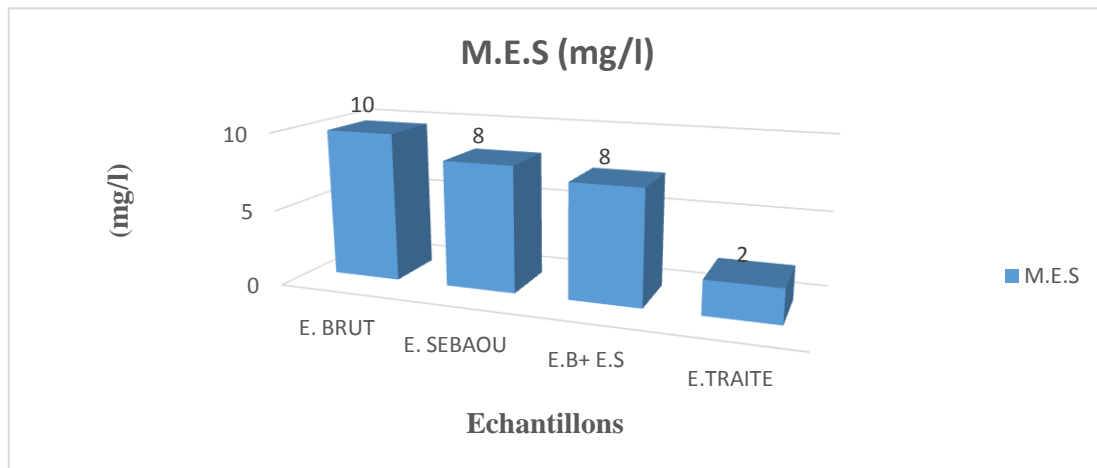


Figure N°16 : Variation des ultraviolets de l'eau des quatre échantillons

1.8.Matière en suspension (MES)

Les résultats de la concentration en M.E.S (Matières en Suspension) de l'eau du barrage Taksebt est de 10 mg/l, comparée à celle de l'Oued Sebaou et son mélange qui est identique (8 mg/l) (Fig. 17). Ces concentrations élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, réduire l'oxygène dissous et compromettre le développement de la faune aquatique en créant des déséquilibres entre les différentes espèces, telles que l'asphyxie des poissons.

Ces observations soulignent la nécessité d'un traitement par coagulation-floculation-filtration, car les matières en suspension doivent être absentes dans l'eau destinée à la consommation humaine. Après traitement, nous avons obtenu une valeur de 2 mg/l, conforme aux normes de potabilité de l'eau.



Matières Figure N°17 : Concentration en MES de l'eau des quatre échantillons

1.9.Résidus Secs

Les résultats de l'analyse de la teneur en Résidus Secs obtenue dans l'eau brute du barrage Taksebt et de l'Oued Sebaou est presque la même, sauf pour le mélange des eaux de Sebaou et Taksebt où l'on a obtenu une valeur plus élevée de 360 mg/l (Fig. 18). En revanche, après le processus de production de l'eau, les Résidus Secs ont été réduits à une valeur de 323 mg/l, ce qui permet d'apprécier son degré de minéralisation.

Pour des raisons de saveur, l'OMS recommande une limite de 1000 mg/l pour les Résidus Secs dans l'eau destinée à la consommation humaine.

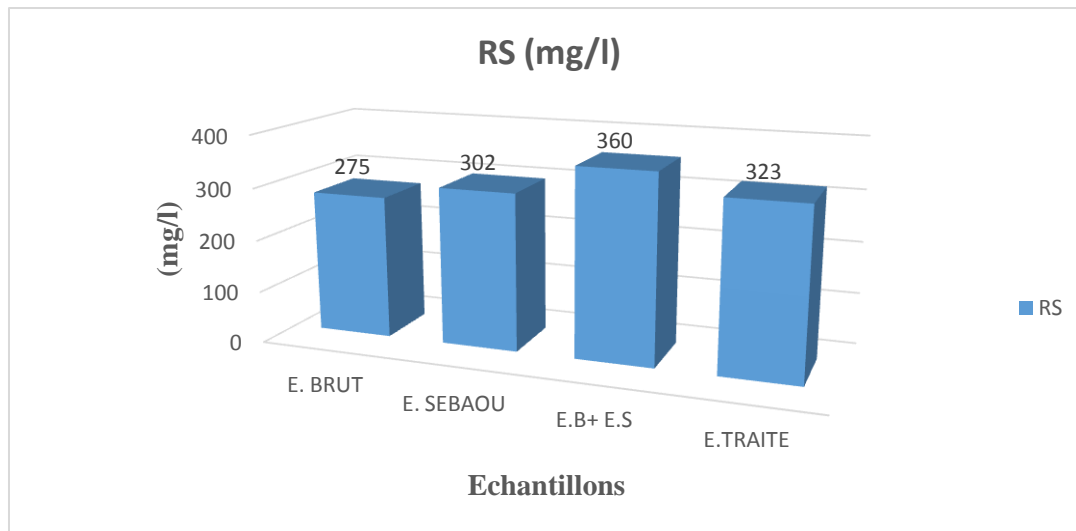


Figure N°18: Teneur en résidus secs de l'eau des quatre échantillons

IV.2.Paramètres de pollution

2.10. Ammonium

Les résultats rapportés dans la (figure 19), montrent que la concentration en ammonium est faible dans l'eau brute, avec une valeur de 0,05 mg/l, comparée à celle de l'Oued Sebaou qui est de 0,53 mg/l. Cette différence s'explique par la dégradation incomplète de la matière organique, qui se transforme rapidement en nitrites et nitrates par oxydation, due aux rejets industriels et urbains dans l'Oued.

Le mélange de l'eau du Sebaou avec celle brute du barrage Taksebt nous a permis de réduire la pollution en ammonium, avec une valeur de 0,17 mg/l. Une fois arrivée à la station de traitement de Taksebt, l'eau traitée finale a obtenu une concentration de 0 mg/l.

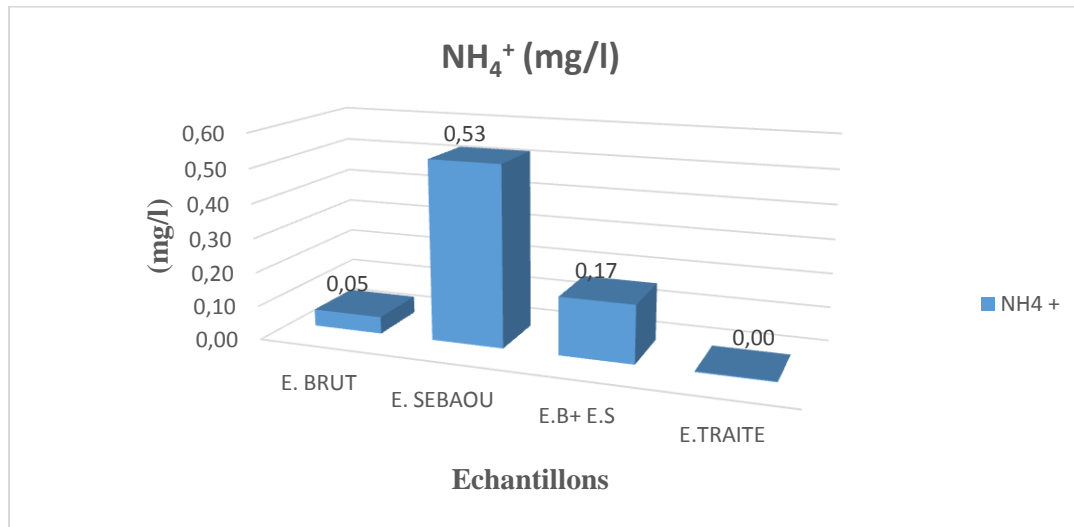


Figure 19 : Teneur en ammonium de l'eau des quatre échantillons

2.11. Nitrates

Les nitrates ont une valeur moyenne de 9,35 mg/l que ce soit pour le barrage de Taksebt ainsi que l'oued Sebaou (Fig. 20). En revanche, le mélange des deux nous a donné une valeur de 8,44 mg/l après analyse. Après traitement, cette valeur est passée à 9,20 mg/l, ce qui est très significatif par rapport à la norme en vigueur qui ne doit pas dépasser 50 mg/l .

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniac, nitrite, etc.) sont susceptibles de se transformer en nitrates par le processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable selon la saison et l'origine des eaux ; il peut varier de 1 à 15 mg/l (Rodier et al.,2005).

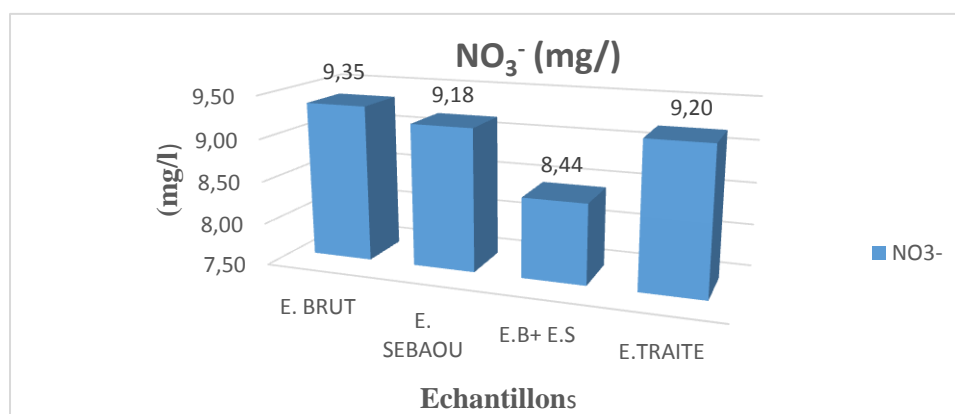


Figure 20 : Variation des taux de Teneur en Nitrate de l'eau des quatre échantillons

2.12. Nitrites

Les résultats illustrés par la(figure 21) révèlent la teneur en nitrites est faible dans l'eau brute, avec une valeur de 0,06 mg/l, tandis que dans l'Oued Sebaou, cette valeur est de 0,42 mg/l. La présence de nitrites provient soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, les nitrifications n'ayant pas été conduites à leur terme, soit d'une réduction des nitrates par des processus dénitrifiant. Une eau contenant des nitrites est considérée comme suspecte car elle est souvent associée à une détérioration de la qualité microbiologique. Il est important de signaler que l'eau en contact avec certains terrains et certains elements peut contenir des nitrites indépendamment de toute pollution.

Le traitement de l'eau transférée vers la station de traitement a permis d'éliminer les nitrites et nous avons obtenu une bonne production avec une valeur en nitrites de 0 mg/l (Rodier et al.2009)

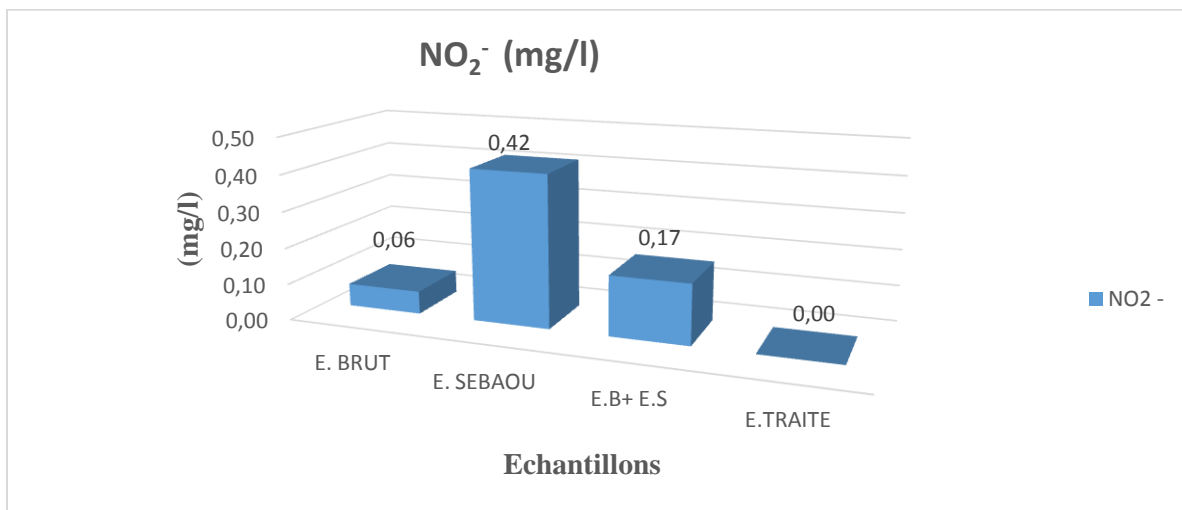


Figure 21 : Teneur en nitrites de l'eau des quatre échantillons

2.13. Les Ortho-Phosphates

Pour les ortho-phosphates, la valeur obtenue pour l'Oued Sebaou est légèrement élevée ; elle est estimée à 0,17 mg/l par rapport à celle de l'eau brute du barrage Taksebt qui est de 0,10 mg/l (Fig.22). Après le mélange au niveau du barrage Taksebt, on remarque une valeur plus faible de 0,14 mg/l. En revanche, l'efficacité de la station de traitement Taksebt montre des traces dans l'eau traitée, avec une valeur de 0,05 mg/l pour la consommation humaine.

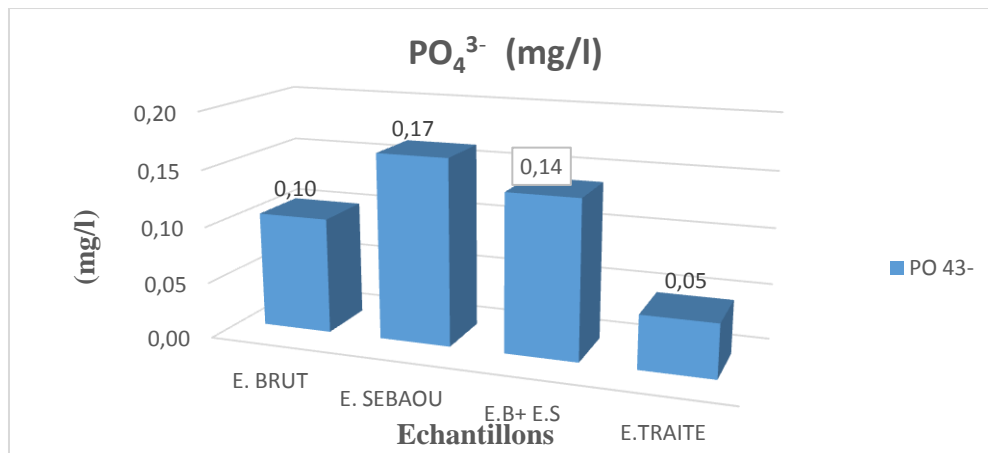


Figure 22 : Teneur en ortho phosphate de l'eau des quatre échantillons

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Des concentrations supérieures à 0,50 mg/l peuvent constituer un indice de pollution.

Les eaux de surface ou les nappes peuvent être contaminées par des rejets industriels (industrie agro-alimentaire, ateliers de traitement de surface, laveriers) ainsi que par des sources domestiques, ou par le lessivage des terres cultivées contenant des engrais phosphatés ou ayant été traitées avec certains pesticides (Rodier et al., 2009)

2.14. Aluminium

Sur la (figure 23), nous remarquons des traces d'aluminium pour tous les échantillons, avec des valeurs variant entre 0,030 et 0,036 mg/l. 'L'aluminium susceptible d'être retrouvé dans l'eau traitée ne présente pas de caractère toxique pour la population en général, puisque le corps humain contient de 50 à 150 mg d'aluminium, une teneur qui peut varier indépendamment des apports extérieurs et un indicateur de pollution '. (DEGREMONT,2005)

Dans ce cas, le système de coagulation-floculation de la station de traitement du barrage de Taksebt utilise un coagulant tel que le chlorure ferrique à la place du sulfate d'alumine, d'où la très faible valeur d'aluminium mesurée dans l'eau traitée, qui est de 0,036 mg/l.

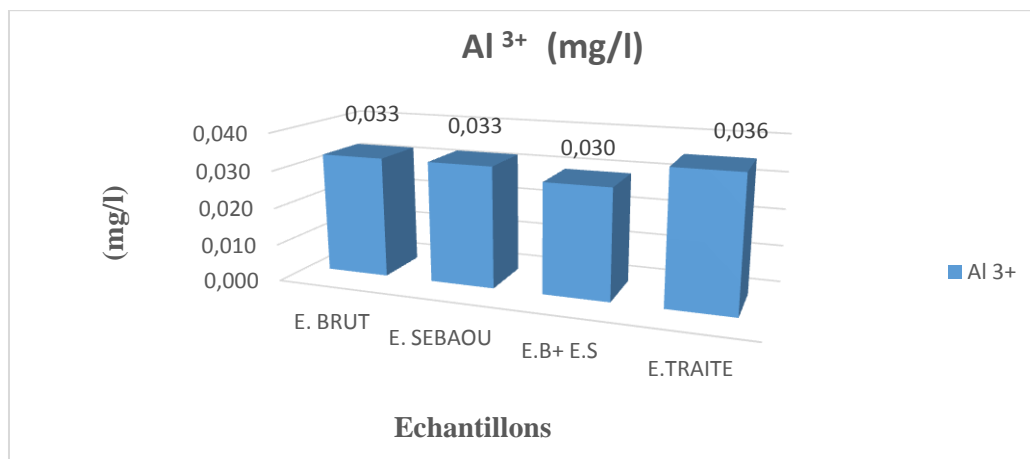


Figure 23 : Teneur en aluminium de l'eau des quatre échantillons.

2.15. Le Fer

Les résultats de l'analyse de la teneur en Fer dans l'eau des différents échantillons révèlent que la concentration en fer dans l'eau brute est très faible, estimée à 0,08 mg/l, comparée à celle de l'eau recyclée de l'Oued Sebou qui atteint 0,26 mg/l en raison des différents rejets industriels et urbains à cet endroit (Fig. 24). En revanche, après le processus de mélange, une valeur de 0,13 mg/l est obtenue, indiquant une réduction de la pollution initiale de l'Oued Sebou en fer, grâce au volume transféré vers le barrage Taksebt, ce qui implique une certaine dilution par rapport à la quantité d'eau brute.

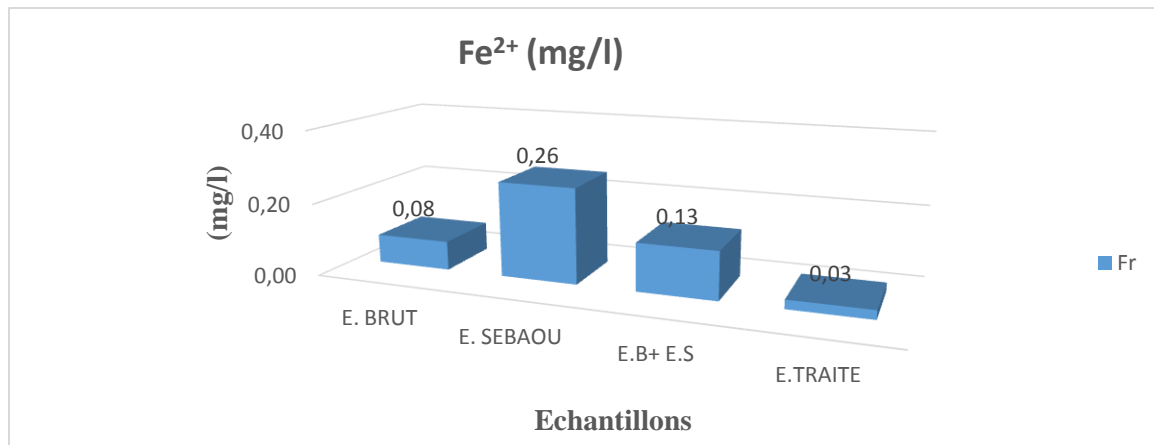


Figure 24 : Concentration de Fer dans l'eau des quatre échantillons

Après acheminement à la station de traitement du barrage Taksebt, l'eau subit un processus de clarification pour obtenir un produit final à 0,03 mg/l de fer, conforme aux normes en vigueur pour l'eau potable. Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à plusieurs mg/l de fer, provenant de la lixiviation des terrains traversés ou de la pollution industrielle. Dans les réseaux de distribution, la présence de fer est souvent due à la corrosion des conduites ou à l'utilisation de sels de fer dans les traitements de coagulation-floculation, notamment en cas de mauvaise maîtrise des opérations.

L'élimination du fer peut être réalisée par oxydation-aération suivie de filtration ou par oxydation biologique (Rodier et al.,2009)

IV.3.Paramètres de minéralisations globales

3.16. La Dureté Totale TH

Les résultats de la mesure de la dureté totale nous ont montré que l'eau de l'Oued Sebaou est très dure par rapport à l'eau brute du barrage, avec une valeur de 25,57 °F. En revanche, le mélange n'a pas eu pour effet de réduire cette dureté, qui demeure assez avec une valeur de 23,28 °F (Fig. 25). Après traitement à la station de traitement du barrage Taksebt, la dureté a ramenée à une valeur de 18,86 °F.

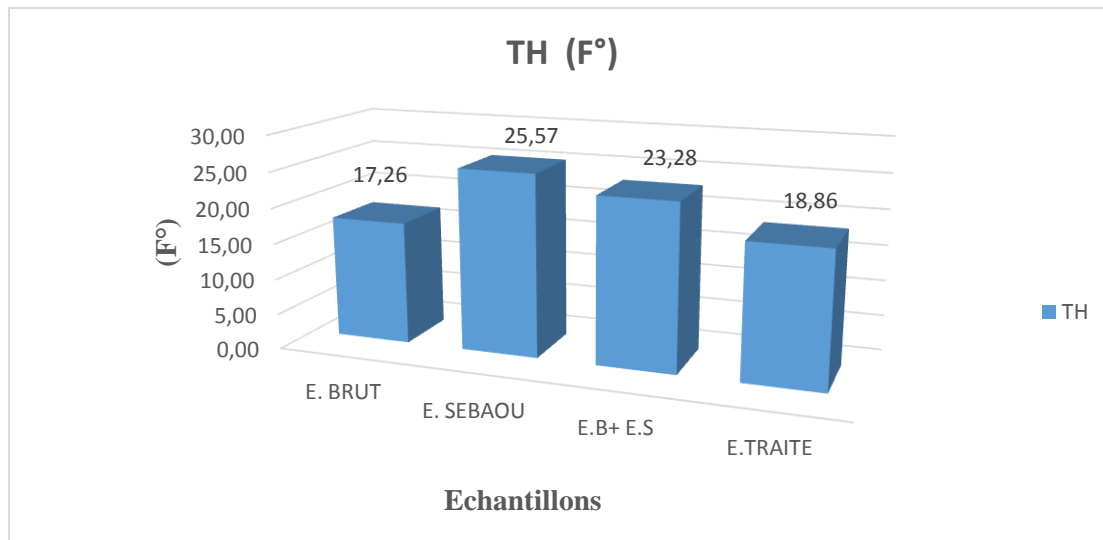


Figure 25 : Valeurs de la dureté TH de l'eau des quatre échantillons

La dureté de l'eau est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium. Il n'est pas facile de définir précisément ce qui constitue une eau dure par rapport à une eau douce. Les eaux provenant de terrains calcaires, surtout gypseux, peuvent avoir des duretés très élevées, atteignant jusqu'à 1 g/l de CaCO_3 . En revanche, les eaux provenant de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des duretés généralement plus faibles. Les eaux de surface, qui sont généralement moins riches en acide carbonique et en oxygène dissous que les eaux souterraines, ont une dureté moins élevée que ces dernières (Rodier et al., 2009)

3.17. Calcium et Magnésium

D'après les résultats rapportés dans la (figure26), nous remarquons que les concentrations moyennes en calcium et en magnésium sont élevées, avec des valeurs respectives de 77,47 mg/l et 24,42 mg/l par rapport à l'eau brute. En revanche, après le mélange, les valeurs sont de 68,57 mg/l et 22,04 mg/l, et elles restent identiques après traitement.

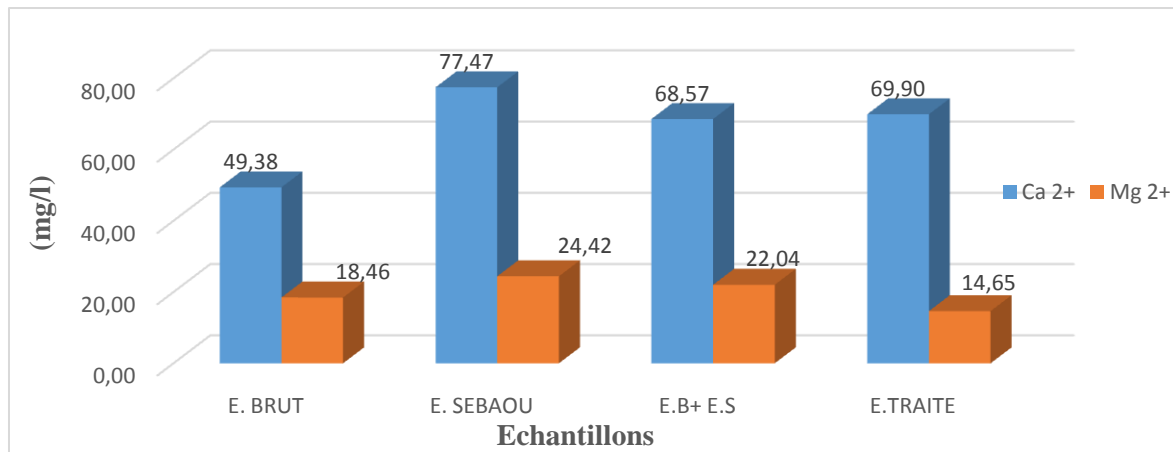


Figure 26 : Teneur en calcium et magnésium de l'eau des quatre échantillons

Le calcium est généralement l'élément dominant dans l'eau potable, sa teneur variant essentiellement selon la nature du terrain traversé. Le magnésium constitue également un élément significatif de l'eau, sa teneur dépasse rarement les 15 mg/l.

3.18. TA et TAC

Après l'analyse, on a constaté que la teneur en TA (titre alcalimétrique) est nulle au niveau du barrage Taksebt, aussi bien avant son mélange qu'après sa production. En revanche, une mesure significative de 2,32 °F a été relevée au niveau de l'Oued Sébou, ce qui pourrait être dû à la nature basique de cette eau (pH > 8,30) (Fig. 27).

Quant à l'analyse de TAC (titre alcalimétrique complet), elle a révélé une valeur très élevée pour l'Oued Sébaou par rapport à celle du barrage Taksebt et à celle après le mélange. Après production, une valeur de 14,85 °F a été obtenue.

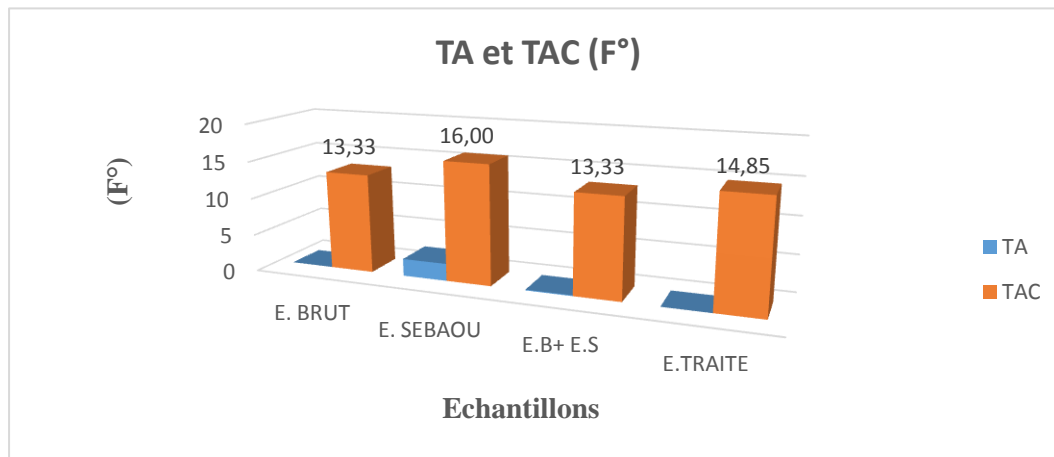


Figure 27: Valeurs des TA et TAC dans l'eau des quatre échantillons

Le titre alcalimétrique (TA) mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques, tandis que le titre alcalimétrique complet TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

Dans l'eau transférée, la valeur du pH est faible. L'alcalinité de l'eau est constituée par des hydrogénocarbonates ou par un mélange de carbonates et d'hydrogénocarbonates.

- Pour une eau contenant que des hydrogénocarbonates :

$$\text{Le TA} = 0 \quad \text{le TAC} = \text{HCO}_3^-$$

- Pour une eau contenant un mélange des carbonates / hydrogénocarbonates :

$$\text{TA} = \text{CO}_3^{2-}/2 \quad \text{le TAC} = \text{HCO}_3^- + 2\text{TA}.$$

3.19. Matière organique

Pour l'analyse de la matière organique, nous remarquons sa présence dans l'eau de l'Oued Sebaou et dans l'eau brute du barrage Taksebt. Après leur mélange, la moyenne mesurée est de 3 mg/l (Fig. 28). Après transfert de cette eau vers la station de traitement du barrage Taksebt, elle a subi un processus de désinfection, coagulation, floculation, clarification et filtration, ce qui a entraîné une réduction de 50 % de la teneur en eau en matière organique, obtenant ainsi une valeur de 1,64 mg/l, conforme aux normes en vigueur

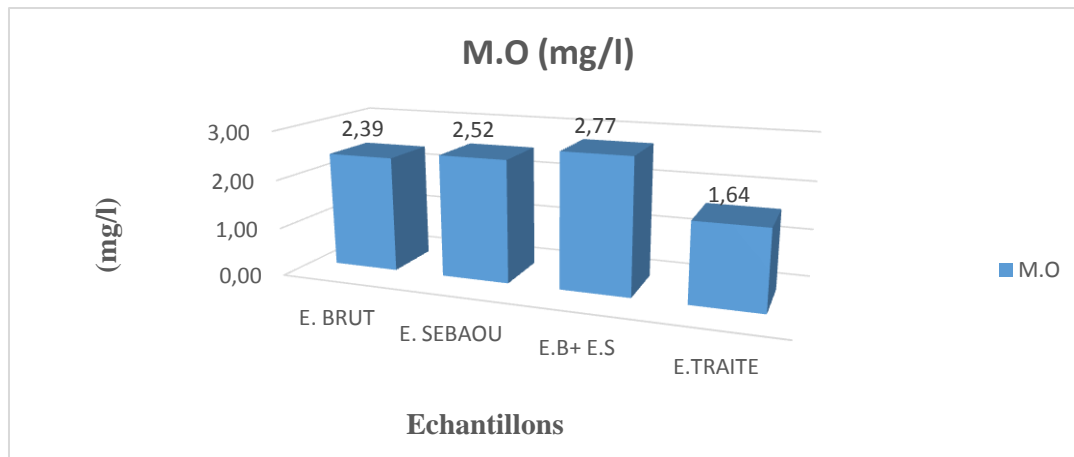


Figure 28: Teneur en matière organique de l'eau des quatre échantillons

En dehors de la pollution due aux activités humaines, la matière organique rencontrée dans les eaux est constituée par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale par les micro-organismes.

La nature de la matière organique varie considérablement d'un site à un autre et selon les saisons. L'innocuité de la matière organique est de favoriser l'apparition de mauvais goûts, qui peuvent être exacerbés par la chloration.

Les traitements de coagulation partielle sur filtre ou l'oxydation chimique permettent généralement une élimination de 10 % à 30 % des matières organiques de l'eau brute. Les traitements par coagulation-floculation-décantation avec ajout de charbon actif permettent une élimination de 40 à 70 %, le reliquat peut être éliminé par filtration (Rodier et al.,2009)

3.20.Chlorures

Dans la (figure 29) où sont rapportés les résultats d'analyse des chlorures, il ressort que les concentrations obtenues sont de 41,95 mg/l pour l'eau de l'Oued Sebaou et 34,73 mg/l pour l'eau brute du barrage. Après le mélange, une réduction de 50 % des chlorures a été observée, atteignant une valeur de 20,01 mg/l. Cependant, après traitement, la valeur obtenue reste presque la même de l'ordre de 21,62 mg/l.

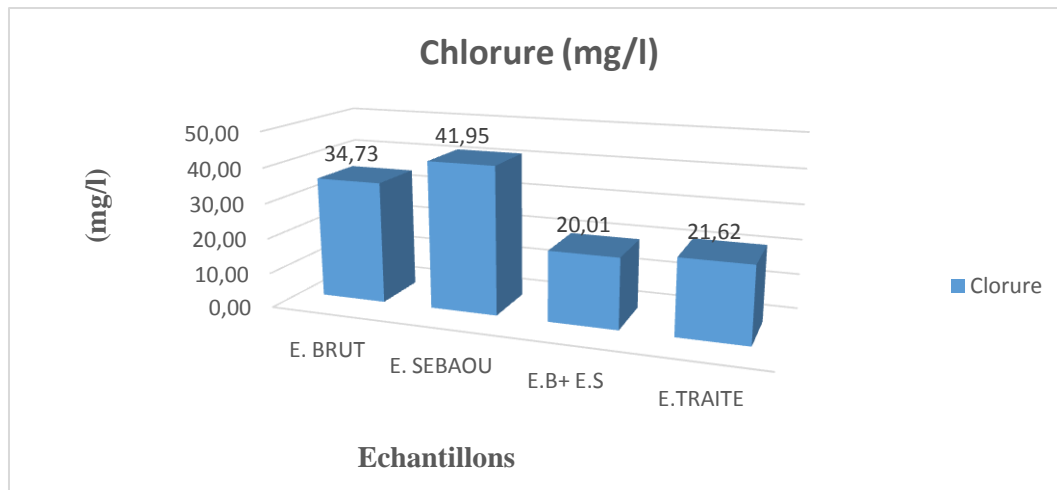


Figure 29 : Teneur en chlorures l'eau des quatre échantillons

Les teneurs en chlorures dans les eaux varient considérablement et sont principalement liées à la nature des terrains traversés. Les eaux de surface non polluées ont généralement une teneur d'environ 25 mg/l en chlorures.

B. ANALYSES BACTERIOLOGIQUE

D'après l'analyse bactériologique, une contamination bactérienne a été constatée aussi bien dans l'eau brute que dans l'eau de l'Oued Sébaou, avec une charge particulièrement élevée atteignant 106 UFC par espace (Fig. 30). Leur présence dans l'eau est favorisée par leur concentration habituelle dans les matières fécales des hommes et des mammifères les plus susceptibles d'héberger des pathogènes.

Cependant, après le mélange envoyé à la station de traitement, l'eau a subi un processus de clarification, décantation, filtration, avec des étapes de pré-oxydation et de désinfection. Cela a permis d'obtenir une eau traitée exemptée de bactéries, ce qui est essentiel pour garantir la potabilité de l'eau destinée à la consommation humaine.

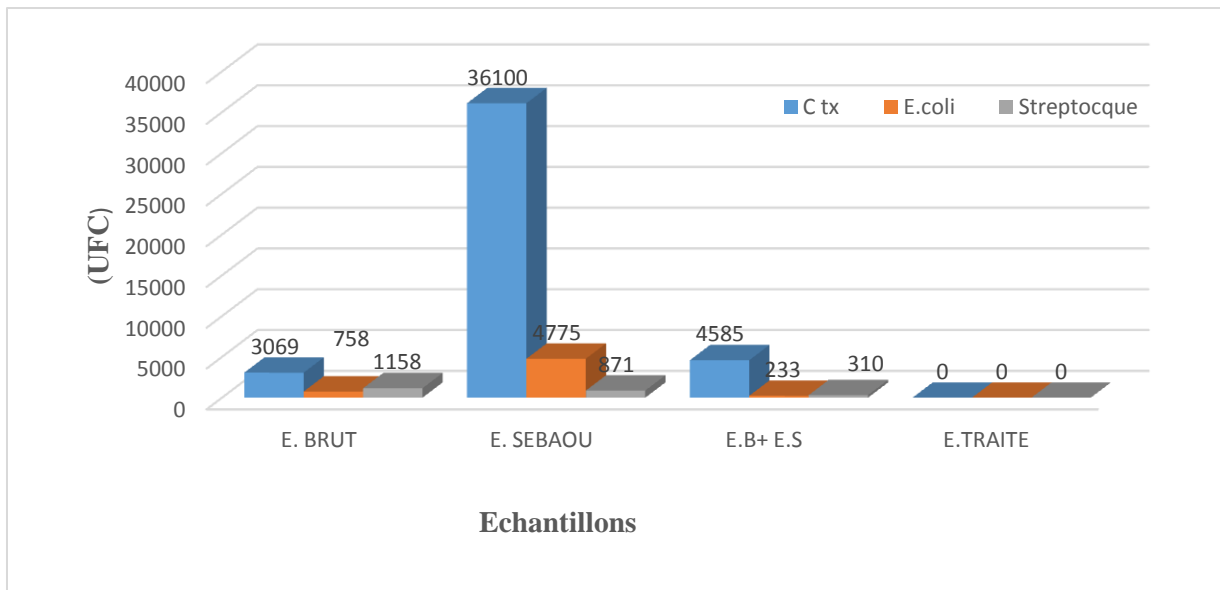


Figure 30 : Dénombrement des bactéries dans l'eau des quatre échantillons

Ainsi, l'analyse bactériologique permet de contrôler l'efficacité d'un tel traitement en assurant, à son terme, non seulement l'absence de germes pathogènes mais aussi des micro-organismes courants dans les eaux. Il s'agit donc d'un contrôle préventif de l'efficacité et d'un contrôle préventif du risque sanitaire. (Elmund et al, 1999)

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif principal de cette étude est d'améliorer la qualité des eaux traitées issues des oueds et des barrages en vue de leur réutilisation comme eau d'appoint.

L'eau recyclée doit répondre à certaines normes dont dépend le choix des phases de traitement que subit l'eau polluée. Pour répondre à cette problématique, cette étude a été développée selon les axes suivants :

- Suivi de la qualité des eaux traitées au niveau de la station de traitement TAKSEBT;
- L'acheminement de l'eau de l'oued Sebaou vers le barrage TAKSEBT ;
- Le mélange et son impact que ce soit sur le barrage ou sur l'environnement, en général et au niveau de la station de traitement Taksebt, en particulier ;
- Réalisation des essais à l'échelle du laboratoire pour résoudre les problèmes rencontrés et, par conséquent, améliorer la qualité des eaux traitées.

Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques indiquent que l'eau de l'oued Sebaou présente une pollution significative. Cependant, après avoir été mélangée avec l'eau brute provenant du barrage, cette pollution a diminué, que ce soit du point de vue physico-chimique ou bactériologique. Il est également noté que cette eau n'a pas d'impact sur la qualité des eaux produites dans la station de traitement de SEAAL.

L'analyse des échantillons prélevés avant et après traitement, à l'échelle du laboratoire et portant sur plusieurs analyses des paramètres nous a permis de conclure que la station de traitement suit un bon processus de traitement. En effet, le diagnostic primaire de l'eau du Sebaou transférée, nous a amené à localiser les problèmes de la pollution pour mieux choisir les quantités des produits à injecter lors de la coagulation, floculation afin d'assurer une bonne clarification avec le moindre coût.

Pour la suite de ce travail nos recommandations sont comme suit :

- Sensibiliser des citoyens à relier leurs canalisations d'eau usée vers les station d'épurations les plus proches ;
- Relancer et soulever les demandes pour l'état algérien de construire plus de stations d'épurations à l'amont de l'oued Sebaou ;
- Prise en charge par les usines de la gestion de leurs propres déchets et s'abstenir de les rejeter que ce soit dans l'oued Sébaou, ou dans l'environnement, en général, pour diminuer le taux de cette pollution.

Les perspectives de la recherche future sur le recyclage de l'eau de l'oued Sebaou vers le barrage Taksebt sont prometteuses. Ce projet pourrait améliorer la gestion des ressources naturelles et répondre aux besoins croissants en eau dans la région. Les recherches pourraient se concentrer sur l'efficacité des technologies de recyclage, les impacts environnementaux et socio-économiques, ainsi que sur les méthodes pour optimiser l'utilisation de l'eau recyclée de manière durable.

- **ABDESSELAM M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un kart de montagne sous climat méditerranéen: exemple de Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de doctorat, en science de la terre, université de Franche Compté : 233p.
- **AFNOR. (2001).** Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique. 6ème Edition.ISO 7888-1985 (F), p73.
- **ANNONYME.** Données hydro-biologiques de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H
- **ANRH 2018 :** Agences Nationale des ressources hydrauliques
- **AROUA A., (1994).** L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, p73-85.
- **BELAUD, 1996 :** « Oxygénation de l'eau en aquaculture intensive ». Cépadues-Ed, collection POLYTECH, 207P
- **Bernard Legube;** Production d'eau potable, filière et procédé de traitement.
- **BLIFERT et PERRAUD, 2001 :** « Chimie de l'environnement. Air, eau , sols déchets , 1^{ère} édition , Paris .
- **BOUZIANI M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn- Khaldoun. Alger. Algérie. 247p.– CRDP de bordeaux. France. 360p
- **CEAEQ, 2000 :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux ; méthode par filtration sur membrane, centre d'expertise en analyse environnementale. Gouvernement du Québec.
- **Claus Bliefert et Robert Perraud :** Chimie de l'environnement, Air, Eaux, Sols et Déchets de. De Boeck et larcier 2001, 3^{ème} tirage 2004
- **COLLIN J.J., (2004).** Les eaux souterraines. Edition Brgm et Hermann, p27
- **DEGREMENT, 1978:** « Mémento technique de l'eau » 8ème édition, Paris
- **Degremont. (2005) :** «Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, .
- **DUPIEUX, 2004 :** « Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin du loir ».
- **DUSSART, 1966 :** « Limnologie : Etude des eaux continentales », Ed Gauthier-Villars, Paris.Elsevier Science B.V.
- Edberg et al., 1999
- **FRIEDLI C., (2002).** Chimie générale pour ingénieur. Edition presse polytechnique.
- **G. Elmund, M.J. Allen,E. W.Rice, 1999 :** comparision of Escherichia coli, total coliform and fecal coliform populations as indicators of wastewater treatment efficiency, Water Environ.Res, N°71, PP : 332-339.

- <https://moodle.univ-ouargla.dz/course/info.php?id=5368&lang=fr>
- <https://www.lejournalalgerie.com/une>
- **LADJEL F., (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes, p8
- **LEDLER, 1986. In HAOUSSA, N ; 2013.** Etude de la qualité des eaux des mélanges Eau d'oued Biskra - Eau de Droh. Mémoire de Master 2. Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider Biskra: Faculté des Sciences et de la technologie, 26p
- **LEFEVRE, 1993 :** «Les zones humides : espace en voie de disparition. In Actes du colloques sur les zones humides du littoral aquitain », Le Teich , septembre 1985, DRAE d'aquitaine.
- Les paramètres physiques et chimiques des eaux, indicateurs des pollutions publié le 1^{er} janvier 2015; association : « 3rue Beauregard 25000, Besançon »
- **LOUNACI, A(2005) ;** Recherche sur la faunistique l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou ; Algérie) Thèse doctorat d'état en biologie U.M.M.T.O, 209P
- **M.B.Edmond, J.F.Ober, D.L. Weinbaum, M.A.Pfaller, T.Hwang, M.D.Sanford, P.R.Wenzel, 1995 :** Vancomycin-resistant enterococcus faecium bacteremia : risk factors for infection, Clin Infect Dis, Vol 20, N°5, PP : 1126-1133.
- **MARILLYS M., (2021).** Centre d'information des eaux : La pollution de la ressource en eau : d'où vient-elle et comment la réduire ?
- **MEGHZILI B., 2003.** Suivi de la qualité des eaux de la station de traitement Hamadi-Krouma (Skikda). Essais d'optimisation. Thèse de magister Université de Biskra. 77, 89p
- **MERABET. S, 2010 :** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de beni Haroun. Mémoire de magister chimie analytique. Université mentouri deConstantine.
- P 39-50
- **PARINET B., ALHOTE B., LEGUEB M., GBOUNGUE., 2000.** Etude analytique et statistique d'un système lacustre soumis à divers processus d'eutrophisation – revue des sciences de l'eau Vol 13/3. 237-267 P.
- **POTELLON et al, 1998 :** « Le guide des analyses de l'eau potable », édition de la lethe du cadre territorial.
- **POTELON J-L., ZYMAN K., 1998.** Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial.

- **REJSECK, 2002 in HAOUSSA, N; 2013.** Etude de la qualité des eaux des mélanges Eau d'oued Biskra - Eau de Droh. Mémoire de Master 2. Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider Biskra: Faculté des Sciences et de la technologie, 25
- **REJSEK F. (2002)** .Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition
- **REJSEK, 2002** : « Analyse des eaux : aspect réglementaires et techniques ».Edition centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine.
- **RODIE, J., 2005.** L'analyse de l'eau Eaux naturelles - eaux résiduelles - eaux de mer 9e Edition Dunod Parie
- **RODIER et al, 2009** : « L'analyse de l'eau », 9^{ème} édition.
- **RODIER J., LEGUBE B. et MERLET N., (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} Edition Dunod, Paris.
- **RODIER, 2005** : « L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer »,8^{ème} édition, DUNOD, Paris.
- **ROUGIER H et WACKERMANN G. (2009).** L'eau : ressources et usages. Ellipses éditions marketing. Paris. France. 272p.
- **S. Edberg, E.W.Rice, R.J.Karlin, M.L.Allen, 2000** : Escherichia coli : the best biological drinking water indicator for public health protection, journal of applied Microbiology, N°88, P: 106-116.
- **Sarkar S. K., Saha M., Takada H., Bhattacharya A., Mishra P., Bhattacharya B. 2007.** Water quality management in the lower stretch of the rivé Ganges, east coast of India: an approach through environmental education. Journal of Cleaner Production, vol 15: 1559- 1567.
- **THOMAS O., (1955).** Météorologie des eaux résiduaires. Edition : Tec et Doc Lavoisier Cedeboc, p135-192.
- **VIERA-LANERO R.200.** Las larvas de los tricopteros de Galicia (insecta : Trichoptera). PhD. Universidade de santiago de compostela.611page
- **YAKOUB B. ,2005.** L'eau dans le bassin versant du Sebaou et la wilaya de Tizi-Ouzou. Evaluation contraintes et recommandation. Thèse doctorat d'état en sciences de l'eau. UMMTO.268p

Annexe 1 : Matériels utilisés au niveau du laboratoire SEAL



Spectrophotomètre



Turbidimètre



Rampe de filtration



Balance analytique



Conductimètre



Incubateur



Oxymètre



Ph mètre



Dessiccateur



Plaque chauffante

Annexe 2. Matériel utiliser pour les paramètres de pollution et de minéralisation

- Dosage du fer



- Dosage d'aluminium



- Dosage des nitrites



- Dosage du calcium



- Dosage des TAC



- **Dosage des ortho phosphate**



- **Dosage de la dureté total TH**



- Dosage des chlorures.



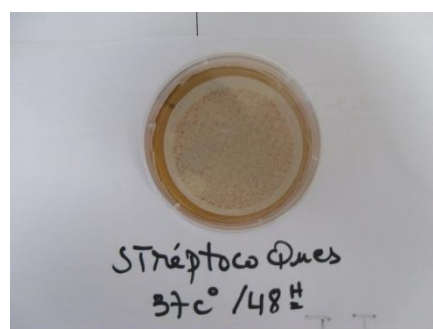
Dosage d'ammonium



- Analyses bactériologique



- Dénombrement des bactéries



Résultat d'analyse de l'eau brute pour les quatre périodes de prélèvement

	17-03-2024	24-03-2024	14-04-2024	29-04-2024	MOY	MIN	MAX
conductivité	503	502	517	526	512	502	526
température	16.3	15.3	17.5	16.9	16.5	15.3	17.5
turbidité	4.5	3.93	2.72	2.09	3.31	2.09	4.5
pH	7.85	7.64	7.76	7.88	7.7825	7.64	7.88
O2	6.42	5.68	4.63	6.09	5.705	4.63	6.42
couleur	33	38	18	22	27.75	18	38
U.V	0.102	0.097	0.082	0.0082	0.0723	0.0082	0.102
NH ₄ ⁺	0.12	0.02	0.05	0.01	0.05	0.01	0.12
NO ₂ ⁻	0.096	0.079	0.042	0.035	0.063	0.035	0.096
PO ₄ ³⁻	0.13	0.19	0.05	0.042	0.103	0.042	0.19
Fr ²⁺	0.11	0.11	0.05	0.05	0.08	0.05	0.11
Al ³⁺	0.031	0.011	0.008	0.08	0.0325	0.008	0.08
M.E.S	4	10	9	16	9.75	4	16
TH	22.37	11.4	11.5	23.76	17.2575	11.4	23.76
Ca ²⁺	53.96	67.04	16	60.504	49.376	16	67.04
Mg ²⁺	22.39	15.25	18.106	18.106	18.463	15.25	22.39
TA	0	0	0	0	0	0	0
TAC	11.5	11.5	13.1	17.2	13.325	11.5	17.2
M.O	2.89	2.69	1.37	2.6	2.3875	1.37	2.89
Chlorure	32.33	30.95	46.08	29.57	34.7325	29.57	46.08
NO ₃ ⁻	8.78	9.72	9.44	9.44	9.35	8.78	9.72
RS	322	174	288	314	274.5	174	322
C tx	3200	2950	3100	3025	3068.75	2950	3200
E.coli	1200	1120	100	610	757.5	100	1200
Streptocoque	1600	1400	688	942	1157.5	688	1600
CO32	0	0	0	0	0	0	0
HCO3	701.5	701.5	799.1	1049.2	812.825	701.5	1049.2

Résultat d'analyse de l'eau d'oued Sebaou pour les quatre périodes de prélèvement

prélèvement	17-03-2024	24-03-2024	14-04-2024	29-04-2024	MOY	MIN	MAX
conductivité	679	595	699	797	693	595	797
température	21.50	21.50	20.30	16.60	19.98	16.60	21.50
turbidité	5.75	3.20	8.63	3.95	5.38	3.20	8.63
pH	7.89	8.43	7.90	8.14	8.09	7.89	8.43
O2	6.18	6.68	4.43	6.87	6.04	4.43	6.87
couleur	74	54.00	33	41	50.5	33	74
U.V	0.087	0.09	0.124	0.085	0.0955	0.085	0.124
NH ₄ ⁺	0.61	0.30	0.72	0.48	0.53	0.30	0.72
NO ₂ ⁻	0.268	0.341	0.555	0.509	0.418	0.268	0.555
PO ₄ ³⁻	0.13	0.17	0.23	0.13	0.165	0.13	0.23
Fr	0.46	0.22	0.17	0.2	0.2625	0.17	0.46
Al ³⁺	0.027	0.012	0.070	0.021	0.0325	0.012	0.07
M.E.S	4	13	5	11	8	4	13
TH	28.51	29.50	14.16	30.10	25.57	14.16	30.10
Ca ²⁺	76.04	76.04	72.77	85.03	77.47	72.77	85.03
Mg ²⁺	24.30	26.68	23.82	22.87	24.42	22.87	26.68
TA	0.00	2.60	0.00	6.70	2.33	0.00	6.70
TAC	14.90	15.20	14.30	19.60	16.00	14.30	19.60
M.O	2.71	0.84	2.74	3.80	2.52	0.84	3.80
Clorure	41.95	48.15	48.15	29.57	41.95	29.57	48.15
NO ₃ ⁻	10.10	9.10	9.17	8.35	9.18	8.35	10.10
RS	466	334	378	30.096	302.024	30.096	466
C tx	40800	54000	46000	3600	36100	3600	54000
E.coli	2800	3400	12800	100	4775	100	12800
Streptocoque	800	950	922	810	870.5	800	950
CO32	0	156	0	402	139.5	0	402
HCO3	908.9	927.2	872.3	1195.6	976	872.3	1195.6

Résultat d'analyse de l'eau d'un mélange pour les quatre périodes de prélèvement

	17-03-2024	24-03-2024	14-04-2024	29-04-2024	MOY	MIN	MAX
conductivité	522	660	559	574	578.75	522	660
température	19.7	20.6	17.3	17	18.65	17	20.6
turbidité	4.54	3.26	3.87	2.74	3.6025	2.74	4.54
pH	7.93	8.33	7.83	7.94	8.0075	7.83	8.33
O ₂	6.35	6.62	4.48	6.28	5.9325	4.48	6.62
couleur	38	40	35	31	36	31	40
U.V	0.096	0.085	0.097	0.081	0.08975	0.081	0.097
NH ₄ ⁺	0.19	0.24	0.15	0.1	0.17	0.1	0.24
NO ₂ ⁻	0.121	0.282	0.12	0.139	0.1655	0.12	0.282
PO ₄ ³⁻	0.11	0.31	0.1	0.04	0.14	0.04	0.31
Fr ²⁺	0.19	0.16	0.09	0.09	0.1325	0.09	0.19
Al ³⁺	0.043	0	0.015	0.06	0.0295	0	0.06
M.E.S	4	13	5	8	7.5	4	13
TH	24.75	27.918	15.104	25.344	23.279	15.104	27.918
Ca ²⁺	70.31	76.04	62.52	65.41	68.57	62.52	76.04
Mg ²⁺	18.58	22.87	23.82	22.87	22.035	18.58	23.82
TA	0	0.4	0	0	0.1	0	0.4
TAC	11.6	17	13.5	18.4	13.325	11.6	18.4
M.O	4.27	2.59	1.7	2.5	2.765	1.7	4.27
Clorure	32.33	6.9	7.1	33.7	20.0075	6.9	33.7
NO ₃ ⁻	8.971	8.91	9.46	6.42	8.44025	6.42	9.46
RS	370	358	354	358	360	354	370
C tx	8400	7940	1000	1000	4585	1000	8400
E.coli	400	350	180	0	232.5	0	400
Streptocque	400	298	300	242	310	242	400
CO ₃	0	24	0	0	6	0	24
HCO ₃	707.6	1037	823.5	1122.4	922.625	707.6	1122.4

Résultat d'analyse de l'eau d'un mélange pour les quatre périodes de prélèvement

prélèvement	17-03-2024	24-03-2024	14-04-2024	29-04-2024	MOY	MIN	MAX
conductivité	536	529	544	530	534.75	529	544
température	15.6	15.9	17.6	18.8	16.975	15.6	18.8
turbidité	0.24	0.27	0.378	0.37	0.3145	0.24	0.378
pH	7.53	7.66	7.75	7.8	7.685	7.53	7.8
O ₂	7.91	8.2	5.77	7.15	7.2575	5.77	8.2
couleur	4	3	0	2	2.25	0	4
U.V	0.055	0.06	0.053	0.05	0.0545	0.05	0.06
NH ₄ ⁺	0	0	0.01	0	0.0025	0	0.01
NO ₂ ⁻	0	0	0	0	0	0	0
PO ₄ ³⁻	0.07	0.07	0.05	0	0.0475	0	0.07
Fr	0.05	0	0.03	0.02	0.025	0	0.05
Al ³⁺	0.049	0.01	0.023	0.06	0.0355	0.01	0.06
M.E.S	1	2	0	6	2.25	0	6
TH	23.17	10.90	16.402	24.948	18.855	10.9	24.948
Ca ²⁺	81.76	67.86	63.77	66.228	69.9045	63.77	81.76
Mg ²⁺	8.1	12.38	16.67	21.44	14.6475	8.1	21.44
TA	0	0	0	0	0	0	0
TAC	14	12.10	16.7	16.6	14.85	12.1	16.7
M.O	2.36	1.29	1.2	1.7	1.6375	1.2	2.36
Clorure	41.26	6.50	6.4	32.32	21.62	6.4	41.26
NO ₃ ⁻	9.32	9.40	9.04	9.04	9.2	9.04	9.4
RS	360	256	328	348	323	256	360
C tx	0	0	0	0	0	0	0
E.coli	0	0	0	0	0	0	0
Streptocoque	0	0	0	0	0	0	0
CO32	0	0	0	0	0	0	0
HCO3	854	738.1	1018.7	1012.2	905.75	738.1	1018.7

Résultat d'analyse de la moyenne des quatre échantillons

prélèvement	E. BRUT	E. SEBAOU	E.B+ E.S	E.TRAITE
conductivité	512	693	579	535
température	16.50	19.98	18.65	16.98
turbidité	3.31	5.38	3.60	0.31
pH	7.78	8.09	8.01	7.69
O ₂	5.71	6.04	5.93	7.26
couleur	28	51	36	2
U.V	0.072	0.096	0.090	0.055
NH ₄ ⁺	0.05	0.53	0.17	0.00
NO ₂ ⁻	0.06	0.42	0.17	0.00
PO ₄ ³⁻	0.10	0.17	0.14	0.05
Fr	0.08	0.26	0.13	0.03
Al ³⁺	0.033	0.033	0.030	0.036
M.E.S	10	8	8	2
TH	17.26	25.57	23.28	18.86
Ca ²⁺	49.38	77.47	68.57	69.90
Mg ²⁺	18.46	24.42	22.04	14.65
TA	0	2.325	0.1	0
TAC	13.33	16.00	13.33	14.85
M.O	2.39	2.52	2.77	1.64
Chlorure	34.73	41.95	20.01	21.62
NO ₃ ⁻	9.35	9.18	8.44	9.20
RS	275	302	360	323
C tx	3069	36100	4585	0
E.coli	758	4775	233	0
Streptocoque	1158	871	310	0
CO ₃	0	156	6	0
HCO ₃	812.825	927.2	922.625	905.75

Résumé

Avec le stress hydrique et la diminution du taux d'eau dans le barrage de Taksebt, une station de pompage a été mise en service pour acheminer l'eau de l'oued Sebaou vers le barrage afin de satisfaire les besoins en eau potable de la population. L'objectif de ce projet de fin d'étude est d'évaluer l'impact de cette eau recyclée sur la qualité de l'eau potable produite par SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger).

Pour ce faire, nous avons mené des études physico-chimique et bactériologique pour mesurer les paramètres de pollution, tels que les nitrates, nitrites et ortho phosphates, fer, matière organique.

Les résultats montrent que les concentrations moyennes de ces polluants sont plus élevées dans l'eau de l'oued Sebaou. Cependant, les procédés de traitement appliqués à la station de traitement d'eau sont efficaces pour éliminer ces polluants.

De plus, étant donné que la quantité d'eau pompée de l'oued Sebaou est relativement faible par rapport au volume d'eau du barrage de Taksebt, son influence sur la qualité de l'eau potable est négligeable. En conclusion, l'eau recyclée de l'oued Sebaou vers le barrage de Taksebt n'a pas d'impact significatif sur la qualité de l'eau potable produite par la SEAAL.

Mots clé :

Stress Hydrique, Pollution, Etudes physico-chimiques et bactériologique, Traitement, Recyclage, L'eau Potable,

Abstract

With water stress and declining water levels in the Taksebt reservoir, a pumping station was commissioned to transport water from the Sebaou river to the reservoir to meet the drinking water needs of the population. The aim of this project final year is to assess the impact of this recycled water on the quality of drinking water produced by SEAAL (Algerian Water and Sewage Company).

To achieve this, we conducted physico-chemical studies to measure pollution parameters such as nitrates, nitrites, orthophosphates, iron, organic matter. The results indicate that average concentrations of these pollutants are higher in the Sebaou river water. However, the water treatment processes applied at the treatment plant are effective in removing these pollutants.

Furthermore, since the amount of water pumped from the Sebaou river is relatively small compared to the volume of water in the Taksebt reservoir, its influence on the quality of drinking water is negligible. In conclusion, recycled water from the Sebaou river to the Taksebt reservoir has no significant impact on the quality of drinking water produced by SEAAL.

Key words: Physico-chemical and bacteriological studies, pollution, water stress, treatment, drinking water, recycling