

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de
la Recherche Scientifique
Université de Bouira
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة البويرة
معهد التكنولوجيا

Département de Génie de l'Eau

**Analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau
traitée par la station de potabilisation des eaux de barrage
Tiledit (Bechloul W.Bouira)**

Réalisé par :

CHENAH Wafa.

Tuteur de l'Institut :

Mme KADI Nadia

Enseignante vacataire.

Co-Tuteur de l'Institut :

Mme SIFOUN Naima

Tuteur de l'entreprise :

Mme BAZOUCH Malika

Chef service de laboratoire Bactériologique.

Soutenu devant le Jury :

- BOUAKLINE Hanane

Président de jury.

- HAMZAOUI Sara

Examinateur.

Avant tout, je remercie Allah tout puissant qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Je tiens à remercier vivement Mme KADI Nadia mon encadreur, qui m'a fait l'honneur d'assurer la direction de ce travail.

Je remercie par ailleurs vivement, tous les enseignants, qui m'ont donnés la base de la science.

Sans oublié Mme BAZOUCHE Malika, ma promotrice, ainsi que tous les personnels de laboratoire, Qui m'ont accueillie dans leur laboratoire pour la réalisation des analyses des eaux. Et spécialement Mme TOUATI Safia. Malgré leurs multiples responsabilités et leur temps précieux, ils n'ont pas hésité à m'aider tant sur le plan technique que moral. Mon stage parmi eux s'est déroulé dans une ambiance amicale et les discussions que j'ai eues avec eux ont été très fructueuses.

A toute personne qui de près ou de loin a participé et contribuer à la réalisation de ce travail. En dernier, mon vif remerciement à toute personne qui ma soutenue durant ce long parcours.

Grand merci à tous

Je dédie ce modeste travail :

*A Dieu Le Tout Miséricordieux, ton amour, ta
Miséricorde et Tes grâces à mon endroit m'ont fortifiée
dans la persévérance Et l'ardeur au travail.*

A ma Mère.

A mon Amour.

A ma chère sœur warda.

Mes cousines Houda et Nour El Houda.

*et toute ma famille, merci pour votre encouragement et votre
soutien.*

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude

Wafa

Sommaire

Liste d'abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	2
Chapitre I : Généralités sur l'eau.	
I Définition de l'eau.....	4
II La répartition de l'eau sur la terre.....	4
III L'origine des eaux brutes.....	4
IV La composition des eaux naturelles.....	5
V La pollution de l'eau.....	6
V.1 Définition de la pollution.....	6
V.2 Sources de la pollution.....	6
V.3 Les polluants de l'eau.....	7
VI La potabilité d'une eau.....	8
VI.1 Définition de l'eau potable.....	8
VI.2 Les caractéristiques d'une eau potable.....	9
VI.3 La norme de l'eau potable.....	9
VII Les différents paramètres d'une eau de consommation.....	10
VII.1 Paramètres organoleptiques.....	10
VII.2 Paramètres physico-chimiques.....	10
VII.3 Paramètres toxiques.....	10
VII.4 Paramètres indésirables.....	11
VII.5 Paramètres de pollution.....	11
VII.6 Paramètres microbiologiques.....	11
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.	
I La situation géographique de barrage Tilesdit.....	13
I.1 Les caractéristiques du barrage.....	13
II La présentation de la station de traitement.....	14
III La chaîne de traitement.....	14
III.1 Ouvrage de régulation du débit et de mesure.....	14
III.2 Cascade d'aération.....	14

III.3Ouvrage de répartition de débit.....	15
III.4Chambres de mélange coagulation.....	15
III.5Chambre de mélange floculation.....	16
III.6Décantation/clarificateur.....	16
III.7Filtration.....	16
III.8La désinfection par le chlore.....	17
III.9Le réservoir de l'eau traitée.....	17

Chapitre III : Méthodes et appareillage

I Prélèvement et échantillonnage.....	19
II Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques.....	19
II.1 L'oxygène dissous.....	19
II.2 Potentiel d'hydrogène (pH).....	20
II.3 La turbidité.....	21
II.4 Conductivité électrique.....	21
II.5 Température.....	22
II.6 Chlore résiduel.....	23
II.7 Dosage des sulfates.....	23
II.8 Dosage des chlorures (Cl ⁻).....	24
II.9 Détermination de la dureté totale (TH).....	25
II.10 Dosage du calcium ca ²⁺	26
II.11 Détermination de l'alcalinité TA et TAC.....	27
III Méthodes d'analyses des paramètres des pollutions.....	29
III.1Oxydabilité au permanganate de potassium en milieu acide.....	29
III.2Dosage des ions nitrites NO ₂ ⁻	30
III.3Dosage de l'ammonium NH ₄ ⁺	31
IV Méthodes d'analyses des paramètres microbiologiques.....	33
IV.1 Exécution des analyses bactériologiques.....	33
IV.1.1 Méthode solide (la membrane filtrante).....	33
IV.1.2 Méthode liquide (Le Nombre le Plus Probable NPP).....	37

Chapitre IV : Résultats et discussions.

I. Résultats des analyses physico-chimiques réduites.....	41
---	----

Sommaire

I.1	Discussion des résultats.....	42
II	Résultats de l'analyse physico-chimique.....	46
II.1	Discussions des résultats physico-chimiques.....	47
III	Résultats des paramètres de pollution.....	51
III.1	Discussion des résultats des paramètres de pollution.....	51
IV	Résultats des paramètres indésirables.....	54
IV.1	Discussions des résultats des paramètres indésirables.....	54
V	Résultats de paramètres microbiologiques.....	56
V.1	Discussion générale de l'analyse microbiologique.....	57
	Conclusion.....	59
	Bibliographie	
	Annexes	

liste d'abréviations

Liste d'abréviations

°f : Degré français.

μS/cm : Micro siemens par centimètre.

Abs: Absent

NTU: Nephelometric turbidity unit.

OMS: L'organisation mondiale de la santé

MES: Matière en suspension.

CMA: Concentration maximale admissible.

AEP: Alimentation en eau potable.

TA: Titre alcalimétrique.

TAC: Titre alcalimétrique complet.

DPD: Diéthyl-p-phénylènediamine.

EDTA: Ethylènediaminetétraacétate

L'indicateur HSN : Formule chimique ($C_{21}H_{14}N_2O_7S.H_2O$)

liste des figures

Figure 1.1 : La répartition de l'eau sur la terre.....	4
Figure 2.1 : la situation géographique du barrage Tilesdit.....	13
Figure 2.2 : ouvrage d'entrée.....	14
Figure 2.3 : la cascade d'aération.....	15
Figure 2.4 : Décanteurs lamellaires.....	16
Figure 2.5 : Filtres à sable.....	17
Figure 3.1 : oxymètre de paillasseOXI 7310,WTW.....	20
Figure 3.2 : pH mètre de paillasse HACH.....	20
Figure 3.3 : Turbidimètre de paillasse HACH.....	21
Figure 3.4 : Conductimètre de paillasse Cond 3151,WTW.....	22
Figure 3.5 : comparateur de chlore.....	23
Figure 4.1 : Potentiel d'hydrogène moyen de l'eau dans les différentes étapes de traitement.....	43
Figure 4.2 : la température moyenne de l'eau dans les différentes étapes de traitement.....	43
Figure 4.3 : la conductivité moyenne de l'eau dans les différentes étapes de traitement.....	44
Figure 4.4 : la turbidité moyenne de l'eau des différentes étapes de traitement.....	45
Figure 4.5 : le taux des sels dissous de l'eau dans les différentes étapes de traitement.....	45
Figure 4.6 : le chlore résiduel moyen de l'eau dans les différentes étapes de traitement.....	46
Figure 4.7 : les résultats de concentration en calcium de l'eau brute et l'eau traitée.....	48
Figure 4.8 : les résultats de concentration en magnésium de l'eau brute et l'eau traitée.....	48
Figure 4.9 : les résultats de la dureté de l'eau brute et l'eau traitée.....	49
Figure 4.10 : les résultats de concentration en chlorure de l'eau brute et l'eau traitée....	49
Figure 4.11 : les résultats de concentration en sulfates de l'eau brute et l'eau traitée.....	50
Figure 4.12 : les résultats de TAC de l'eau brute et l'eau traitée.....	50
Figure 4.13 : les résultats de concentration en bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée.....	51
Figure 4.14 : les résultats de concentration en ammonium de l'eau brute et l'eau traitée.....	52

Liste des figures

Figure 4.15 : les résultats de concentration en nitrites de l'eau brute et l'eau traitée.....	53
Figure 4.16 : les résultats de concentration en nitrates de l'eau brute et l'eau traitée.....	53
Figure 4.17 : les résultats de concentration en phosphates de l'eau brute et l'eau traitée.....	54
Figure 4.18 : les résultats de la matière organique de l'eau brute et l'eau traitée.....	54
Figure 4.19 : les résultats du fer de l'eau brute et l'eau traitée.....	56
Figure 4.20 : les résultats de l'aluminium de l'eau brute et l'eau traitée.....	57

liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Principaux types de polluants chimiques avec leurs sources et effets....	8
Tableau 4.1 : les résultats du pH.....	36
Tableau 4.2 : les résultats de la température.....	37
Tableau 4.3 : les résultats de la conductivité électrique.....	38
Tableau 4.4 : les résultats de la turbidité.....	39
Tableau 4.5 : les résultats de TDS.....	40
Tableau 4.6 : les résultats de chlore résiduel.....	40
Tableau 4.7 : les résultats du calcium.....	41
Tableau 4.8 : les résultats du magnésium.....	42
Tableau 4.9 : les résultats de la dureté.....	43
Tableau 4.10 : les résultats des chlorures.....	44
Tableau 4.11 : les résultats des sulfates.....	45
Tableau 4.12 : les résultats de la TAC.....	46
Tableau 4.13 : les résultats des bicarbonates.....	46
Tableau 4.14 : résultats de l'ammonium.....	47
Tableau 4.15 : résultats des nitrites.....	48
Tableau 4.16 : résultats des nitrates.....	49
Tableau 4.17 : résultats des phosphates.....	49
Tableau 4.18 : résultats de la matière organique.....	50
Tableau 4.19 : les résultats du fer.....	51
Tableau 4.20 : les résultats de l'aluminium.....	52
Tableau 4.5 : Résultats des paramètres microbiologique.....	53

introduction

Introduction :

L'eau est l'élément essentiel de la vie, elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Comme elle est un enjeu capital pour la santé publique. La préservation de sa qualité et quantité indispensable pour la population est la préoccupation majeure des traiteurs et distributeurs d'eau potable.

Généralement, la qualité d'eau brute d'origine souterraine ou de surface nécessite le plus souvent un traitement plus ou moins complexe pour répondre aux exigences réglementaires établie par les organismes de la santé publique.

Notons qu'une eau potable n'est pas stérile ou distillée. Elle contient des éléments minéraux en solution qui sont indispensable au bon gout et participent à l'équilibre du régime alimentaire, elle peut même contenir des micro-organismes dans la mesure où ils ne représentent aucun risque à la santé de consommateur.

Pour assurer le bon fonctionnement de traitement et que l'eau traitée répond aux normes, elle doit subir une chaîne d'analyses physico-chimiques et bactériologiques avant, après et au cours du traitement.

C'est dans ce cadre, et dans le but de vérifier l'efficacité des procédés de traitements de l'eau potable (nécessaires dans le contrôle de qualité) utilisés par la station de potabilisation du barrage Tilesdit (Bechloul, W. de Bouira), j'ai effectué mon stage pratique au sein du laboratoire de la même station où j'ai effectuer des analyses quotidiennes et mensuelles de chaque paramètre.

Ce mémoire s'organise comme suit :

- Le premier chapitre porte des généralités sur l'eau et sur le thème.
- Le deuxième chapitre est une description de la zone d'étude.
- Le troisième chapitre porte sur la méthodologie des analyses.
- Le dernier chapitre est une discussion des résultats obtenus durant la période de stage.

Chapitre 1

Généralités sur l'eau

Introduction

Ce chapitre représente une introduction de travail, il comporte tous les consignes et les généralités nécessaires dans ce travail.

I Définition de l'eau:

L'eau est un corps liquide à température et à pression ambiante; incolore et inodore. Dont les molécules sont composées d'une molécule d'oxygène (O₂) et deux atomes d'hydrogènes (H). [1]

II La répartition de l'eau sur la terre

La planète Terre est couverte à plus de 70% d'eau. Malgré cette abondance, seulement 1% est disponible pour les besoins de l'humanité, car la majorité de l'eau disponible est salée, ou encore non-potable. [2]

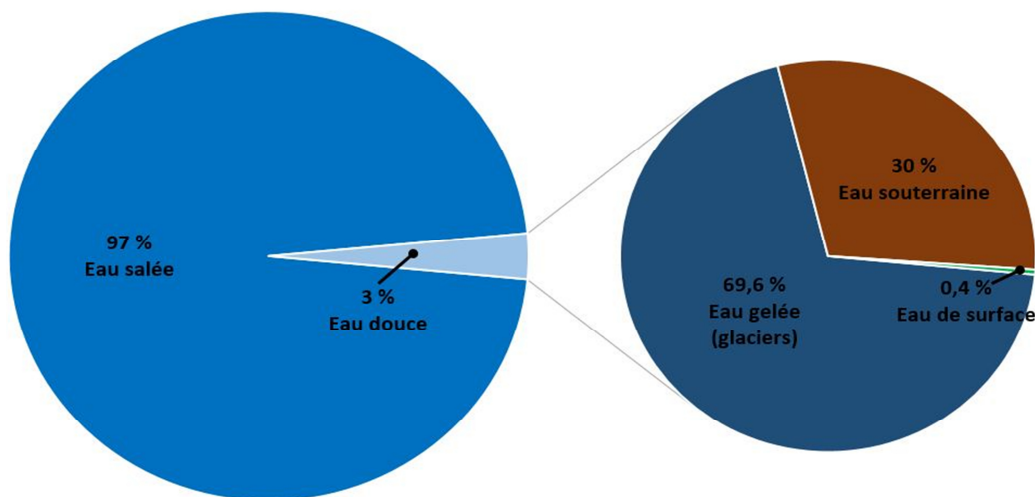


Figure 1.1 :La répartition de l'eau sur la terre.

III L'origine des eaux brutes

Il existe quatre sources principales d'eaux brutes. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction Eau- milieu environnant. [3]

1. Eaux de pluie:

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous; elles sont donc très douces.

2. Eaux de surface:

On peut répartir ces eaux en trois catégories, dont la dureté est modérée.

❖ Les eaux de rivières (partie amont) :

Elles sont généralement situées dans les régions montagneuses où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes.

❖ Les eaux de rivières (partie aval):

Ce sont des eaux situées dans une région où la population est dense, l'agriculture développée et l'industrie plus ou moins présente. Elles sont donc habituellement de moins bonne qualité, et plus difficile à traiter qu'en amont.

❖ Eau de lac:

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue.

3. Eaux souterraines:

Sont généralement d'excellente qualité, mais pauvres en O₂ dissout et exemptes de matières organiques sauf en cas de pollution.[4]

4. Eaux de mer:

Les eaux de mer sont une source d'une eau brute qu'on n'utilise que lorsque il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous.

IV La composition des eaux naturelles:

Une eau de surface peut être chargée de gaz dissous, issus de l'atmosphère: le dioxyde de carbone CO₂, l'azote N₂, l'oxygène O₂... Elle peut dissoudre des constituants minéraux contenus dans le sol, l'eau de surface est chargée de particules, matériaux divers... en suspension:

- **Matière en suspension (MES):** elles représentent tout élément en suspension dans l'eau dont la taille permet sa rétention sur un filtre de porosité donnée. Les MES sont liées à la turbidité.

- **Les colloïdes:** sont des micelles chargées négativement (diamètre de 0.5µm à 0.5mm).
- **Matière organique (MO):** elles sont issues à la décomposition des animaux et végétaux morts.
- **Plancton (phytoplanctons, zooplanctons.):** il est constitué par les bactéries, des protozoaires, algues, animaux et végétaux de petites tailles en surface ou proche de la surface.[7]

Les eaux de surfaces sont sujettes à des:

- Variations de la teneur en oxygène, fer, aluminium... en fonction de la profondeur.
- Pollution bactérienne et/ou virales (le choléra...).
- Pollution organique (eutrophisation). [7]

V La pollution de l'eau

V.1 Définition

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants. La pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et qui perturbe l'écosystème aquatique.[5]

V.2 Sources de la pollution

A. pollution domestique:

Elle provient des utilisations de l'eau par les habitants. Elle est surtout organique (graisses, déchets organiques) ; elle peut aussi être chimique (poudres à laver, détergents, produits utilisés dans les jardins...).

Aux eaux usées domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavage des rues, des marchés, des hôpitaux...[6]

B. Pollution industrielle:

La pollution générée par ces rejets varie suivant le type d'activité industrielle. Ils peuvent aussi causer l'accumulation de certains éléments dans la chaîne alimentaire (métaux, pesticides ...).[6]

C. Pollution agricole:

La concentration des élevages peut entraîner un excédent de déjections animales par rapport à la capacité d'absorption des terres agricoles ; ces déjections, sous l'effet du ruissellement de l'eau et de l'infiltration dans le sous-sol, enrichissent les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés et constituent aussi une source de pollution bactériologique. Les engrais chimiques (nitrates et phosphates), employés en agriculture, altèrent la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés.

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau.[6]

D. Pollution accidentelle:

Leurs origines sont multiples. Certains déversements de produits polluants sont dus à des accidents (camions citernes, bacs endommagés, fuites sur canalisations...). D'autres surviennent dans des usines, lorsque des quantités importantes de gaz ou de liquides toxiques s'en échappent et sont disséminées en peu de temps dans la nature.

Les stations d'épuration elles-mêmes peuvent tomber en panne et déverser leurs eaux usées ou leurs boues directement dans le milieu aquatique. [6]

V.3 Les polluants de l'eau:

On regroupe généralement les polluants de l'eau sous trois grandes catégories:

A. Les polluants biologiques: regroupent les polluants tels que les microorganismes (bactéries, virus, parasites) et les matières organiques produites par les êtres vivants (excréments, sucres, graisses...).

Ils proviennent majoritairement des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des élevages d'animaux (lisier, fumier). Les matières organiques sont généralement faciles à dégrader. Toutefois, lorsqu'elles sont en trop grande quantité, leur dégradation enrichit l'eau en éléments nutritifs, ce qui favorise l'eutrophisation du milieu aquatique. Chez l'humain, l'eau contaminée par des microorganismes peut provoquer des diarrhées, des vomissements et des maladies parasitaires si elle est consommée.

B. Les polluants chimiques: sont des substances chimiques normalement absentes, ou présentes naturelles dans l'environnement dans des concentrations très faibles. Quel que soit le type de polluant chimique, la consommation quotidienne d'eau polluée par des traces de ces substances peut avoir des effets néfastes sur la santé humaine.

Tableau 1.1 : Principaux types de polluants chimiques avec leurs sources et effets.

Principaux polluants	Principales sources de contamination	Principaux effets sur l'environnement ou sur la santé humaine
Acides nitriques et sulfurique	Pluies acides	Rendent acides les lacs et les cours d'eau, déciment la flore et la faune aquatiques.
Nitrates et phosphates	Engrais et détergents	Contribuent au développement des algues dans les lacs et les cours d'eau.
Métaux lourds	Mines, métallurgie, déforestation	S'accumulent dans les organismes et ont des effets sur le système nerveux.
Hydrocarbures	Extraction, transport et stockage du pétrole	Provoquent des «marées noires», soit de graves dommages aux rivages et aux fonds marins.
Produits organiques persistants (POP)	Pesticides, solvants, produits nettoyants	S'accumulent dans les organismes et ont des effets variables: cancérogènes, mutagènes, etc.

- **Les polluants physiques:** regroupent des débris insolubles et non dégradables ainsi que les eaux chaudes rejetées par les systèmes de refroidissement des centrales thermiques et nucléaires

Les déchets solides peuvent s'accumuler et former d'immenses décharges flottantes et les eaux chaudes rejetées par les systèmes de refroidissement réchauffent les écosystèmes aquatiques, ce qui réduit la concentration en oxygène de l'eau et favorise l'eutrophisation. On qualifie parfois ce phénomène de pollution thermique de l'eau.

VI La potabilité d'une eau:

VI.1 Définition de l'eau potable:

L'eau de consommation ou eau potable est une eau douce, chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie.

L'eau potable doit être exempte de MES, micro-organismes et produits toxiques. Les recommandations quant aux concentrations des minéraux varient d'un pays à l'autre avec toute fois pour la plupart des minéraux une concentration maximale afin de garantir une eau équilibrée et agréable à boire.[8]

VI.2 Les caractéristiques d'une eau potable:

Elle doit être:

- ✓ Limpide, incolore, inodore, fraîche. Ces qualités sont facilement décelées par nos sens.
- ✓ Pourvue d'une faible proportion des sels minéraux (carbonates, sulfates, chlorure) qui lui donnent une saveur faible mais agréable et une certaine valeur nutritive. L'eau ne doit contenir plus de 0.5 g/l de sels minéraux [9].
- ✓ Dépourvue de matière organique, dont la présence est un indice de souillure. Ces matières favorables au développement des microbes. Ces matières en se pétrifiant donnent une odeur désagréable et des produits toxiques.
- ✓ Dépourvue de germes, des parasites, et des microbes pathogènes. L'eau potable n'est pas stérile. On tolère de 100 à 1000 bactéries non pathogènes par cm^3 . [9]

VI.3 La norme de l'eau potable:

Un paramètre est un élément dont on va rechercher la présence et/ou la quantité, la norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter.

Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné; un paramètre ne devient un critère qu'à partir du moment où il est choisi pour établir une norme.

La norme algérienne de l'eau potable : (Annexe 01).

VII Les différents paramètres d'une eau de consommation :

L'estimation de la qualité d'une eau ne peut s'effectuer pas par la mesure d'un seul, mais d'un ensemble de paramètres de nature diverses.

VII.1 Paramètres organoleptiques :

Paramètres qui permettent d'apprécier la qualité d'une eau par l'utilisation de nos sens (le goût, l'odorat, la vue). Ce sont des paramètres qui sont liés au plaisir du consommateur, mais également relié à la qualité hygiénique de l'eau. Ces critères n'ont pas de valeurs sanitaires directes, une eau peut être trouble, colorée, et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire. [12]

Il existe trois paramètres :

- La couleur.
- Gout.
- L'odeur.

VII.2 Paramètres physico-chimiques :

Ils sont en relation avec la structure naturelle des eaux. Ceux sont des caractères que l'eau brute a pu acquérir dans son parcours naturel.[12]

Parmi ces paramètres on site :

- Le potentiel d'hydrogène.
- La température.
- L'alcalinité.
- La conductivité.
- La dureté.
- La turbidité.
- L'oxygène dissous
- des sels dissous.[12]

VII.3 Paramètres toxiques :

Ce sont les métaux lourds (plomb, le chrome...), les hydrocarbures et les pesticides. Les normes retenues pour ce groupe de substances fixent des limites sensibles inférieures aux seuils considérés acceptables.[10]

VII.4 Paramètres indésirables

On trouve parmi elles des substances dont l'effet se limite à un désagrément pour l'usage (traces de rouille sur linge, dues à une concentration excessive de Fer) que d'autres qui peuvent avoir une incidence sur la santé (comme l'aluminium et le zinc).[10]

VII.5 Paramètres de pollution

Les paramètres de pollution peuvent avoir une relation directe avec un risque de contamination fécale du réseau ou de la nappe phréatique.[11]

On site:

- La matière organique dissoute dans l'eau.
- Les produits azoté (nitrates, nitrites..).

- Les produits phosphatés comme les PO_4^{3-} .

VII.6 Paramètres microbiologiques :

Sont des paramètres ou des indices qui permettent de contrôler la qualité bactériologique de l'eau, qui se mesure par la présence ou par l'absence d'organismes d'origine intestinale.

C'est certainement la présence d'organismes pathogènes dans une eau qui fait courir le plus grand risque pour la santé. Paradoxalement, les paramètres microbiologiques n'ont pas une très grande importance pour le traiteur, car les procédés classiques de désinfection sont d'un quasi parfaite efficacité.[13,14,15]

Ils sont représentés par les germes suivants :

Coliformes fécaux, streptocoques fécaux, clostridium sulfitoréducteurs.

Chapitre 2

Description de la zone d'étude

Introduction

Avant d'entamer notre étude, une présentation du barrage de Tilesdit et de la station de traitement ainsi que sa chaîne de traitement sont indispensables afin de faciliter notre travail.

I La situation géographique de barrage Tilesdit:

Le barrage Tilesdit est implanté sur Oued edhous, au milieu de la partie septentrionale de l'Algérie à 18 km à l'est de la ville de Bouira et à 4 km de la route nationale N°5 reliant Alger et Constantine, il est destiné à:

- ◆ L'alimentation en eau potable de la ville de Bouira, des communes limitrophes (Bechloul, El-Esnam, El-Adjiba, Oued el berdi, Ahl El Ksar), et des communes sud-est (Tagdit, Bourge Khris, Mesdour, Ouled Rached, Hadjr Zerga).
- ◆ L'alimentation de la zone industrielle de Sidi-khaled.
- ◆ L'irrigation des périmètres Plateau d'El Asnam, et la vallée du Sahel.



Figure 2.1 : la situation géographique du barrage Tilesdit.

I.1 Les caractéristiques du barrage:

- ◆ Barrage conçu en terre avec noyau argileuse.
- ◆ Surface du bassin versant 843 km².
- ◆ Capacité totale de la retenue 164millions m³.

- ◆ Volume régularisable 73 millions m³.
- ◆ Hauteur de la digue 424 m.

II La présentation de la station de traitement:

La station de traitement de l'eau potable Tilesdit de Bouira est prévue pour traiter un débit moyen d'eau brute de 3626 m³/heure pour une durée de 20 heures de travail par jour. L'eau brute est une eau de surface issue du barrage Tilesdit.

Ses caractéristiques sont suivantes:

- ◆ Capacité de production de 72000 m³/ jour.
- ◆ 6 stations de pompage avec bâches.
- ◆ 5 réservoirs d'une capacité de 1300 m³.
- ◆ Un réseau de distribution d'eau potable sur une longueur de 80 km.

III La chaîne de traitement:

III.1 Ouvrage de régulation du débit et de mesure:

C'est le premier ouvrage du site de la station de traitement, il a pour fonction:

- ❖ L'isolement de la station au moyen d'une vanne motorisée.
- ❖ Le réglage du débit d'eau brute assuré par deux vannes motorisées.
- ❖ Assurer une sécurité contre les débordements par détection de niveau haut dans les eaux réservoirs d'eau traitée ou en amont des filtres ce qui provoque la fermeture de la vanne.



Figure 2.2: ouvrage d'entrée.

III.2 Cascade d'aération:

La cascade est constituée d'un canal central avec des marches. L'aération faite naturellement par chute, sera réalisée par une double cascade et a pour objet:

- ◆ D'augmenter la teneur en oxygène de l'ordre de 70% de la saturation.
- ◆ Eliminer l'odeur ainsi que la saveur indésirable.
- ◆ Réduire et éliminer les teneurs en bioxyde de carbone.
- ◆ Réduire et éliminer les teneurs en sulfure d'hydrogène.
- ◆ D'oxyder le fer.

La cascade est constituée d'un canal central avec des marches créant chutes d'environ 0.3m sur 48m linéaires chacune.

Le réservoir sous cascade assure une zone de mélange coagulation avec un temps de contact pour l'injection des réactifs (le sulfate d'alumine, l'acide sulfurique, lait de chaux et l'eau chloré).



Figure 2.3 : la cascade d'aération.

III.3 Ouvrage de répartition de débit:

Le rôle principale de l'ouvrage de décantation est de réduire la teneur en MES suffisamment bas pour permettre un traitement économique par filtration. Cet ouvrage est composé de:

- Ouvrage de répartition de débit.
- Bassin de mélange coagulation.
- Bassin de mélange floculation.
- Décantation lamellaire/clarification.
- Canal de by-pass.

III.4 Chambres de mélange coagulation:

Il s'agit de la première étape du traitement physico-chimique:

La coagulation s'effectue pour la déstabilisation des colloïdes après mélange intime de sulfate d'alumine sous haute turbulence par apport mécanique.[19]

L'eau traverse trois chambres placées en série équipée chacune d'un électro-agitateur.

- La première chambre sert à homogénéiser le sulfate d'alumine injectée en tête de station.
- La deuxième chambre sert à l'introduction et au mélange des boues recerclées.
- La troisième sert à injecter le polymère à la sortie, la déstabilisation des matières en suspension et matières colloïdales pour la formation en floccs prêts à grossir dans la chambre de floculation.

III.5 Chambre de mélange floculation:

Ce procédé sert à agglomérer les colloïdes en floccs volumineux et lourds afin d'assurer leur sédimentation. [17]

III.6 Décantation/clarificateur:

Après formation des macros floccs à l'étape précédente il est indispensable une séparation physique des matières solides et de l'eau claire.[18]

L'installation des lamelles dans la partie supérieure du décanteur améliore le rendement de cette séparation pour deux raisons:

- ✓ Flux contre courant.
- ✓ Par le système lamellaire la surface de clarification est très grande par rapport aux dimensions du bassin.



Figure 2.4 : Décanteurs lamellaires.

III.7 Filtration:

Pour l'élimination des MES qui ont échappées à la décantation, L'eau sera filtrée sur un lit de sable d'une granulométrie adaptée ce qui constitue un traitement de finition permettant d'obtenir une eau claire répondant aux normes de potabilité en matière de turbidité avant désinfection.[20]



Figure 2.5 : Filtres à sable.

III.8 La désinfection par le chlore:

La chloration consiste à introduire des produits chlorés (pastilles de chlore, eau de javel...) dans de l'eau pour tuer les micros organismes qu'elle contient.[22]

Après un temps de d'action de 30 minutes, l'eau est normalement potable. Elle le reste pendant quelques heures ou jours (en fonction des conditions de stockage) grâce à l'effet rémanent du chlore.

III.9 Le réservoir de l'eau traitée:

Le réservoir d'eau traitée est divisé en deux compartiments dont une partie est composées de chicane pour assurer le mélange minimum de 30 minutes et sert de contact entre le chlore et l'eau traitée.

Conclusion

Au cours de ce chapitre on a décrit le barrage de Tilesdit et la station de potabilisation. On a constaté le bon fonctionnement des procédés de traitement.

Chapitre 3

Méthodes et appareillage

Introduction

Ce chapitre décrit les analyses qui sont faits, quotidiennement ou mensuellement pour contrôler la potabilité de l'eau traitée par la station de potabilisation de barrage Tilesdit.

I Prélèvement et échantillonnage:

Le prélèvement est l'opération de prendre une partie représentative du milieu à étudier. Au cours de cette étude nous avons effectué cinq prélèvements pour procéder à un échantillonnage cinq prélèvements effectués dans des flacons de 250ml, en verre transparent, ombré ou en polyéthylène rincés préalablement par une solution de lavage adéquate (acide chlorhydrique HCL 25%) et rincé ensuite trois fois avec de l'eau à analyser.

Le test de chlore se fait sur place par la DPD₁ dans un tube à essais.

Le prélèvement s'effectue à différents niveaux de traitement, dont on prélève un échantillon d'eau brute, décantée, filtré et traitée.

II Méthodes d'appareillage des paramètres physico-chimiques:

II.1 L'oxygène dissous:

❖ Matériels

-Oxymètre de paillasse OXI 7310, WTW.

-Flacon de 250 ml.

❖ Mode opératoire

-On prélève l'échantillon dans un flacon de 250 ml de façon à ce qu'il n'y ait pas de bulles d'air.

-On rince la sonde de l'oxymètre avec de l'eau distillé.

-On prolonge la sonde dans l'eau à analyser.

-On attend jusqu'à l'affichage soit constants.

-On saisit la valeur affichée par l'oxymètre.



Figure 3.1 : oxymètre de paillasse OXI 7310, WTW.

II.2 Potentiel d'hydrogène (pH)

❖ Principe

Le pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre électrode de mesure (électrode de verre) et une électrode de référence à potentiel connu (électrode au calomel à concentration saturée en KCl).

❖ Matériels

- pH mètre de paillasse HACH.
- Bécher.



Figure 3.2 : pH mètre de paillasse HACH.

❖ Réactifs

- Tampon pH =4.
- Tampon pH =7.
- Tampon pH =10.

❖ Mode opératoire

◆ Etalonnage de l'appareil:

- Rincer l'électrode de pH mètre avec de l'eau distillé.
- Placer l'électrode dans la solution tampon pH=7.

- Attendre que la mesure se stabilise.
- Ré-étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH=10 et pH=4.

❖ Mesure du pH

Après avoir étalonné le pH-mètre avec trois solutions tampon de pH égal à 4, 7 et 10. On introduit l'électrode de l'appareil dans un bêcher qui contient de l'eau à analyser. La lecture se fait après stabilité de la valeur affichée.

II.3 La turbidité:

❖ Principe

La turbidimétrie ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption. Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi.

❖ Matériels

- Turbidimètre de paillasse HACH.

❖ Mode opératoire

Avant d'effectuer les mesures on doit s'assurer de l'absence de bulles d'air et de la propreté de la cuve:

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- Essuyer le tube de mesure.
- Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- Fermer la chambre.
- Lire directement le résultat.

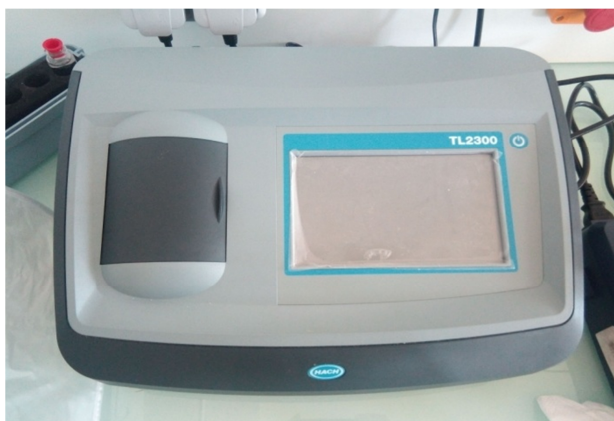


Figure 3.3 : Turbidimètre de paillasse HACH.

II.4 Conductivité électrique

❖ Principe

La mesure est délimitée par deux électrodes de platine (Pt) maintenues parallèles.

❖ Matériels

- Conductimètre de paillasse Cond 3151, WTW
- Bêcher (ou un flacon.)



Figure 3.4 : Conductimètre de paillasse Cond 3151, WTW.

❖ Mode opératoire

- Rincer l'électrode de conductimètre avec de l'eau distillée.
- Prolonger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à examiner.
- Après la stabilisation de l'affichage on lit la valeur.

Les résultats s'expriment en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

II.5 Température**❖ Principe**

La mesure de la température s'effectue ainsi à l'aide d'une sonde thermométrique à résistance de platine, pour connaître la température d'un échantillon d'eau.

❖ Matériels

- pH mètre de paillasse HACH (équipé d'une sonde thermométrique).
- Bêcher.

❖ Mode opératoire

On prolonge la sonde thermométrique dans un bêcher rempli de l'eau à analyser et on lit la valeur.

II.6 Le chlore résiduel

- ❖ Principe :** Dans une solution faiblement acide, le chlore libre réagit avec le dipropyl-phénylènediamine (DPD) pour donner un colorant rouge violet qui est dosé par photométrie.

❖ Matériels

- Compareur de chlore.
- Tubes à essais.



Figure 3.5: compareur de chlore.

❖ Réactifs:

- DPD1.

❖ Mode opératoire:

Au moment de prélèvement, on injecte un comprimé du réactif DPD1 dans un tube de 10 ml d'eau à analyser et on mélange.

Après un certain temps on effectue la lecture avec un compareur de couleur positionné contre une source de lumière.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

II.7 Dosage des sulfates SO_4^{2-} :**❖ Principe**

L'ion sulfate est précipité dans l'acide chlorhydrique contenant du chlorure de baryum d'une manière telle qu'il se forme des cristaux de sulfate de baryum de taille uniforme. L'absorbance de la suspension de sulfate de baryum est mesurée par spectrophotomètre.

❖ Matériels

- Éprouvette volumétrique de 50 ml.
- Pipettes volumétriques de 1 ml et 5 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Spectrophotomètre UV-Visible DR 5000.
- Une poire.

❖ Réactifs:

- Acide chlorhydrique HCl N/10.
- Solution stabilisante de chlorure de Baryum BaCl₂.

❖ Mode opératoire:

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml de HCl N/10.
- Ajouter 5 ml de la solution BaCl₂.
- Agiter 2 ou 3 fois énergiquement, laisser au repos pendant 15 mn, agiter à nouveau.
- Effectuer les lectures à $\lambda=650$ nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l de SO₄²⁻.

II.8 Dosage des chlorures (Cl)**❖ Principe**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par solution de nitrate d'argent. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur.

Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

❖ Matériels

- Ballon volumétrique de 250 ml.
- Eprouvette volumétrique de 100 ml.
- Pipette volumétrique de 1 ml.
- Burette volumétrique.
- Une poire.

❖ Réactifs

- Solution indicateur de chromate de potassium K₂CrO₄ à (10%);
- Solution de nitrate d'argent AgNO₃ (0.02 mol/l).

❖ Mode opératoire:

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de la solution de chromate de potassium (coloration jaunâtre).
- Titrer avec la solution de nitrate d'argent à 0.02 mol/l jusqu'à coloration brun rougeâtre.
- Après addition d'une goutte de la solution NaCl, cette coloration doit disparaître.

- Noter le volume d'AgNO₃.
 - ◆ **Essai à blanc:** utiliser 100 ml de l'eau distillée à la place de l'échantillon. La valeur ne devrait pas dépasser 0.2 ml d'AgNO₃.

❖ **Expression des résultats**

$$[\text{Cl}^-] = \frac{V_s - V_b}{V_a} \times C \times F \text{ (mg/l)}$$

Tel que:

V_s: volume d'AgNO₃ à 0.02 mol/l nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

V_b: volume d'AgNO₃ à 0.02 mol/l nécessaire pour le dosage de blanc.

V_a: volume total de l'échantillon.

C: la concentration réelle d'AgNO₃.

F: facteur de correction du titre d'AgNO₃.

II.9 Détermination de la dureté totale TH

❖ **Principe**

Les ions Ca²⁺ et Mg²⁺ sont titrés par une réaction de complexation avec une solution de l'EDTA. A un pH de 10. Le mordant est utilisé comme indicateur qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence de ces ions.

❖ **Matériels**

- Ballon volumétrique de 100 ml.
- Eprouvette volumétrique de 50 ml.
- Pipette volumétrique de 50ml.
- Burette d'EDTA.
- Poire.
- Agitateur magnétique.

❖ **Réactifs**

- Solution d'EDTA = 0.01 mol/l.
- Solution tampon pH=10.
- Indicateurs colorés: mordant noir (noir eriochrome).

❖ **Mode opératoire:**

- Prendre 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 100 ml.
- Ajouter 4 ml de la solution tampon
- Ajouter 3 gouttes de noir erichrome (la solution doit se colorer en rouge foncé violet, et son pH doit être de 10).
- Titrer immédiatement avec l'EDTA (verser rapidement au début puis lentement vers la fin) jusqu'au virage bleu.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

❖ **Expression des résultats**

$$TH = V_{EDTA} \times 20 \text{ (mg CaCO}_3\text{/l)}$$

II.10 Dosage du calcium Ca^{2+} :

❖ **Principe**

Les ions calcium sont titrés avec une solution de l'EDTA à pH entre 12 et 13. L'indicateur HSN forme un complexe rouge avec le calcium. Le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde. L'EDTA réagit avec les ions Ca^{2+} libres puis avec les ions Ca^{2+} combinés avec le HSN qui vire de la couleur rouge au bleu clair ou violet.

❖ **Matériels**

- Eprouvette volumétrique de 50 ml.
- Flacon erlenmeyer de 100ml.
- Pipette volumétrique de 2 ml.
- Spatule.
- Burette de l'EDTA.
- Poire.

❖ **Réactifs**

- Solution d'EDTA = 0.01 mol/l.
- Solution hydroxyde de sodium (NaOH) à 2N.
- Indicateur coloré de Murexide.

❖ **Mode opératoire:**

- Prendre 50 ml de l'échantillon dans un erlenmeyer de 100ml.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2N.
- Ajouter 0.2 g de murexide puis mélanger.
- Titrer immédiatement avec l'EDTA (verser lentement) jusqu'au virage violet.

- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

❖ **Expression des résultats**

$$[\text{Ca}^{2+}] = 8 \times V \text{ (mg/l)}$$

Avec : V: le volume de titrage.

$$[\text{Mg}^{2+}] = (V_{\text{TH}} - V_{\text{Ca}}) \times 4.86 \text{ (mg/l)}$$

II.11 Détermination de l'alcalinité TA et TAC

❖ **Principe**

L'alcalinité correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

- Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur en alcalins libres et carbonates alcalins caustiques.
- Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates (HCO_3^- , CO_3^- , OH^-).

❖ **Matériels**

- Eprouvette volumétrique de 100 ml.
- Flacon erlenmeyer.
- Burette volumétrique.
- Agitateur magnétique.
- pH mètre.

❖ **Réactifs**

- Solution phénolphtaléine.
- Solution méthylorange.
- Solution HCl (0.02N).

❖ **Mode opératoire**

◆ **Détermination de TA**

- Prendre 100ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 à 2 gouttes de solution phénolphtaléine, une coloration rose doit se développer ; si non TA est nul.
- Titrer avec la solution HCl à (0.02N), (soit V le volume d'acide utilisé).

◆ **Détermination de TAC**

- Prendre l'échantillon traité précédemment s'il n'y a pas eu de coloration.

- Ajouter 2 gouttes de solution de méthylorange (coloration jaune).
- Titrer avec la solution HCl (0.02N) jusqu'au virage du jaune à jaune orangé, (soit V le volume d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur).

❖ **Expression des résultats**

TA:

$$\text{TA (még/l)} = \frac{V}{S} \quad , \quad \text{°F}_{\text{TA}} = V.$$

TAC:

$$\text{TAC (még/l)} = (V - 0.5) \times 10 \quad , \quad \text{°F}_{\text{TAC}} = V - 0.5.$$

HCO₃⁻

$$[\text{HCO}_3^-] = \text{TAC} \times 1.22$$

III Méthodes d'analyses des paramètres des pollutions

III.1 Oxydabilité au permanganate de potassium en milieu acide

❖ Principe

Elle consiste à mesurer, en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau.

❖ Matériels

- Flacons erlenmeyer de 100ml.
- Pipette volumétriques de 5 ml.
- Burette volumétrique.
- Poire.
- Eprouvette volumétrique.
- Un agitateur.
- Plaque chauffante.
- Thermomètre.

❖ Réactifs

- H₂SO₄ 735 g/l (comme stabilisant).
- Solution de lavage: KMnO₄ acidifié.
- Acide sulfurique 196 g/l.
- Solution de KMnO₄ à 0.01 N.
- Solution d'oxalate de sodium à 0.01 N.

❖ Mode opératoire

- Prendre 25 ml d'eau à analyser stabilisée.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique et mélanger en agitant doucement.
- Placer le flacon sur plaque chauffante pendant 10 mn.
- Ajouter 5ml de la solution de KMnO₄ ; noter l'heure.
- Après 10 mn, ajouter 5 ml de la solution d'oxalate de sodium et attendre la décoloration de la solution.
- Titrer l'échantillon encore chaud avec la solution de KMnO₄ à 0.01N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle. Noter le volume V_{Ech}.
- Procéder à un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sur 25ml d'eau distillée. Soit V₀ le volume de KMnO₄ utilisé.

❖ Vérification du titre de la solution de KMnO_4 (étalonnage)

- Ajouter 5ml de la solution d'oxalate de sodium à l'essai à blanc.
- Si nécessaire réchauffer la solution à 80° .
- Titrer avec la solution de KMnO_4 jusqu'à l'apparition d'une coloration rose; soit V_T le volume utilisé.

❖ Expression des résultats

La quantité de matière oxydable par le permanganate de potassium exprimée en mg/l d' O_2 , est donnée par la formule suivante:

$$\text{M.O} = f \times \frac{V_{\text{Ech}} - V_0}{V_T}$$
$$\text{M.O} = 16 \times \frac{V_{\text{Ech}} - V_0}{V_T}$$

V_{Ech} : Volume de KMnO_4 consommé par l'échantillon.

V_0 : Volume de KMnO_4 consommé par l'essai à blanc.

V_T : Volume de KMnO_4 consommé pour l'étalonnage.

F: facteur en mg/l pour recalculer l'oxygène et tenir compte de volume d'échantillon utilisé.

❖ Remarque

Ajouter 5ml de H_2SO_4 à 1 litre d'échantillon avant ou après le prélèvement.

III.2 Dosage des ions nitrites NO_2 **❖ Principe**

En milieu acide ($\text{pH}=1.9$), les ions nitrite réagissent avec le réactif amino-4-benzène sulfonamide ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$) en présence d'acide orthophosphorique pour former un sel de diazoïque selon une réaction appelé diazotation, qui forme un complexe de coloration rose; qui est mesurer par spectrophotométrie à la longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$.

La méthode est applicable à des concentrations des ions nitrites jusqu'à 0.25 mg/l de NO_2 .

❖ Matériel utilisé

- Eprouvette volumétrique de 50ml.
- Pipettes volumétrique de 1mL.
- Fiole jaugée de 50mL.
- Spectrophotomètre.

❖ Réactifs:

Réactif coloré 1 (amino-4-benzène sulfonamide ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$)).

❖ Mode opératoire

- Prendre 40 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif coloré 1.
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au 50 ml.
- Laisser reposer 20 mn.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 540 nm.

❖ Expression des résultats

Le résultat donne la teneur en azote nitreux N-NO_2 exprimé en mg/l, pour obtenir la teneur en nitrite NO_2^- on multiplie le résultat par 3.29.

III.3 Dosage de l'ammonium NH_4^+ **❖ Principe**

En milieu alcalin l'ammoniaque réagit quantitativement avec l'hypochlorite et donne du monochloramine. Ce dernier forme avec du salicylate de sodium en présence de nitrosopentecyanoferrate 3, un composé bleu, susceptible d'un dosage colorimétrique à une longueur d'onde de 655 nm.

❖ Matériels

- Eprouvette volumétrique de 50ml.
- Pipettes volumétrique de 5mL.
- Fiole jaugée de 50mL.
- Paire.
- Spectrophotomètre.

❖ Réactifs:

- Réactif coloré.
- Dichloroisocyanurates de sodium.

❖ Mode opératoire:

- Prendre 40ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 4ml du réactif coloré 1.
- Homogénéiser bien la solution.
- Ajouter 4ml de la solution Dichloroisocyanurates de sodium; le pH doit être égal à 12.

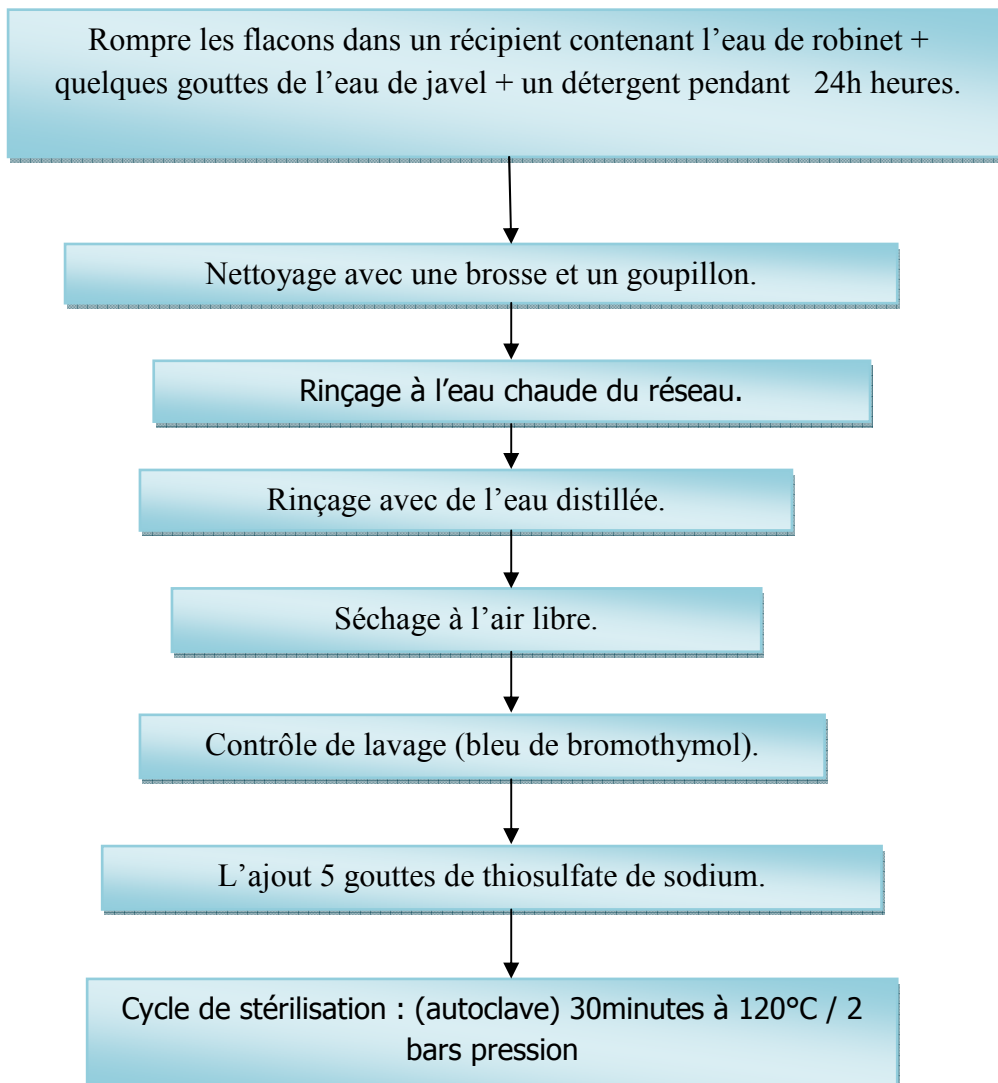
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au 50ml.
- Laisser reposer 60 mn.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655 nm.

❖ **Expression des résultats**

Le résultat donne la teneur en ammonium exprimé en mg/l de N, pour obtenir la teneur en NH_4^+ on multiplie le résultat par 1.28.

IV Les analyses microbiologiques :

❖ **Lavage et stérilisation :**



IV.1 Exécution des analyses bactériologiques

IV.1.1 Méthode solide (la membrane filtrante):

❖ Principe

Elle consiste à faire passer un liquide à travers un filtre dont les pores ont un diamètre de $0,45\mu\text{m}$; les micro-organismes sont retenus par le filtre. Pour forcer ce liquide à traverser le filtre on utilise deux solutions :

- Mise en pression du liquide par l'intermédiaire d'un piston.
- Aspiration du liquide en créant par exemple une enceinte dépressurisée de l'autre côté du filtre.

1) La recherche et le dénombrement des germes totaux (ISO 6222 ; 1999)

➤ Principe

les micro-organismes reviviscibles se définissent comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

➤ Mode opératoire

- On prend deux boîtes de pétri vides et stériles et on note sur chaque boîte la date et la température d'incubation.
- Près d'un bec benzène ; on prélève 2 fois 1 ml d'eau à analyser et on ensemence dans chaque boîte.
- On fait couler la gélose Glucosée Tryptonée extrait Agar (TGEA) environ 15 ml préalablement fondue et refroidie à $45\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- On agite doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène puis laisser solidifier.

➤ Incubation et lecture

- Retourner les boîtes et incuber, l'une à $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 24 h à 48 h, l'autre à $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant 72 h. La lecture se fait après chaque 24 h.
- On calcule le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germe/1 ml).

2) La recherche et le dénombrement des coliformes totaux (ISO 9308 ; 1990)

➤ Principe

Après filtration de l'eau à analyser, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié. Ceci permet aux colonies de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à 24 heures, et donne un aspect suffisamment caractéristique.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre en marche la trompe à eau.
- Flamber la surface supérieure de la filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
- Laisser refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile.
- La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100 ml).
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la membrane paraît sèche, enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose ENDO) en prenant soin de ne pas piéger des bulles d'air.

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber à 37°C les boîtes de pétris, le couvercle vers le bas.
- Après 24 heures d'incubation. Toutes les colonies suspectes lactose positif sont comptées puis repiquées sur le milieu TSI pour confirmer l'utilisation du lactose et le dégagement du gaz, caractère principal des coliformes.
 - Pour le milieu Triple sugar iron (TSI) inoculer la colonie isolée à l'aide d'une pipette pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar (plan incliné) et par pique centrale sur toute la profondeur du tube.
 - Ensuite incuber à 37°C pendant 24 h.

Remarque : Les tubes de TSI présentant un virage au jaune + production de gaz sont considérés comme étant positif c'est-à-dire présence des coliformes totaux.

3) La recherche et le dénombrement des coliformes thermo-tolérants (fécaux) (ISO 9308 ; 1990)

- Inoculer le contenu de chaque tube TSI positif dans un tube de Schubert en versant le contenu de ce dernier dans le tube de TSI puis renverser l'inoculum dans le tube de Schubert.

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber à 44 °C pendant 24 h.
- Après 24 h d'incubation, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche sont considérés comme positifs, c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux.

4) La recherche et le dénombrement des Escherichia coli (ISO 9308, 2000)

- Inoculer le contenu de chaque tube de Schubert positif, puis ajouter quelques gouttes du réactif de Kovacs.

➤ **La lecture**

Apparition d'un anneau rouge, (témoin de la production d'indole par *E-Coli*), c'est -à-dire présence d'*E-coli*.

5) La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux (NA 765)

➤ **Principe**

Après filtration sur une membrane, celle-ci est appliquée sur un support nutritif contenant des substances inhibitrices qui laissent se développer préférentiellement les colonies de Streptocoques fécaux.

➤ **Mode opératoire**

- On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique.

Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu de Slanetz.

- Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu Slanetz.

➤ **Incubation et lecture**

- Incubées à 37 °C pendant 48 h. Après 48 h d'incubation, les colonies roses à marron qui apparaissent sont considérées comme résultat positif, c'est -à-dire présence des Streptocoques fécaux.
- Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur le milieu Bille esculine azide (BEA), puis incubé à 44°C. La lecture se fait après 2 à 3 heures.
- La présence de noircissement implique la présence des Streptocoques fécaux.

➤ **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

6) La recherche et le dénombrement des *Clostridium sulfito- réducteurs* (Rodier J ; 2005)

➤ Principe

Après traitement de l'échantillon par la chaleur pour détruire les formes végétatives, la filtration sur membrane est déposée sur un milieu sélectif (viande foie) Incubées dans des conditions permettant une croissance en anaérobiose, les colonies *sulfito-reductrices* sont reconnaissables par un halo noir.

➤ Mode opératoire

- Remplir 100 ml d'eau à analyser dans un flacon, le porter au bain marie à 80°C pendant 10 minutes, puis le refroidir brutalement sous l'eau de robinet.
- Retirer la membrane de 0,22 μm de porosité à l'aide d'une pince stérile après filtration, puis la placer à l'inverse dans la boîte de pétri.
- Couler la gélose viande foie (VF) sur la membrane, après refroidissement ajouter la deuxième couche de la gélose.

➤ Incubation et lecture

- L'incubation se fait à 37°C pendant 48 heures.
- En tenant compte du volume de la prise d'essai et du nombre de colonies observées sur la membrane, exprimer le résultat en nombre de spores de bactéries anaérobies *sulfito-réductrices* dans 100 ml.
- Les *Clostridium sulfito-réducteurs* réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium.

IV.1.2 Méthode liquide (Le Nombre le Plus Probable NPP)

➤ Principe

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des bactéries dans les eaux destinées à la consommation humaine ; en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable NPP. On applique cette méthode sur les eaux brutes en général.

La recherche et le dénombrement des bactéries, se fait dans deux milieux de culture :

- BCPL pour la recherche des coliformes totaux, coliformes fécaux, l'*Escherichia coli*.
- ROTH pour la recherche des streptocoques fécaux.

Cette technique est basée sur deux étapes consécutives :

- Le test de présomption.

- Le test de confirmation.

❖ **La recherche et le dénombrement des coliformes totaux, des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* (ISO 9308-3 ; 1999)**

➤ **Principe**

Les résultats positifs permettent de donner le nombre le plus probable des coliformes totaux par la consultation de la table NPP.

➤ **Mode opératoire**

1^{ère} étape : Test présomptif

- Une série de trois tubes de 10 ml de bouillon lactose au pourpre (B.C.P.L) double concentré (D/C) auquel on ajoute 10 ml d'eau à analyser.
- Une série de trois (03) tubes de 10ml de bouillon, de (B.C.P.L) en simple concentration (S/C) auquel on ajoute 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.
- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de B.C.P.L en simple concentration(S/C) au quelle on ajoute 0,1ml d'eau à analyser dans chaque tube.

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber à 37 C° pendant 24 heures à 48 heures.
- Un trouble microbien accompagne d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) avec la production de gaz présent dans la cloche de Durham indique une présence de germes coliformes dans l'eau.

2^{ème} étape : Test confirmatif

- Ensemencer 6 à 8 gouttes des milieux positifs (virage au jaune et production de gaz) dans des tubes contenant un milieu appelé Schubert.

➤ **Incubation et lecture**

- Incuber à 44 C° pendant 24 heures.
- Une réaction positive est traduite par : Virage au jaune et production de gaz.
- Formation d'un anneau rouge, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après addition de quelques gouttes de réactif de Kovacs, dans ce cas on confirme la présence d'*Escherichia coli* dans l'eau analysée.
- La lecture des résultats qualitatifs se fait à partir du tableau de N.P.P (nombre le plus probable) le résultat est donné par le nombre de germes, dans 100 ml d'eau analysée.

❖ La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux**➤ Principe**

On utilise le milieu de culture Rothe dans le premier test, le repiquage des tubes positifs sur un milieu qui ne laisse développer que les Streptocoques fécaux (Milieu Eva Litsky).

➤ Mode opératoire**1^{ère} étape: Test présomptif**

- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon lactose à l'azide de sodium (milieu de Rothe) en double concentration à laquelle on ajoute 10 ml d'eau à analyser.
- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon de Rothe en simple concentration à laquelle on ajoute 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.
- Une série de trois (03) tubes de 10 ml de bouillon de Rothe en simple concentration à laquelle on ajoute 0,1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

➤ Incubation et lecture

- Incuber ces milieux à 37 C° pendant 24 heures à 48 heures.
- Une lecture positive est traduite par un trouble de milieu.

2^{ème} étape : Test confirmatif

On procède au test confirmatif qui consiste à :

- Ensemencer 6 à 8 gouttes des réactions positives dans un milieu sélectif : bouillon glucose à l'éthyle violet à l'azide de sodium (milieu d'Eva-Litsky)

➤ Incubation et lecture

- Incuber ces milieux à 37 C° pendant 24 heures.
- Une réaction positive est annoncée en présence d'une pastille violette au fond des tubes, ce qui prouve la présence de Streptocoques fécaux, le nombre de ces dernières est déterminé à l'aide des tables N.P.P.

Conclusion

Ce chapitre permis d'identifier toutes les analyses physico-chimique et bactériologiques faits au niveau de laboratoire ainsi que les différents modes opératoires et les appareils de mesure.

Chapitre 4

Résultats et discussions

I. Résultats des analyses physico-chimiques réduites :

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau brute (EB), de l'eau décantée (ED), de l'eau filtrée (EF) et de l'eau traitée (ET) effectuées tout au long de notre étude sont présentés sous forme de valeurs moyennes mensuelles mesurées pour chaque paramètre. Les résultats obtenus sont représentés dans ci-dessous.

I.1 Discussion des résultats:

1) Le pH:

Tableau 4.1: les résultats du pH.

	Mois	EB	ED	EF	ET
PH	Janvier	7.93	7.78	7.81	7.80
	Février	8.06	7.80	7.81	7.90
	Mars	7.92	7.80	7.80	7.91
	Avril	7.96	7.82	7.82	7.84
	Mai	8.14	7.98	7.98	7.99
Moyenne		8.00	7.83	7.84	7.88

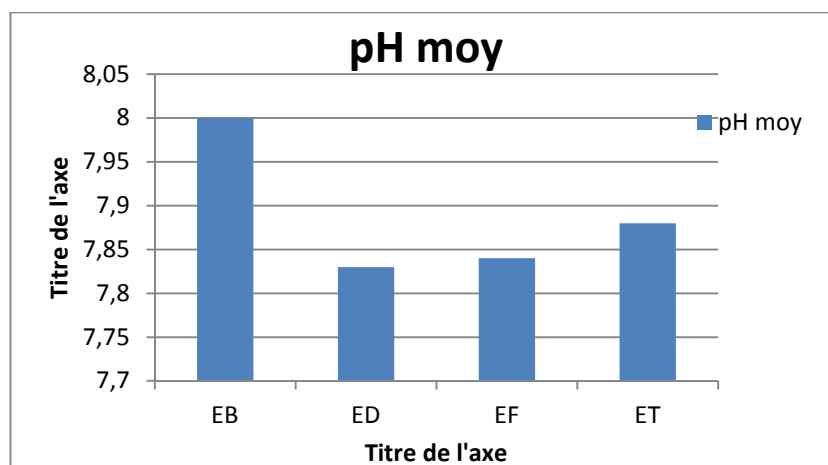
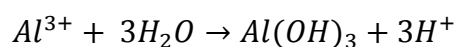


Figure 4.1 : Potentiel d'hydrogène moyen des différentes eaux

Sur l'ensemble des échantillons analysés durant la période de l'étude, les résultats obtenus révèlent une valeur moyenne de 8.00 concernant l'eau brute, cette valeur est légèrement alcaline. Ce résultat est dû à la présence des carbonates et des bicarbonates, ça peut être expliqué aussi par la chaine de Djurdjura qui a des roches calcaires.

Lors de l'ajout du sulfate d'alumine il se forme un précipité d'hydroxyde d'aluminium avec la libération d'une certaine acidité selon la réaction suivante :



L'eau décantée présente alors un pH moyen de 7.83.

Après un traitement physique et sans l'ajout d'un produit chimique la valeur du pH moyen de l'eau filtrée reste constante.

Par contre, après une désinfection par l'hypochlorite de sodium le pH moyen augmente jusqu'à 7.88, cette valeur de pH de l'eau traitée est conforme à la norme algérienne.

2) Température :

Tableau 4.2: les résultats de la température.

	Date	EB	ED	EF	ET
Température (°C)	Janvier	11.80	11.85	11.80	11.80
	Février	9.0	10.5	10.9	10.9
	Mars	11.3	11.0	11.6	12.1
	Avril	13.5	13.9	14.1	14.7
	Mai	14.8	14.8	15.3	15.9
Moyenne		12.08	12.41	12.74	13.08

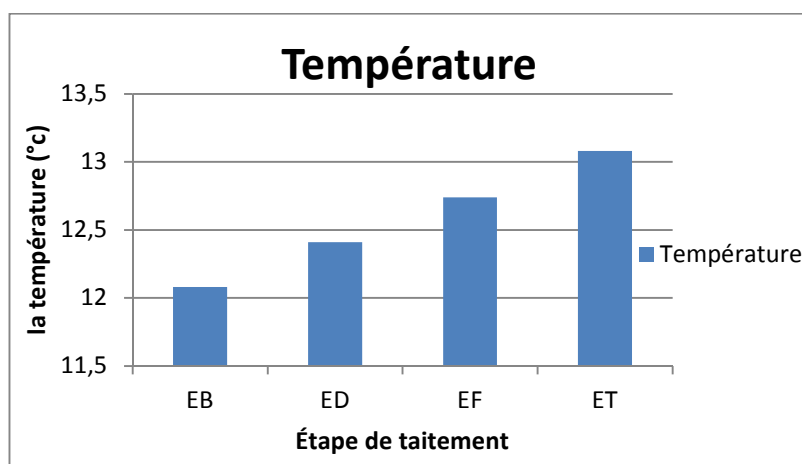


Figure 4.2 : la température moyenne de l'eau dans les différentes étapes de traitement.

La température des eaux de surface dépend du climat et des conditions atmosphériques. Dans nos résultats, la légère fluctuation entre la température de l'eau

brute de chaque échantillon est due à la température de l'air. La température moyenne de l'eau brute enregistrée durant les cinq mois d'études en moyenne, est de 12.08 et on n'observe pas une grande différence avec celle de l'eau décantée, filtrée et traitée.

3) La conductivité :

Tableau 4.3 : les résultats de la conductivité électrique.

	Date	EB	ED	EF	ET
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Janvier	638	659	659	674
	Février	617	621	633	634
	Mars	643	652	655	662
	Avril	649	653	669	676
	Mai	662	669	678	681
Moyenne		641.8	650.8	658.8	665.4

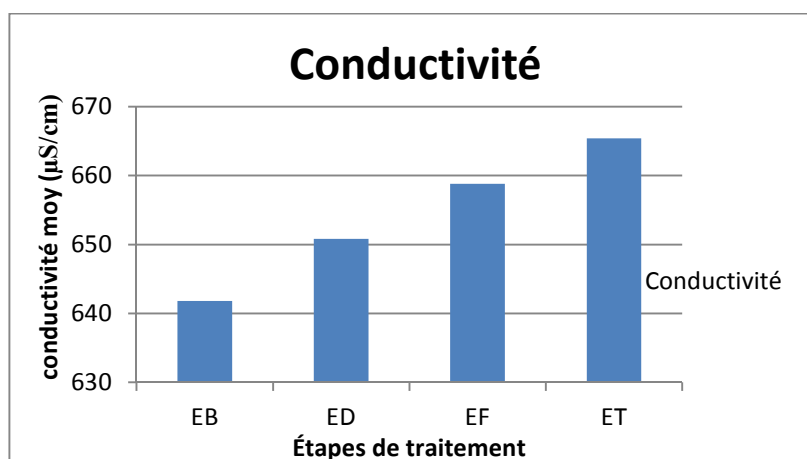


Figure 4.3 : la conductivité moyenne de l'eau dans les différentes étapes de traitement.

Les résultats obtenus montrent des valeurs faibles de conductivité sur l'ensemble des échantillons analysés. La valeur moyenne de la conductivité de l'eau brute est d'environ 641.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cette valeur, comparativement à la norme algérienne (2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$), est largement au dessous. Ce qui est expliqué par la minéralisation très réduite de cette eau, due probablement à la nature des sols lessivés.

Après coagulation-floculation, on observe une légère augmentation de la conductivité qui est due à l'ajout du coagulant.

L'eau traitée présente une autre augmentation de la conductivité expliquée par l'augmentation des ions après la désinfection par l'eau de javel.

4) La turbidité :

Tableau 4.4: les résultats de la turbidité.

	Date	EB	ED	EF	ET
Turbidité (NTU)	Janvier	1.82	1.43	1.05	0.33
	Février	2.75	1.83	1.43	0.49
	Mars	2.09	1.65	1.15	0.39
	Avril	2.03	1.86	1.23	0.51
	Mai	4.49	2.63	1.34	0.62
Moyenne		2.63	1.88	1.24	0.46

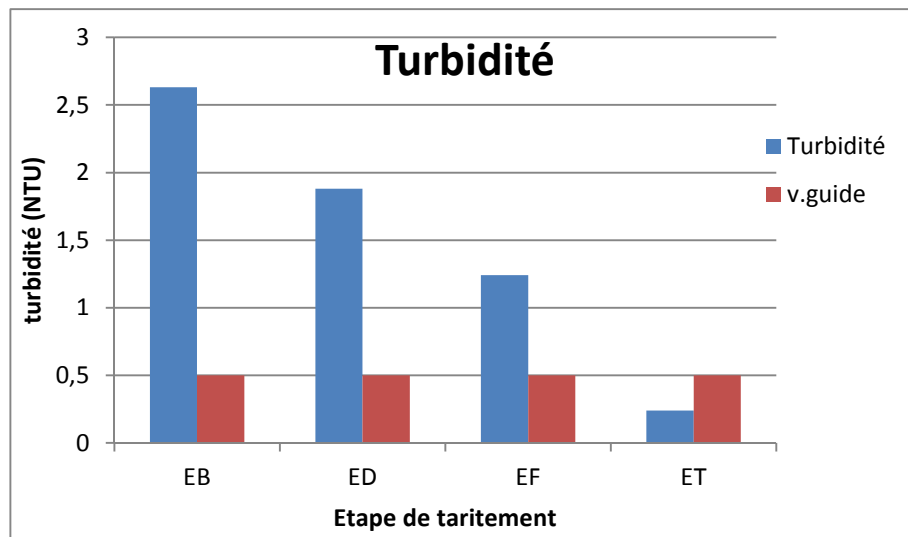


Figure 4.4 : la turbidité moyenne de l'eau des différentes étapes de traitement.

La turbidité de l'eau brute est d'environ 2.63 NTU en moyenne, elle peut être d'origine naturelle (l'érosion du sol) ou anthropique (activités industrielles, activités agricoles).

D'après les résultats obtenus, l'objectif du traitement est atteint. On observe une diminution de turbidité entre chaque étape de traitement, pour obtenir en fin une eau traitée de turbidité moyenne de 0.46 NTU ; cette valeur est conforme avec la valeur guide (0.5 NTU) et donc à la norme algérienne (dont la valeur maximale tolérée est de 5 NTU).

5) Le taux des sels dissous :

Tableau4.5 : les résultats de TDS.

	Date	EB	ED	EF	ET
Taux des sels dissous (mg/l)	Janvier	316	323	322	326
	Février	321	323	323	327
	Mars	318	323	325	333
	Avril	323	335	335	336
	Mai	331	333	333	334
Moyenne		321.8	327.4	327.6	331.2

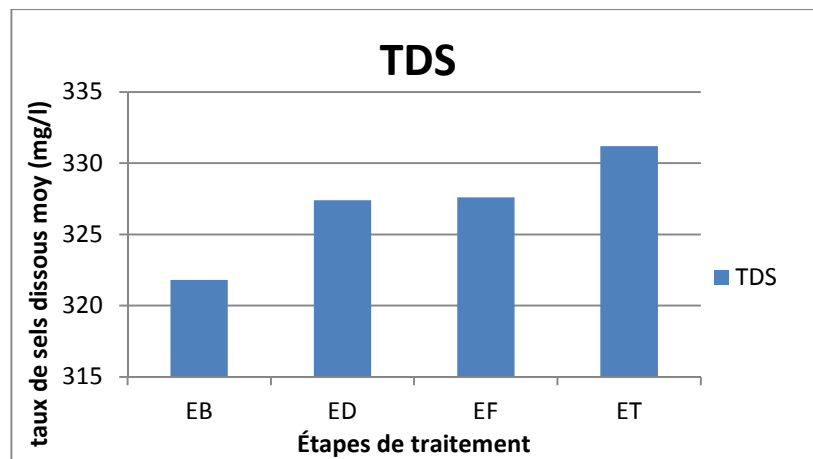


Figure 4.5 : le taux des sels dissous de l'eau dans les différentes étapes de traitement.

Le taux des sels dissous dans l'eau brute est de 321.8 mg/l, cette valeur a augmenté, après l'étape de coagulation-floculation, jusqu'à atteindre 327.4 mg/l. Ce résultat est dû à l'ajout de sulfate d'alumine. Cependant, on remarque une stabilisation après la filtration de l'eau.

Par l'ajout d'hypochlorite de sodium pour la désinfection de l'eau, on observe une augmentation de TDS jusqu'à atteindre 331.2 mg/l.

6) Le chlore résiduel :

Tableau 4.6: les résultats de chlore résiduel.

Chlore résiduel (mg/l)	Janvier	/	0.75	0.33	1
	Février	/	0.85	0.60	1.20
	Mars	/	0.70	0.53	1
	Avril	/	0.80	0.45	1
	Mai	/	0.69	0.50	1.10

moyenne		/	0.75	0.48	1.06
----------------	--	---	------	------	------

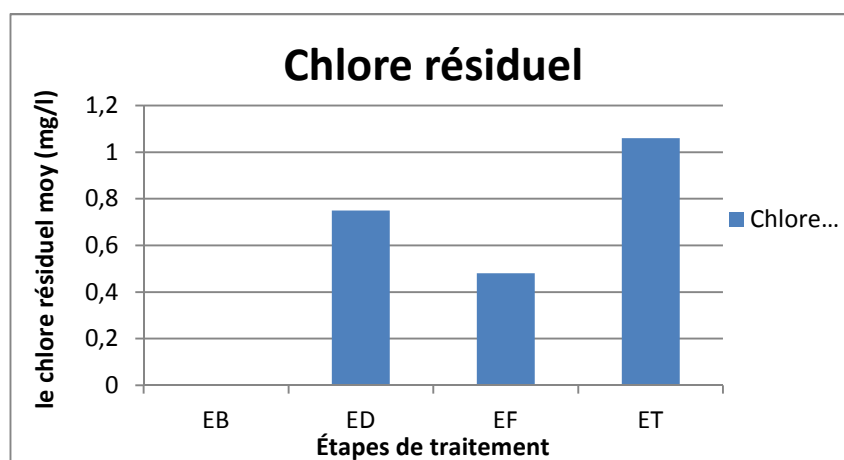


Figure 4.6 : le chlore résiduel moyen de l'eau dans les différentes étapes de traitement.

L'eau de javel ajoutée lors de la pré-chloration est consommée par les polluants lors des différentes étapes de traitement jusqu'à atteindre une valeur de chlore résiduel de 0.48mg/l dans l'eau filtrée. Après le temps de contact, L'eau traitée représente une concentration moyenne de chlore de 1.06 mg/l, et cette quantité est suffisante pour assurer la qualité de l'eau potable tout au long de son chemin jusqu'à son arrivée au consommateur.

II Résultats de l'analyse physico-chimique :

Les résultats des différents paramètres physico-chimiques effectués mensuellement sont récapitulés ci dessous:

II.1 Interprétations des résultats physico-chimiques:

1) Le calcium Ca^{2+} :

Tableau 4.7: les résultats du calcium.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
Le calcium Ca^{2+} (mg/l)	27/01/2019	51.2	52
	24/02/2019	49.6	50.4
	31/03/2019	53.6	54.4
	21/04/2019	58.4	48.4
	05/05/2019	45.6	52.8

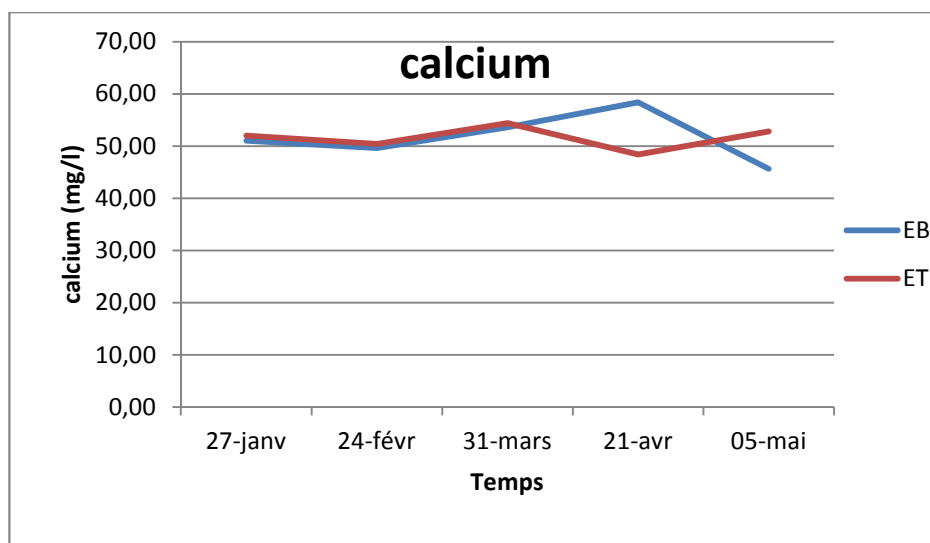


Figure 4.7 : les résultats de concentration en calcium de l'eau brute et l'eau traitée.

La réglementation algérienne indique 75 mg/l de calcium comme valeur guide et 200 mg/l comme concentration maximale. Les analyses de l'eau traitée donnent 48.4 mg/l comme valeur minimale et 54.4mg/l comme valeur maximale. Ces teneurs restent sous la valeur guide.

2) Le magnésium Mg^{2+} :

Tableau 4.8: les résultats du magnésium.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
Le magnésium Mg^{2+} (mg/l)	27/01/2019	22.84	23.81
	24/02/2019	22.84	22.84
	31/03/2019	22.84	23.32
	21/04/2019	18.89	20.12
	05/05/2019	30.61	27.21

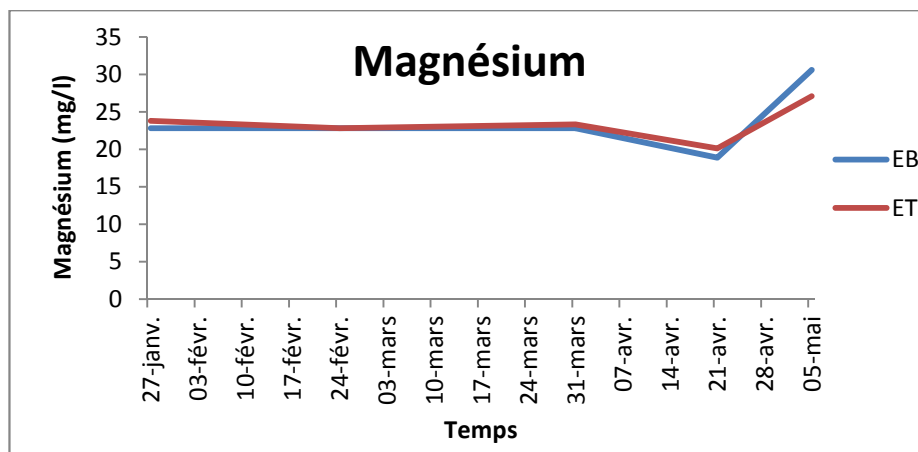


Figure 4.8 : les résultats de concentration en magnésium de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats obtenus pour l'eau traitée durant la période de l'étude montrent que la teneur en magnésium est quasi constante entre 27 Janvier et 31 Mars, ensuite elle diminue légèrement entre 31 Mars et 21 Avril pour atteindre une valeur minimale de 20.12 mg/l et augmente entre 21 Avril et 5 Mai pour atteindre une valeur maximale de 27.21 mg/l. Ces teneurs en magnésium sont en accord avec les normes algériennes qui fixent 150 mg/l comme valeur maximale. Mais on peut dire que l'eau traitée de cette station a une faible teneur en magnésium si on considère que la consommation journalière recommandée est de l'ordre de 300 mg/l d'après l'OMS.

3) La dureté TH :

Tableau 4.9: les résultats de la dureté.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
TH	27/01/2019	222	228
	24/02/2019	218	220
	31/03/2019	228	232
	21/04/2019	232	236
	05/05/2019	240	244

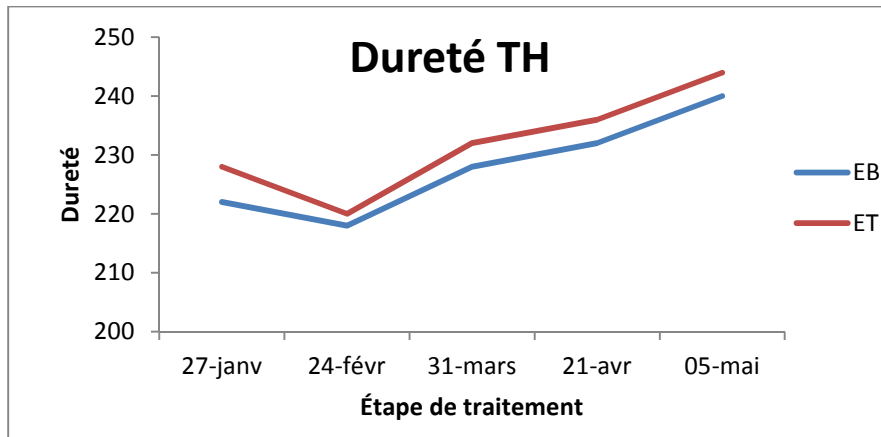


Figure 4.9 : les résultats de la dureté de l'eau brute et l'eau traitée.

La dureté est représentée par plusieurs éléments tels que Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{-} ... En remarque que notre eau brute a une dureté moyenne qui ne nécessite pas un adoucissement et que les valeurs de l'eau traitée sont conforme à la norme.

4) Les chlorures Cl^- :

Tableau 4.10: les résultats des chlorures.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
Le chlorure Cl^- (mg/l)	27/01/2019	62.65	66.01
	24/02/2019	57.93	70.05
	31/03/2019	61.21	62.58
	21/04/2019	58.60	61.31
	05/05/2019	59.27	65.33

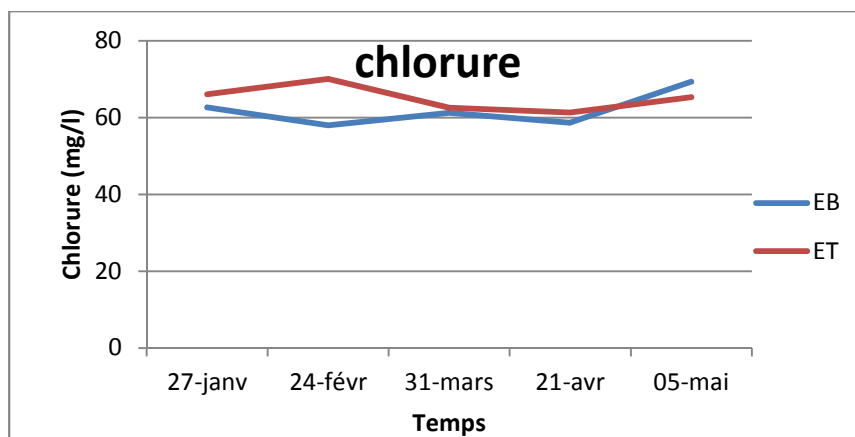


Figure 4.10 : les résultats de concentration en chlorure de l'eau brute et l'eau traitée.

L'analyse effectuée montre que la concentration en chlorures a légèrement augmenté après traitement et elle varie entre 61.31 et 70.05 mg/l. En le comparant avec les normes établies (250 mg/l) ces valeurs respectent les normes. Généralement, les teneurs en chlorures varient d'une eau à une autre, cette variation est principalement liée à la nature des terrains traversés.

5) Les sulfates SO_4^{2-} :

Tableau 4.11: les résultats des sulfates.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
Les sulfates SO_4^{2-}	27/01/2019	70.84	77.28
	24/02/2019	62.29	80.17
	31/03/2019	68.12	74.4
	21/04/2019	71.8	78.92
	05/05/2019	57.77	77.04

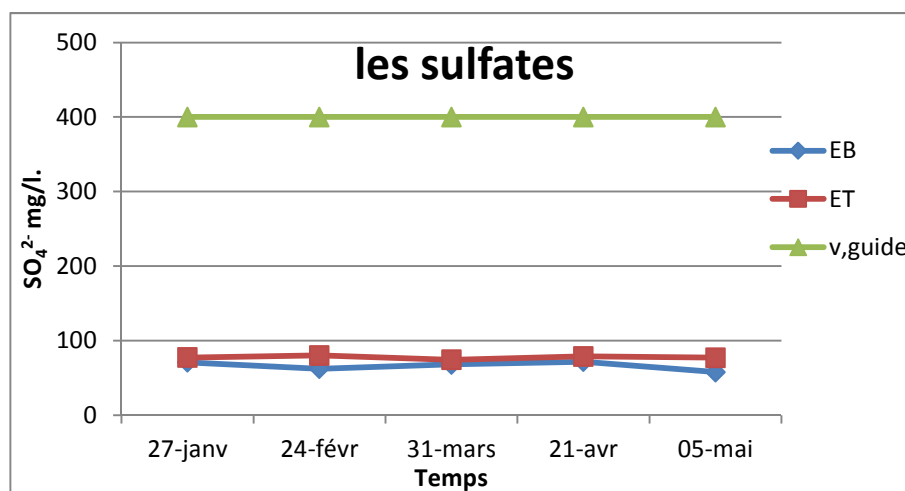


Figure 4.11 : les résultats de concentration en sulfates de l'eau brute et l'eau traitée.

La réglementation algérienne recommande 400 mg/l de sulfate comme une valeur maximale admissible. On a constaté que les teneurs en sulfates ont augmenté après traitement.

L'allure du graphe montre que les teneurs en sulfates varient légèrement d'un mois à l'autre, la teneur la plus faible 74.4 mg/l a été enregistrée au mois de mars, la teneur la plus élevée 80.17 mg/l, a été enregistrée au mois de février. Leurs présences résultent de la dissolution des formations gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les couches géologiques.

6) Le TAC :

Tableau 4.12: les résultats de la TAC.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
TAC	27/01/2019	168	161
	24/02/2019	151	154
	31/03/2019	170	160
	21/04/2019	176	169
	05/05/2019	182	171

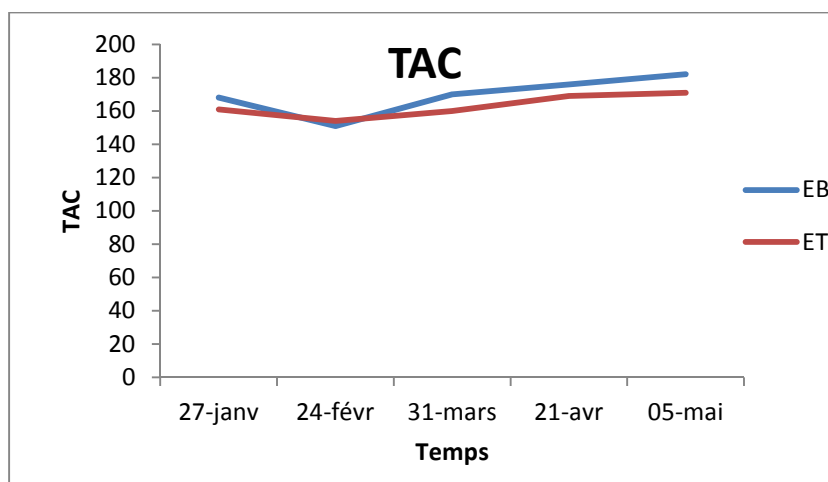


Figure 4.12 : les résultats de TAC de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après les résultats obtenus, on remarque une légère différence entre l'eau brute et l'eau traitée, tel que leurs teneurs en TAC sont quasi-similaires.

7) Les bicarbonates HCO_3^- :

Tableau 4.13: les résultats des bicarbonates.

paramètres	La date du prélèvement	Eau brute	Eau traitée
Les bicarbonates HCO_3^- (mg/l)	27/01/2019	204.96	196.42
	24/02/2019	190.32	187.88
	31/03/2019	207.4	195.2
	21/04/2019	199.26	206.2
	05/05/2019	222.04	208.62

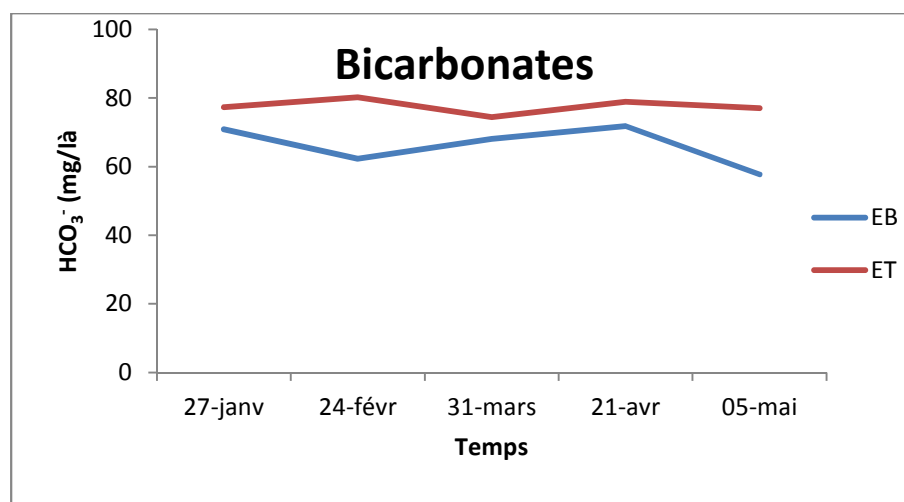


Figure 4.13 : les résultats de concentration en bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée.

Les bicarbonates sont en relation directe avec le TH et le TAC qui sont conformes à la norme algérienne. Et cette dernière ne fixe aucune valeur pour les HCO_3^- , donc quel que soit les teneurs en bicarbonates la potabilité de l'eau n'est pas affectée.

III Résultats des paramètres de pollution :

III.1 Discussion des résultats des paramètres de pollution:

1) L'ammonium NH_4^+ :

Tableau4.14: résultats de l'ammonium.

Paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
L'ammonium NH_4^+	27/01/2019	0.1	0.0
	24/02/2019	0.02	0.0
	31/03/2019	0.03	0.0
	21/04/2019	0.01	0.0
	05/05/2019	0.02	0.0

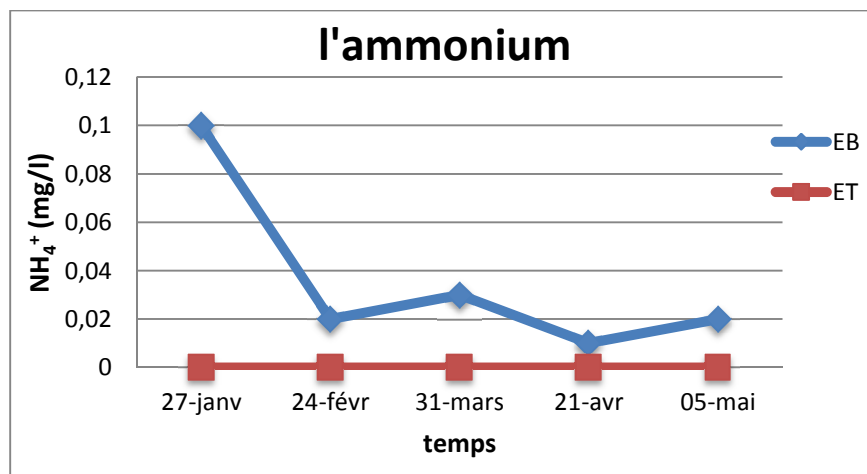


Figure 4.14 : les résultats de concentration en ammonium de l'eau brute et l'eau traitée.

Les concentrations en ammonium enregistrées dans l'eau brute, au cours de notre étude, peuvent être dues aux rejets directs d'eaux usées dans le barrage. L'absence d'ammonium dans l'eau traitée traduit l'efficacité du traitement effectué.

2) Les nitrites :

Tableau4.15: résultats des nitrites.

Paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
Les nitrites NO_2^-	27/01/2019	0.06	0.0
	24/02/2019	0.03	0.0
	31/03/2019	0.06	0.0
	21/04/2019	0.05	0.0
	05/05/2019	0.06	0.0

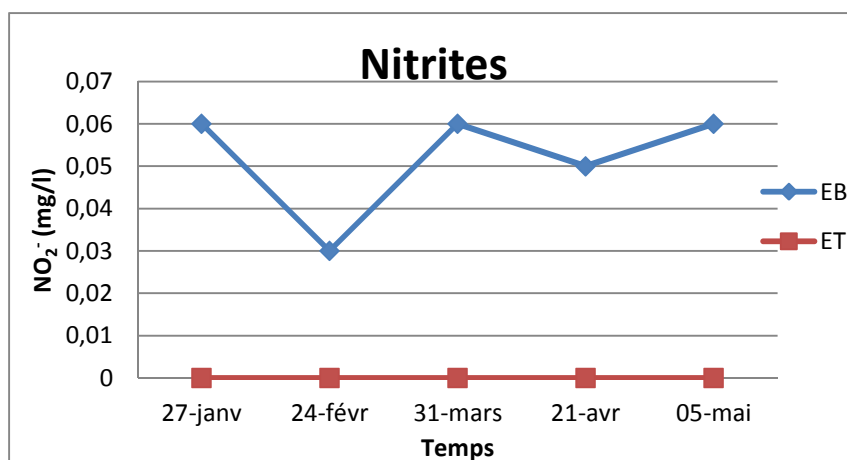


Figure 4.15 : les résultats de concentration en nitrites de l'eau brute et l'eau traitée.

L'eau brute présente de très faibles concentrations en nitrites (inférieures à 0.07 mg/l) qui sont issues soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac soit de la réduction des nitrates. Après le traitement, on n'observe aucune présence des nitrites dans l'eau traitée.

3) Les nitrates :

Tableau4.16: résultats des nitrates.

Paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
Les nitrates NO ₃ ⁻	27/01/2019	0.84	0.26
	24/02/2019	2.95	1.69
	31/03/2019	2.05	2.0
	21/04/2019	4.93	4.11
	05/05/2019	1.89	1.43

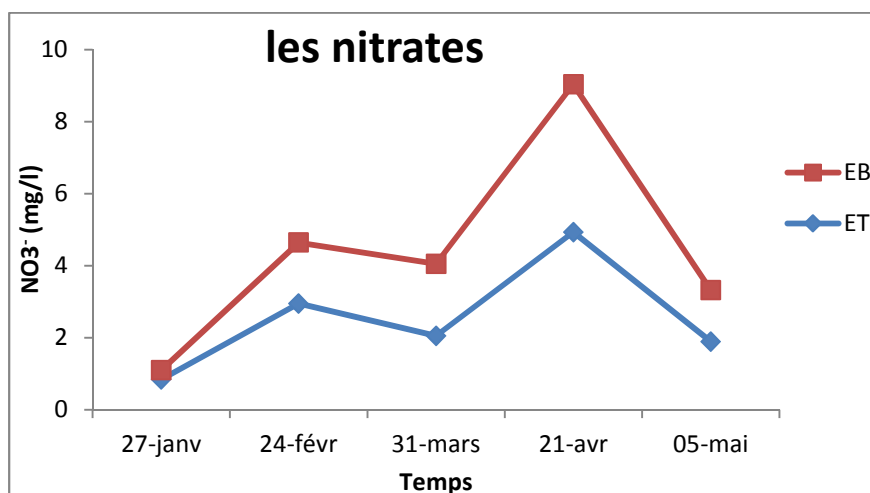


Figure 4.16 : les résultats de concentration en nitrates de l'eau brute et l'eau traitée.

En général, les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l, et c'est le cas de notre eau brute dont la teneur maximale en nitrates a été enregistrée en mois d'Avril avec 4.93 mg/l. La présence des nitrates est due à l'oxydation d'ammoniac.

4) Les phosphates :

Tableau4.17: résultats des phosphates.

Paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
Le phosphate PO ₄ ³⁻	27/01/2019	0.14	0.02
	24/02/2019	0.01	0.0
	31/03/2019	0.04	0.01

	21/04/2019	0.03	0.0
	05/05/2019	0.06	0.0

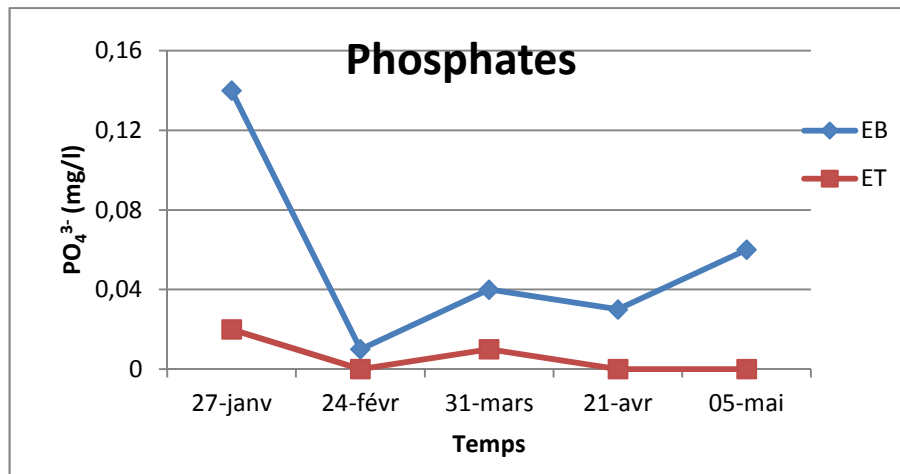


Figure 4.17 : les résultats de concentration en phosphates de l’eau brute et l’eau traitée.

Les phosphates sont naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, ils font partie des anions facilement fixée par le sol, leur présence naturelle dans l’eau est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. Après traitement, on observe une absence totale des phosphates dans l’eau traitée en mois de février/ avril et mai. Et une présence négligeable en mois de janvier et mars (cette présence est due probablement à des erreurs de manipulations).

5) La matière organique :

Tableau4.18: résultats de la matière organique.

Paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
La matière organique	27/01/2019	1.63	0.97
	24/02/2019	1.60	0.96
	31/03/2019	1.18	0.88
	21/04/2019	2.11	1.81
	05/05/2019	1.37	0.98

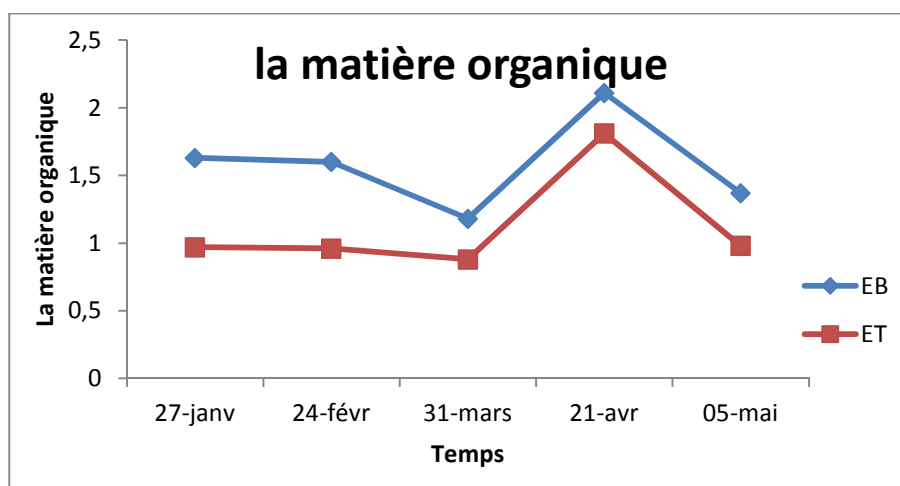


Figure 4.18 : les résultats de la matière organique de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après les résultats, on voit que l'oxydabilité des eaux brutes est de l'ordre de 1 mg/l. On remarque que celle-ci a diminué après traitement par le fait qu'une grande partie de la matière organique est retenue par les filtres à sable.

IV Résultats des paramètres indésirables :

Le tableau ci-dessous représente les résultats d'analyses de fer et d'aluminium durant la période d'étude :

IV.1 Discussions des résultats des paramètres indésirables :

1) Le fer :

Tableau 4.19: les résultats du fer.

paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
Le fer	27/01/2019	0.06	0.01
	24/02/2019	0.02	0.01
	31/03/2019	0.01	0.00
	21/04/2019	0.02	0.01
	05/05/2019	0.03	0.01

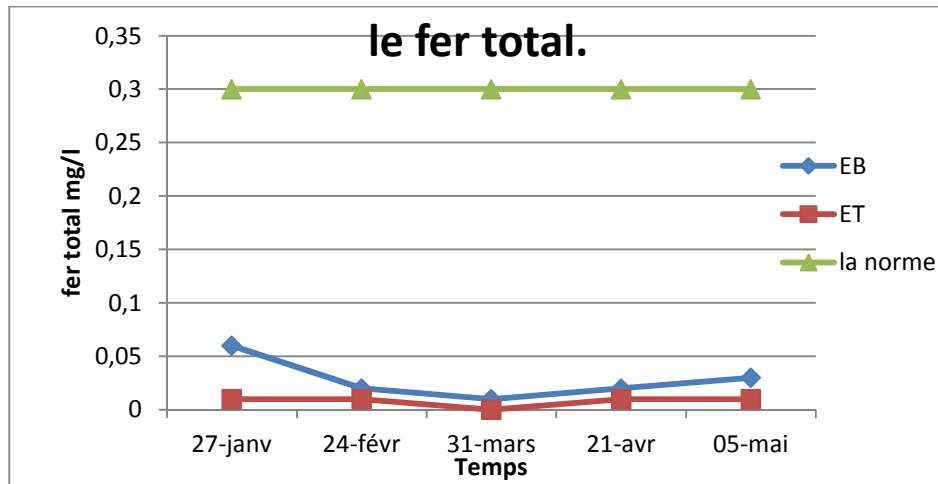


Figure 4.19 : les résultats du fer total de l'eau brute et l'eau traitée.

Pratiquement, les eaux superficielles ne contiennent que très peu de fer, rarement plus d'1 mg/l. Dans notre cas la teneur du fer dans l'eau brute est inférieure à 0.07 mg/l. En effet, après le passage de l'eau brute par la cascade d'aération, le fer est oxydé à l'état ferrique et hydrolysé pour donner un hydroxyde de fer insoluble $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ce qui a entraîné une diminution de la concentration du fer totale dans l'eau traitée qui peut être ainsi considérée comme négligeable. Des taux très élevés de fer, pourraient augmenter les risques de maladies cardiovasculaires et de cancers.

2) L'aluminium :

Tableau 4.20: les résultats du l'aluminium.

paramètres	La date	Eau brute	Eau traitée
L'aluminium Al^{3+}	27/01/2019	0.02	0.07
	24/02/2019	0.01	0.07
	31/03/2019	0.02	0.1
	21/04/2019	0.03	0.17
	05/05/2019	0.00	0.13

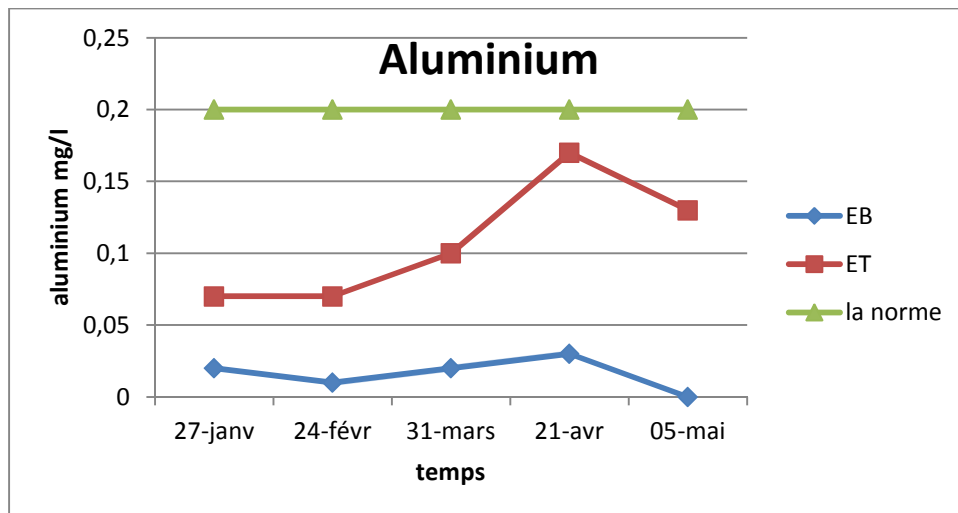


Figure 4.20 : les résultats de l'aluminium de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats montrent que la concentration de l'aluminium a augmenté après traitement et une teneur maximale d'aluminium de 0.1 mg/l a été enregistrée dans l'eau traitée, ce qui est due à l'utilisation de sulfate d'alumine (coagulant). Même si aucun risque sanitaire n'a pas pu être prouvé, on évoque le rôle aggravant de cet élément dans certaines maladies comme l'Alzheimer.

V Résultats de paramètres microbiologiques :

Les résultats des paramètres microbiologiques sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 4.5 : Résultats des paramètres microbiologique.

Les germes	Les dates	EB	ET
Les coliformes totaux (germe/100ml)	13/01/2019	54	abs
	24/02/2019	10	abs
	31/03/2019	17	abs
	21/04/2019	07	abs
	05/05/2019	10	abs
Les coliformes fécaux (germe/100ml)	13/01/2019	17	abs
	24/02/2019	10	abs
	31/03/2019	17	abs
	21/04/2019	07	abs
	05/05/2019	03	abs
	13/01/2019	abs	abs

Les streptocoques fécaux (germe/100ml)	24/02/2019	abs	abs
	31/03/2019	abs	abs
	21/042019	abs	abs
	05/052019	abs	abs
Les clostridium sulfito-réducteurs (germe/100ml)	13/01/2019	02	abs
	24/02/2019	02	abs
	31/03/2019	02	abs
	21/042019	11	abs
	05/052019	04	abs

V.1 Discussion générale de l'analyse microbiologique :

D'après les résultats obtenus on constate que l'eau de barrage de Tilesdit est une eau brute d'une qualité bactériologique satisfaisante nécessitant un traitement par chloration.

D'une part, on remarque que l'eau traitée est exempte de coliformes fécaux, qui confirme l'absence d'une pollution fécale. Et exempte également des coliformes totaux, ce qui est largement tributaire par l'efficacité de traitement (désinfection).

D'autre part, on remarque l'absence des streptocoques fécaux dans l'eau traitée qui est la conséquence de chloration et la bonne désinfection de ces eaux parce que les streptocoques fécaux résistent au chlore.

L'Analyse de l'eau a révélé également l'absence de Clostridium, c'est une indication d'absence d'une contamination ancienne. Cela peut être probablement dû à un bon traitement de l'eau notamment la filtration et la floculation.

On constate que la qualité microbiologique de ces eaux analysées est satisfaisante conformément aux exigences normatives algériennes.

Enfin, Les résultats de l'analyse physicochimique et microbiologique ont montré que l'eau destinée à la consommation humaine de quelques régions ne renferme pas de contamination ou des germes pathogènes, ce qui répond aux normes Algériennes, à l'OMS et à différentes organisations internationales de la santé. Ceci prouve que le traitement de l'eau dans la station de potabilisation des eaux de barrage de Tilesdit est très efficace et bien contrôlée.

Conclusion

Conclusion

Pour conclure ce travail, il convient de dire que le barrage de Tilesdit est parmi les plus grand complexe hydraulique en Algérie. Il est destiné à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, et couvre le besoin en eau de plusieurs communes de la wilaya de Bouira. D'où l'intérêt d'un suivi régulier de la qualité physico-chimique ainsi que bactériologique de ces eaux.

Ce travail m'a permis de connaître les analyses physico-chimiques et bactériologiques adoptées par le laboratoire de barrage Tilesdit. Il m'a permis également de maîtriser les techniques d'analyses grâce aux nombreuses manipulations que j'ai pu faire durant la période de stage.

Ce qui concerne les résultats du contrôle de qualité de l'eau traitée de barrage Tilesdit, on remarque que notre eau de consommation est agréable au goût, car elle ne présente ni couleur, ni aspect, ni trouble particulier ainsi que ni bactéries ni parasites. Elle est également exempte des substances minérales et organiques dont la présence ou l'excès présenterait un risque pour la santé des consommateurs.

Les résultats obtenus confirment que l'eau traitée à la station de traitement des eaux de barrage Tilesdit est de bonne qualité et respecte les normes algériennes.

Dans ce sens, pour assurer la stabilité de la qualité de l'eau distribuée et faire en sorte qu'elle reste potable, on peut noter quelques recommandations :

- a. L'eau traitée au niveau de la station doit être parfaitement désinfectée, exempte d'MES et un taux aussi faible que possible de matière organique.
- b. Etudier avec précaution les concentrations du coagulant (sulfate d'alumine) à utiliser dans les opérations de traitement, afin de diminuer au maximum la teneur d'aluminium dans l'eau, vue à ses effets néfastes sur la santé humaine. Ou bien de changer le coagulant ou le procédé de traitement carrément.
- c. Assurer la surveillance continue de la qualité de l'eau distribuée afin de pouvoir détecter tout changement de qualité tout au long de réseau.

Bibliographie

Liste des références

Bibliographie

- [1] : Dictionnaire.
- [2] : Duval.c. (1971). *l'eau que sais-je?* presse universitaire de france.
- [3] : ([- <http://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/s1340.aspx>)
- [4] : Desjardins, R. *traitement des eaux*. 2 ème édition revue et enrichie.
- [5] : (lentsch purification et traitement de l'eau. Holding B.V)
- [6] : (ONEMA "Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatique". la qualité de l'eau, les agences de l'eau)
- [7] : (La fabuleuse histoire de paris, étude de traitement de l'eau du barrage DJORF EL TORBA de la wilaya de BECHAR sur sables (université Hassiba Ben Bouali), Casternem 1985)
- [8] : ([- <https://www.lenntech.fr/applications/potable/eau-potable.htm>)
- [9] : (suivi de procédés coagulation floculation au niveau de station de traitement AIN TINN.)
- [10] : (Suivi de procédé Coagulation Floculation au niveau de station de traitement AIN TINN.)
- [11] : (Kettab.A: Traitement des eaux (les eaux potables) OPV. Alger 1992)
- [12] : (Dègrèment: mémoire technique de l'eau? Edition: technique et documentation, 1984.)
- [13] : (Etude comparatives des caractériqtiques physico-chimique et microbiologique des eaux souterraines.)
- [14] : (Nickéline-Graeme Cook-T.Paget-R.Killintion; l'essentiel en microbiologie.)
- [15] : (Rodier.J et all, analyse de l'eau, 8ème édition; Dunod, Paris.)

Annexes

Norme Algérienne de potabilité des eaux de consommation.

1^{ère} édition 1992 -08 -20 ,Normes Algérienne NA 6360 , journal officiel

Paramètres	Unité	Niveau de guide	Concentration max a admissibles
Odeur	Seuil de perception à 25°C	0	4
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	0	4
Couleur	Mg/L échelle Pt		25
Turbidité	NTU		5
PH		6,5-8,5	
Conductivité	4 S/cm à 20 °C.		2800
Résidu Sec	Mg/L après séchage a 105°C		2000
Dureté Totale	Mg/L CaCO_3	100	500
Calcium	Mg/L	75	200
Magnésium	Mg/L		150
Sodium	Mg/L		200
Potassium	Mg/L		20
Sulfates	Mg/L	200	400
chlorures	Mg/L	200	500
Nitrates	Mg/L		50
Nitrites	Mg/L		0,1
Ammonium	Mg/L	0 ,05	0,5
Phosphate	Mg/L		0 ,5
Oxydabilité (KMNO_4).	Mg/L		3
Oxygène dissous	Mg/L	5	8
Aluminium	Mg/L		0,2

Facteur indésirable ou toxiques

Paramètres	Unité	Guide	Concentration Max admissible
-Argent	Mg/L		0,05
-Arsenic	Mg/L		0,05
-Baryum	Mg /L		1
-Cadmium	Mg/L		0,01
-Cyanure	Mg/L		0,05
-Chrome	Mg/L		0,05
-Cuivre	Mg/L	0.05	1,5
-Fer	Mg/L		0,3
-Fluore	Mg/L	0.3	2
-Manganèse	Mg/L		0,5
-Mercure	Mg/L		0,001
-Plomb	Mg/L		0,05
-Hydrogène sulfuré	Mg /L		
	Mg/L		0,02
-Selenium	Mg/L		0,01
-Zinc	Mg/L		5
Hydrocarbures polycycliques aromatique (H.P.C)	Ug/L		0 ,2
Par substance individualisée	Ug/L		0,1
Détergent	Mg/L		0,2
Phénol	Ug/L		2
Phénol	Ug/L		20
Hydrocarbures dissous ou en émulsions Huile minérale	Mg/L		10

Facteurs bactériologiques

Paramètre	Unité	Facteur guide	Concentration max. admissible
Coliformes fécaux	Nbre/ml		0
Coliformes totaux	Nbre/100ml		0
Streptocoques Fécaux	Nbre/100ml		0
Clostridium Sulfito-reducteurs	Nbre /20ml		0

SOLUTIONS DE NETTOYAGE DE LA VERRERIE

MELANGE CHLORO-NITRIQUE :

Trois (03) volumes de HCL concentré + un(01) volume de HNO₃ concentré. Solution préparée extemporanément sous hotte.

Résumé

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation.

L'objectif principal de cette présente étude était de vérifier la qualité de l'eau traitée par la station de potabilisation du barrage Tilesdit par procéder une analyse physico-chimique et bactériologique au sein du laboratoire de la station.

L'échantillonnage de l'eau a été prélevé mensuellement durant une période de quatre mois de mars 2019 jusqu'à juin 2019. Les résultats obtenus ont permis de conclure que le pH de ces eaux est neutre, la conductivité électrique traduit une minéralisation faible, une eau qui ne présente aucun trouble particulier. Cependant, les teneurs en azote ammoniacal ainsi que les nitrites et la matière organique traduisent un niveau de pollution très réduit.

Enfin, notre étude a révélé que l'eau traitée est de qualité physico-chimique et bactériologique bonne et acceptable car les résultats sont conformes aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS pour les eaux de consommation. Cette qualité, est due à l'efficacité de traitement.

Les mots clés : eau, qualité de l'eau, consommation, traitement.

ملخص

الماء هو العنصر الأساسي للحياة و من الثروات اللازمة لجميع النشاطات البشرية وهو تراث الأمة. و كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو التحقق من نوعية المياه المعالجة بواسطة محطة معالجة المياه لسد تيلسدبت من خلال إجراء تحاليل فيزيائية كيميائية و بكتيريولوجية داخل مخبر المحطة.

تم جمع عينة الدراسة شهريا لمدة أربعة أشهر من مارس 2019 إلى جوان 2019. و النتائج التي تحصلنا عليها تمكننا من القول أن درجة حموضة هذه المياه محايدة و التوصل الكهربائي يعكس تمعدن ضعيفة و أنها لا تعكس أي شوائب معينة. بالإضافة إلى أن مستويات النيتروجين الامونيوم و النيتريت و المواد العضوية تعكس مستوى منخفض جدا من التلوث.

أخيرا, وجدت دراستنا أن المياه المعالجة هي ذات جودة فيزيائية كيميائية و بكتيريولوجية جيدة و مقبولة لان هذه النتائج تتفق مع المعايير الجزائرية و توصيات منظمة الصحة العالمية لمياه الاستهلاك. هذه النوعية هي نتاج المعالجة الفعالة.

الكلمات المفتاحية: الماء, نوعية المياه, الاستهلاك, المعالجة.