

Faculté des Sciences Exactes et d'Informatique

Département de Chimie.

Filière : Chimie appliquée.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Chimie.

Option : Chimie appliquée.

Présenté par :

**CHERRATI HALIMA
MEHIDI OUIZA**

THEME :

**Etude comparative entre différentes eaux (une eau minéral,
une eau de puit une eau de barrage et une eau dessalement)**

Soutenu le : 03/07/2022

Devant le jury composé de :

Président : Mr A. BELOUATEK	Pr	Université de Mostaganem
Examinatrice : Mme A. BELAYACHI	M.C.A	Université de Mostaganem
Encadrant : Mr C.TABTI	M.C.A	Université de Mostaganem
CO-Encadrant : Mr Benguendouz .A	M.C.B	Université de Mostaganem

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

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

Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadrant **M.TABTI Charef** et **M. BENGANDOUZ Abdenour**, qui ont confiance en nous et ils nous ont permis de travailler sur un sujet de Mémoire, et qu'ils ont mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Nous remercions à tous les enseignants du département de chimie.

Nous adressons nos sincères remerciements à **Monsieur BENDBIZA MOHAMED** pour la confiance et l'aide qu'il nous a accordée, ainsi que Madame **NOURA** et Madame **Khitem** et toute l'équipe du laboratoire d'ADE de Mostaganem pour l'accueil cordial et pour l'attention avec laquelle ils ont soutenu notre travail. Nous n'aurions pas pu réaliser les expérimentations sans leur aide.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

DEDICACE

***Je dédie ce modeste travail au deux être le plus chers
au monde mes parents ,***

***A mon père ,pour son patient avec moi et son
encouragement .***

A ma source de bonheur ma mère.

***A mes très chers frères et mes
sœurs(AICHA ,ROKAYA ,IMENE ,DOUAA et ma belle
cousine FATIMA),et a toutes ma familles ,ainsi que
pour toutes mes amis qui proches à moi .***

***A toutes mes professeurs .A toutes la promotion 2022
de chimie appliquée . je leur souhaite une bonne
réussite.***

LOUIZA

DÉDICACE

Ce travail est dédié à

- **Mes très chers parents qui se sont sacrifiés pour ma réussite : qu'Allah le tout – puissant me le garde**
- **La mémoire de mon grand père MNAWER que dieu lui fasse miséricorde et Ma grand-mère NOUNI**
- **La mémoire de Ma mère MALIKA et Mon père Amhamed**
- **Ma fille IKHKASS**
- **Mon neveu DJAWED et Ma nièce TAKWA**
- **Mes chers sœurs Fatima Racha et Saadia**
- **A mes frères MOHAMED ADEL ISMAIL et BILAL**
- **A mon très cher ami OUSSAMA**
- **Mes belle copines IMEN et CHAHINEZ**
- **Mon oncle BOUABDALLH et son épouse BAKHTA et leur filles**
- **Toute ma famille**
- **Tous mes amis ainsi qu'à l'ensemble de mes camarades de promotion**
- **Et à tous ceux qui m'ont apporté un soutien moral ou matériel**

HAYAT

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des eaux

NTU : Néphélobimétrie Turbidité Unit.

PET: Polyéthylène téréphtalate.

PH : Potentiel Hydrogène.

SO₄ : Sulfate.

TA: Titre Alcalimétrique Simple.

TAC: Titre Alcalimétrique Complète.

TH: Titre Hydrotimétrique.

THCa⁺²: Titre calcique.

THMg²⁺: Titre magnésienne.

UV-VIS: Ultraviolet –Visible.

ml: Millilitre.

mmol/L:Mimoule par litre.

nm : Nanomètre.

Mg: Magnésium.

Mn : Manganèse.

NET: Noir ériochrome Toluène.

N: Normalité.

NO₃ : Nitrate.

NO₂ : Nitrite.

NaOH:Hydroxyde de sodium.

HCl : Acide chlorhydrique.

ISO : International standardisation Organisation.

K : Potassium.

K₂CRO₄ : bichromate de potassium.

Mg/l : Milligramme par litre.

μS/cm : Micro Siemens par centimètre.

°C : Degré Celsius.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.

°F : Degré français.

g: Gramme.

Liste des abréviations

H₂SO₄: Acide sulfurique.

NH₄Cl: Chlorure d'ammonium.

AgNO₃: Nitrate d'argent

Na Cl: Chlorure de sodium.

H₂O: L'eau.

S/Cm: Siemens par centimètre.

CO₃²⁻: ion carbonates.

OH⁻: ion Hydroxyde.

H₃O⁺: ion hydronium.

Ca²⁺: ion de calcium.

Na⁺: ion de sodium.

K⁺: ion potassium.

Cl⁻: ion chlorure.

Mg²⁺: ion magnésium.

RS: résidu sec

UFC : Unité Forme Colonie

List des figures

- **Figure 1** : Molécule d'eau.
- **Figure 2** : Cycle externe de l'eau.
- **Figure 3** : Les trois états de l'eau.
- **Figure 4** : images représente une eau
- **Figure 5** : images représente barrage kramiss
- **Figure 6** : Appareil de multi-paramètres wtw
- **Figure 7** : Turbidimètre hach
- **Figure 8** : Changement de couleur de l'échantillon pendant l'étalonnage
- **Figure 9** : Changement de couleur de l'échantillon pendant l'étalonnage
- **Figure 10** : Changement de couleur de l'échantillon pendant le titrage
- **Figure 11** : Spectromètre de flamme Jenway.
- **Figure 12** : Séchage des solutions sur une plaque chauffante
- **Figure 13** : Spectrophotomètre UV-VIS DR6000 hach
- **Figure14**: Conductivité électrique des différentes eaux étudiées
- **Figure15**: Titre Hydrométrique (TH) des différentes eaux étudiées
- **Figure16**: les chlorures des différentes eaux étudiées
- **Figure17**: Nitrate des différentes eaux étudiées
- **Figure18**:Sulfate des différentes eaux étudiées
- **Figure19**:Sodium des différentes eaux étudiées
- **Figure20**:TDS différentes eaux étudiées
- **Figure21**:Résidu sec différentes eaux étudiées
- **Figure22**:Matière organique différentes eaux étudiées

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : classification des eaux selon la conductivité

Tableau 02 : Les normes algériennes pour la potabilité d'eau

Tableau 02 : Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau 04 : Résultats des paramètres bactériologiques

SMMAIRE

Introduction général.....	1
Chapitre I- Généralités sur l'eau	
I.1.Définition de l'eau	2
I.2.La molécule de l'eau	3
I.3.Cycle de l'eau	4
I.4.Les propriétés physico-chimiques.....	5
I.4.1 La conductivité	5
I.4.2.Potentiel hydrogène	5
I.4.3.La température.....	5
I.5.Changement d'état de l'eau.....	6
I.5.1 État solide.....	6
I.5.2État gazeux.....	6
I.5.3.État liquide.....	6
I.6.Différents types d'eau.....	7
I.6.1. Eaux souterraines.....	7
I.6.2. Eaux de surfaces.....	7
I.6.3. Les nappe.....	7
I.6.4 eaux brute.....	7
I.6.5eaux traité.....	7
I.6.6.eaux dessalement.....	7
I.6.7.l'eau de puits	7
I.6.8- a)eaux minérale.....	7
I.6.8-b) Critères de l'eau minérale.....	7
I.7. représentation de la station traitement de l'eau potable de kramis.....	8
I.8.La pollution de l'eau.....	9
I.9. les normes de qualités des eaux.....	10

Chapitre II- les qualités des eaux

II.1.les analyses des eaux	11
II.1.1.Paramètres organoleptiques	12
II.1.1.2.Couleur.....	12
II.1.1.3.Odeur.....	12
II.1.1.4.Gout et Saveur.....	12
II.2.1. Les paramètres physico-chimique.....	13

Sommaire

II.2.1.L'analyses potentiométrique	13
II.2.2.La température	13
II.2.3.La conductivité	13
II.2.4.La turbidité	13
II.2.5. Résidu sec	13
II.2.6.Matière organique dissoutes	13
II.3.Les analyses volumétriques	14
II.3.1. La dureté	14
II.3.2.L'alcalinité (TA).....	14
II.3.3.Sels Minéraux dissous	14
II.3.3.1.Cations	15
Ions calcium Ca^{2+}	15
Ions magnésium Mg^{2+}	15
Ions de sodium Na^{2+}	15
Ions potassium K^{2+}	15
Ions de fer Fe^{2*}	15
Ions ammonium NH^{4+}	15
Manganèse Mn^2	15
II.3.3.2.Anions.....	16
Ions carbonates et bicarbonates	16
Ions de chlorures Cl^-	16
Ions de sulfates So	16
Ions phosphate Po_4^3	16
Ions Nitrite	16
Ions Nitrates	16
II.4. les paramètres bactériologiques.....	17
II.4.1.Les Germes totaux.....	17
II.4.2.Coliformes totaux	17
II.4.3.Coliformes fécaux	17
II.4.4.Escherichia coli.....	17
II.4.5.Streptocoque fécaux	17

Chapitre III-matériels et méthodes

III.1.Présentation du lieu de travail.....	18
III.1.1. de l'algérienne de l'eau (l'ADE).....	19
III.1.2.Mission principales de l'ADE.....	19
III.1.3.Les objectif de l'ADE.....	20
III.1.4.Type de contrôle effectué par le laboratoire.....	21
III.2.Echantillonnage.....	22
III.3.Mode des prélèvements.....	23
III.4.Les analyses physico-chimiques.....	24
III.4.1.Méthode Potentiométrique	24
III.4.1.1.Mesure du PH	24
III.4.1.2.Mesure de la conductivité électrique.....	24
III.4.2. Méthode néphélométrique.....	25
III.4.2.1.Mesure de la turbidité	25
III.4.3.Méthode volumétrique.....	26
III.4.3.1.Titre hydrotimétrique (TH).....	26
III.4.3.2.Détermination de la dureté magnésienne (TH Mg^{+2}).....	26

III.4.3.3. Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA).....	26
III.4.3.4. Dosages des chlorures.....	26
III.4.4. Méthodes spectrophotométriques.....	27
III.4.4.1. Dosage du sodium et du potassium par spectrométrie de flamme.....	27
III.4.4.2. Spectrophotomètre UV-Visible.....	27
III.4.4.2.1. Dosage de nitrate (NO ₃ ⁻).....	27
III.4.4.2.2. Dosage des sulfates (SO ₄ ⁻²).....	27
III.4.4.2.3. Dosage de nitrite (NO ₂ ⁻).....	27
III.4.5. Résidu sec.....	28
III.4.6. Dosage de l'hydrogénocarbonate(HCO ₃).....	29
III.4.7. Détermination le Dosage de carbonate de calcium (CaCo ₃)	30
III.5. Analyses bactériologiques.....	31
III.5.1. Méthode de dénombrement par filtration sur membranes.....	31
III.5.2. Recherche des coliformes totaux et streptocoques totaux.....	31

Chapitre IV- Résultat et discussion

• Résultat des analyses physico-chimique.....	32
IV .1- Le PH.....	32
IV.2-La Température	32
IV .3-Conductivité Electrique.....	32
IV .4-La Turbidité.....	32
IV .5-Titre Hydrométrique (TH).....	33
IV .6-Titre Alcalimétrique Complet(TAC).....	33
IV .7- Titre Alcalimétrique Simple(TA).....	33
IV .8-Les Chlorures	36
IV .9-Ammonium.....	36
IV .10-Nitrites.....	37
IV .11-Nitrates.....	37
IV .12-Le Fer.....	38
IV .13-Le Sulfate	39
IV .14-Potassium.....	40
IV .15-Sodium.....	41
IV. 16-TDS.....	42
IV .17-Résidu Sec.....	43
• Résultat des analyses microbiologiques	44
Conclusion	45

Référence Bibliographie

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous nourrit. Elle constitue un des éléments familiers de notre vie quotidienne [1].

L'un des quatre éléments qu'Aristote définit avec le feu, l'air et la terre pour décrire l'univers, l'eau détermine en grande partie les paysages et les climats de notre globe. Elle est souvent synonyme de vie ou de mort car elle est une composante essentielle de la structure et du métabolisme de tous les êtres vivants [1].

De plus, l'eau demeure essentielle à l'homme puisqu'elle est indispensable pour la survie et le développement des sociétés modernes [1].

L'eau est un composé chimique présentant des propriétés d'oxydation ainsi que des propriétés de réduction. Elle est présente à la surface de la terre en raison du phénomène du cycle de l'eau provenant essentiellement des pluies et de la neige. Il existe aussi l'eau souterraine considérée comme source de réserve et peut être décrite comme stratégique.

Récemment, l'humanité a été témoin d'une grave pénurie d'eau potable en raison de l'énorme explosion démographique de la population, qui a entraîné la propagation du phénomène de pollution dont les sources sont de nature industrielle, agricole et autres, provoquant une modification de la composition chimique des éléments constitutifs de l'eau, qui à son tour a dépassé les limites des normes tolérées.

Par conséquent, nous avons décidé d'élargir notre cercle de connaissance et d'approfondir les étapes les plus importantes à travers lesquelles l'eau passe par le traitement et l'analyse. Pour ce faire, nous nous sommes engagés de faire une étude scientifique qui rentre dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'étude. Notre expérimentation a ciblé des échantillons d'eau prélevés dans la wilaya de Mostaganem.

L'objectif de notre travail est de réaliser une étude comparative entre différentes eaux, à savoir une eau minérale (lala Khadija), une eau de puits, une eau de barrage (brute, traitée) et une eau de dessalement. Ces dernières ont fait l'objet de plusieurs analyses physico-chimiques d'une part et de l'analyse microbiologique d'autre part dont l'objectif

Introduction Générale

était de mettre en relief leurs qualités et leur degré d'acceptabilité pour la consommation dans la wilaya de Mostaganem.

Notre travail est structuré en deux parties :

1/ Une synthèse bibliographique dans laquelle nous avons abordé le volet théorique relatif à l'eau.

2/ Une partie expérimentale dans laquelle nous avons effectué :

- Plusieurs manipulations (physico-chimiques et microbiologiques),
- Présentation des résultats et leurs discussions
- Et enfin, nous avons terminé notre travail de recherche par une conclusion et des recommandations.

Chapitre 01

Généralités

sur l'eau

I.1.Définition de l'eau

L'eau est banale, incolore et sans saveur. De valeur nutritive à peu près nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. Son point de congélation est de 0°C et son point d'ébullition est de 100°C à la pression atmosphérique normale [2].

L'eau est assez conductrice et un bon solvant des molécules chargées électriquement. Par contre, elle solubilise mal les composés non chargés électriquement comme les graisses et les hydrocarbures [3].

La molécule de l'eau

De formule H₂O et de masse molaire moléculaire 18 g/mol, l'eau est constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène [4].

La figure 1 illustre la molécule d'eau et ses charges électriques partielles résultant de sa polarité.

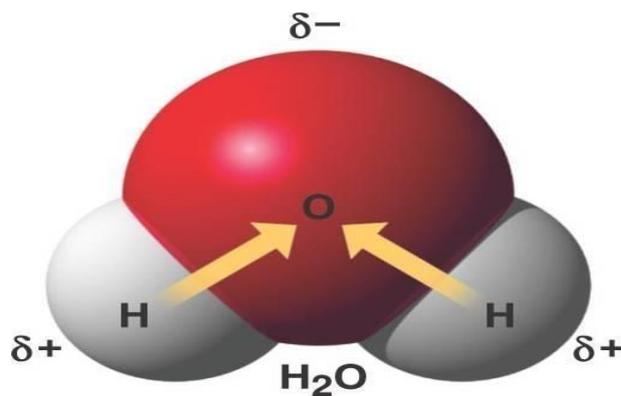


Figure 1. La Molécule d'eau

Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est avant tout favorisé par le rayonnement solaire. De manière qualitative, on peut le décrire de la manière suivante : L'eau s'évapore dans l'atmosphère à partir des eaux de surface (par exemple les lacs), mais aussi à partir du sol et des plantes, elle est alors transportée sous forme des nuages. Elle retourne ensuite vers la terre à partir des nuages sous forme de précipitation, soit elle atteint la surface des lacs ou des mers, soit elle atteint la nappe phréatique à travers le sol [5].

.La figure 02 en illustre le cycle.

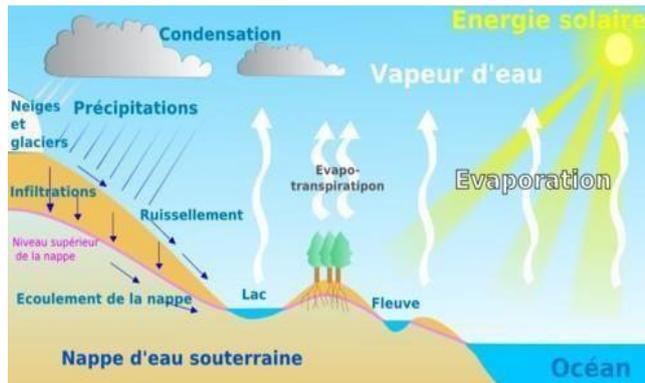


Figure 2. Cycle externe de l'eau [site 1].

Les propriétés physico-chimiques

I.4.1. La conductivité

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la résistance qu'elle oppose au passage d'un courant électrique. Cette résistance peut s'exprimer de deux manières : la résistivité ou son inverse, la conductivité.

La conductivité est proportionnelle au degré de minéralisation et varie en fonction de la température [6].

Potentiel hydrogène

Le pH est le paramètre essentiel pour qualifier l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Il est en fonction de la quantité d'acide ou de base présente dans la solution et du degré de dissociation de l'acide ou de la base, ce qui traduit l'activité des ions H_3O^+ ou OH^- dans le milieu aqueux. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4,5 à 8,3 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés [7].

La 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 et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profonde [8].

Changement d'état de l'eau

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

État solide : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.

État gazeux : caractérisé par une absence de forme et de limite physique. Il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.

I.5.3.État liquide : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires [9].

La figure 3 schématise les changements d'état de l'eau.

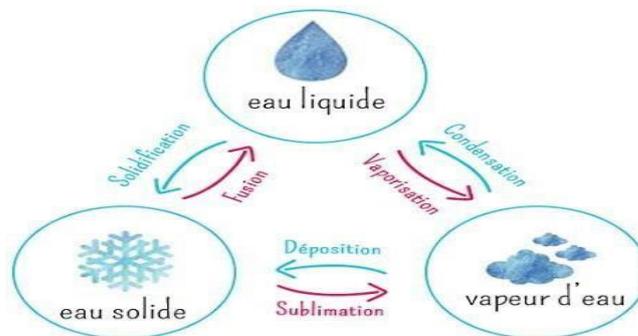


Figure 3. Les trois états de l'eau [site2]

Différents types d'eau :

Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Dans plusieurs pays, c'est pratiquement la seule source d'approvisionnement.

Quand l'eau de pluie tombe sur le sol, elle peut ou non y pénétrer. Suivant la nature du sol, l'eau s'infiltre ou ne s'infiltre pas dans les nappes souterraines [10].

Les eaux souterraines sont contenues dans les pores des sédiments ou des roches, sont habituellement à l'abri des sources de pollution [11]. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable [12]. Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit elle-même satisfaire à des normes de qualité physico-chimique et biologique avec un traitement adapté aux paramètres de qualité à corriger [13].

Les eaux souterraines contribuent à l'alimentation des sources et des cours d'eau. Elles sont exploitées pour la consommation humaine (eau potable), l'agriculture (irrigation) et l'industrie (eau industrielle) [Site3].



Figure 4. Image représentes une Eaux souterraines

Eaux de surfaces

Par opposition aux eaux souterraines, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou Proche de la surface du sol. Dans une zone donnée, il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des océans, des lacs et des eaux de ruissellement qui s'y trouvent. Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone | [14].

1.6.3. les nappes

L'aquifère ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisables comme source d'eau.

Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine par son épaisseur et son étendue [15].

1.6.4 .eaux brute (kramiss)

Des qualités des eaux brute (ressource en eau avant tout traitement de potabilisation) les eaux brutes sont classé en trois catégories ; selon l'intensité du procédés [16] .

eaux traité (kramiss)

L'eau traitée est obtenue par divers procédés : distillation, microfiltration, dés ionisation, ozonation, osmose inverse, etc.

Généralement, la teneur en sels minéraux de l'eau traitée varie de 10 à 500 milligrammes par litre.

L'eau traitée peut ensuite être reminéralisée pour lui donner la teneur désirée en minéraux. [17].

eaux dessalement (sonakter) :

Le dessalage ou désalinisation est un processus qui permet d'obtenir de l'eau douce (potable ou ; plus rarement en raison du coût, utilisable pour l'irrigation) à partir d'une eau saumâtre ou salée (eau de mer notamment). En dépit du nom, il s'agit rarement de retirer les sels de l'eau, mais plutôt, à l'inverse, d'extraire de l'eau douce [18].

l'eau de puits (sidi felag)

Dans certains secteurs, il existe des puits carpatant des eaux souterraines en général peu profondes.

Lorsque l'on possède un puits dans son jardin, il faut éviter de l'utiliser à des fins alimentaires car

Des pollutions sont toujours possibles. Elle peut en revanche être utilisée pour arroser le jardin,

Remplir la piscine etc.....

Cependant, des précautions doivent être prises afin d'éviter toute contamination du réseau public

Prades retours d'eau du puits. Pour cela, une séparation physique stricte des réseaux est nécessaire.

Il est possible de connaître la qualité de l'eau de son puits en la faisant analyser [19].

I.6.8- a) eaux minérale

L'eau minérale, elles sont de source ayant des propriétés particulières :

Elles ont des teneurs en minérale et on oligo-élément qui peuvent leur donner des virus thérapeutiques. Comme les eaux de source, elles ne peuvent être traitées. Elle est d'origine profonde et de composition physico-chimique constante dans le temps, et satisfait à des exigences

Microbiologiques plus strictes que les autres eaux destinées à la consommation humaine.

I.6.8-b) Critères de l'eau minérale

L'eau minérale naturelle doit se distinguer par sa provenance géologique particulière par la nature et la quantité de ces composants minéraux, par sa pureté originelle, ainsi que par une composition et une température constantes dans les limites des vari

Actions naturelles. Ces caractéristiques doivent avoir été vérifiées par des procédés scientifiques reconnus, selon des critères :

- * Géologiques et hydrogéologiques
- * Physiques, chimiques et physico-chimiques
- * Microbiologiques.

Les analyses microbiologiques doivent être effectuées au moins une fois par mois pendant au moins une année.

Les résultats de ces analyses doivent être communiqués aux autorités nationales

[21].

représentation de la station traitement de l'eau potable de kramis

Le barrage de kramis est alimenté en eau potable la région Mostaganem dite « Dahra », qui regroupe une

Population très nombreuse. Le barrage de kramis a une production moyenne de la station de traitement 130000 à 150000 m³/km. [22].

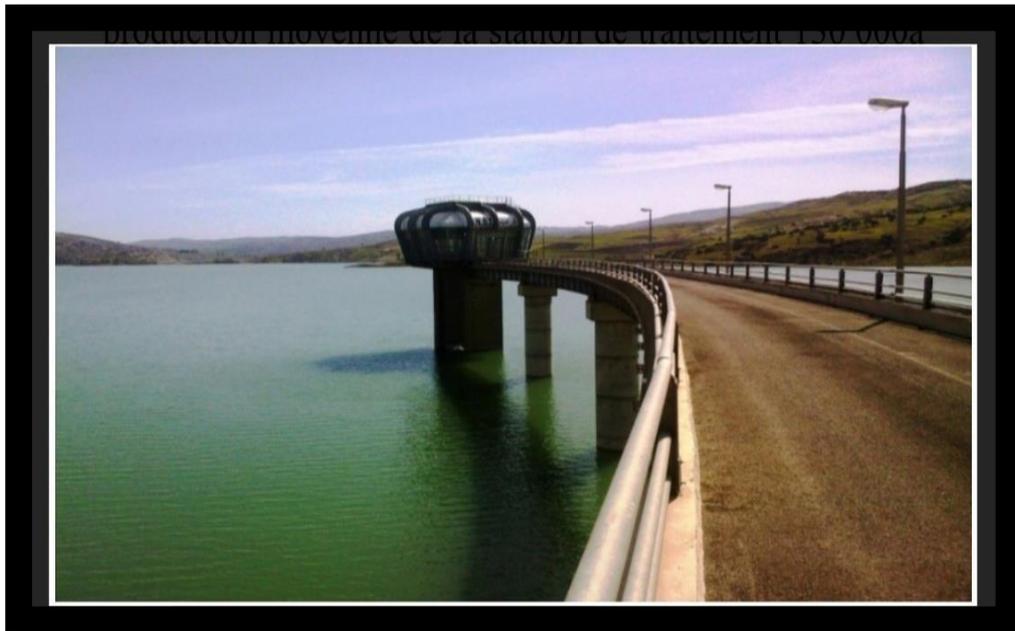


Figure 5. barrage Kramiss

La pollution de l'eau

Avec le développement industriel, les problèmes de pollution de l'eau ont pris un tour d'abord régional puis continental et désormais, maintenant, il est mondial. Une grande

majeure partie de cette eau retourne à la nature, polluée car chargée de déchets, de produits chimiques et de métaux lourds. Plus de 85% de l'eau consommée par l'industrie sont retournés à la nature sous forme d'eau usée [23].

Des évaluations récentes ont permis de rapporter que les principaux polluants de l'eau sont les effluents d'égout, les nutriments, les métaux toxiques rejetés par les industries en activité et surtout les installations minières abandonnées ainsi que les produits chimiques utilisés dans l'industrie et en agriculture [24].

les normes de qualités des eaux

Une eau de consommation ne doit pas contenir de germes maladies à transport hydrique,

De substance toxique ni de quantité de excessive matières minérales et organique .elle doit par ailleurs, être limpide, incolore et ne posséder aucun gout ou odeur désagréable.en outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'élément minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique [25].

Chapitre 02

Qualité des

eaux

II .1 . Les Analyses des eaux

Une analyse d'eau est divisée en différents groupes de paramètres. Chaque groupe est composé d'indicateurs visant à garantir le maintien de la qualité générale de l'eau .

II. 1.1. Paramètres organoleptiques

Les facteurs organoleptiques(couleur ,saveur ,turbidité et odeur) constituent souvent

Les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé([26]

II .1.1.2 Couleur

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances

En solution .Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux faible turbidité([8].

Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/1 de platine cobalt [27].

Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition.

L'odeur peut être définie comme :

- 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 [8]

Gout et saveur

- Le gout peut être défini comme l'ensemble des sensation gustative ,olfactive et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche.
- La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensation perçue à la suite de la stimulation par certaine substance soluble des bourgeons gustatif [8]

II.2.1.Lesparamètres physico-chimiques

II.2.1.L'analysepotentiométrique

Le ph correspond à la concentration d'ions hydrogène. Il mesure l'acidité et la basicité d'une eau. Une eau acide est agressive : son pH est inférieur au pH d'équilibre. Elle corrode les parties métalliques des canalisations de distribution.

Une eau basique ou alcaline : son pH est supérieur au pH d'équilibre. Elle diminue l'efficacité de la désinfection au chlore

I.I.2.2 La 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 et des gaz, dans la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique et dans la diminution du pH.

La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 et distantes l'une de l'autre de 1 cm [28].

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi ,plus l'eau contient des ions comme la calcium (Ca^{2+}),le magnésium (Mg^{2+}),le sodium (Na^+),le potassium (K^+),le bicarbonates (HCO_3),les sulfates (So_4^{2-})et les chlorures (Cl^-),plus elle est capable de conduire un courants électrique et plus la conductivité mesurée est élevée [29].

Son unité exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Le tableau suivante représente la conductivité du l'eau minérale :

Tableaux I.6 :Classification des eaux selon la conductivité [08].

Type d'eaux	Conductivité($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Résistivité($\Omega.\text{m}$)
-------------	---	----------------------------------

Eau pure	<23	>30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

La turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa Transparence, elle donne une idée de la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice matière organiques, limons...), elle parfois d'important dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU.

NTU: Unité de Turbidité Néphélométrique

Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (Rodier,2005).Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son gout plat et insipide[30].

Matières organiques dissoutes

Dans les eaux naturelles ,elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer les acides humique ,les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone ,Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total ([31].

On distingue deux origines de ces matières :les matières organiques acide d'origines animales et les matières organiques basiques d'origines végétales(Codex Stan et Coin,1981)

Elles constituent une source nutritive essentielles pour la prolifération bactérienne .Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le gout et l'odeur [32].

Les analyses volumétriques

La dureté

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) d'une eau est une grandeur reliée à la somme des cations alcalino-terreux présent dans une eau, c'est le cas des ions calcium et magnésium.

On distingue:

La dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH), qui est la somme des concentrations calcique et magnésium.

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

La dureté calcique qui correspond à la teneur globale en sels de calcium.

La dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium.

l'alcalinité (TA)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC).

Le titre alcalimétrique complet (TAC) permet de connaître la teneur complète de carbonates, bicarbonate, et des hydroxydes contenus dans l'eau

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

Sels Minéraux dissous

Cations

➤ Ions calcium :Ca⁺²

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement ré pondu dans la nature et en particulier dans les roche calcaire sous forme de carbonates .Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau ,le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables .

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 Kg de calcium essentiellement dans les squelette [02].

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à140 mg /L de calcium [8]Ions magnésium :Mg⁺²

Eléments indispensables à la vie ,jouant un rôle important dans la respiration ,leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes ,argiles)ou industrielle (brasserie) .la dureté magnésium de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale.. [33].

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium[34].

➤ Ions de sodium :Na⁺²

Le Sodium est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre. Il provient des formations géologiques contenant du chlorure de sodium

et de la décomposition des sels minéraux, et le deuxième élément le plus abondant dissous dans l'eau de mer [35].

Les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable [35].

➤ Ions de potassium : K^+

Il est moins abondant que le sodium, il est rarement présent à des teneurs supérieures à 20 mg/l dans les eaux naturelles [35].

➤ Ions de fer : Fe^{+2}

Le fer est l'un des métaux le plus abondants dans la croûte terrestre. Il se trouve dans l'eau douce naturelle à des niveaux allant de 0,5 à 50mg/l. Le fer peut également être présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau. Le fer présent dans l'eau potable est un élément essentiel dans la nutrition humaine [36].

Ions ammonium : NH^+4

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe [41].

➤ Manganèse : Mn^{+2}

C'est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc. dans les eaux de surface, le manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitement classiques de clarification [37].

Anions

➤ Ions Carbonates et Bicarbonates

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de plupart des eaux courantes.

Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO_2 à partir

Des minéraux contenant des carbonates [8].

Ions chlorures : Cl^-

L'eau contient des chlorures mais en proportion très variable. Ainsi les eaux provenant des régions granitiques sont pauvres en chlorures alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage : d'ailleurs, la teneur en chlorure augmente généralement avec le degré de minéralisation.

➤ Ions sulfates : SO_4^{2-}

Les eaux naturelles contiennent des sulfates en proportions variables. Elles résultent de légère solubilité de sulfate de calcium (CaSO_4), des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures métalliques (fer, cuivre [35].

➤ Ions phosphates : PO_4^{3-}

Les phosphates peuvent être d'origine organique ou minérale, le plus souvent, leur teneur dans les eaux naturelles résulte de leur utilisation en agriculture, de leur emploi comme additifs dans les détergents et comme agents de traitement des eaux de chaudières. Leur présence dans les eaux de certains puits, à la campagne, indique la proximité de fumiers, de fosses septiques ou la possibilité d'infiltration d'eaux de ruissellement agricoles, riches en engrais [38].

➤ Ions Nitrite

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant. Une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte (Analyses physico-chimiques des eaux, lazere.fr.).

➤ Ions Nitrates

Les composés carbonés : il existe différents indicateurs de pollution organique. Les composés carbonés peuvent avoir différentes origines liées aux activités humaines, industrielles, agricoles ainsi qu'aux activités naturelles (Analyses physico-chimiques des eaux, lazere.fr.).

Ils sont rarement présents dans l'eau de consommation. On les trouve dans les eaux naturelles puisque sont le résultat normal de l'oxydation de l'azote organique (M. Tardat-Henry, <<Chimie des eaux >>, 1ère édition griffon d'argile INC, Paris, (1984) [38].

les Paramètres bactériologique

L'eau ne doit contenir ni parasite, ni virus, ni bactérie pathogène. Le contrôle de la qualité microbiologique de l'eau repose essentiellement sur la recherche des germes que l'on

trouve dans l'intestin de l'homme et des mammifères (coliformes, streptocoque). Leur présence dans l'eau peut être le signe de la contamination d'origine fécale et donc peut laisser croire la présence d'autres germes susceptibles de provoquer des maladies (cholera, typhoïde ...). Les normes en vigueur exigent l'absence totale de ces germes (OMS ; 1998)

La qualité physico-chimique doit être complétée par la qualité microbiologique, les analyses microbiologiques de l'eau sont faites selon le type de l'eau analysé (l'eau brute ou l'eau traité), ([39]).

les germes totaux

Microorganismes revivifia blés : toute bactérie aérobies ,levure

Ou moisissure ,capable de former de colonies dans les condition d'essai décrites dans la normes . le dénombrement les germes revivifia blés ,nommes également mésophiles aérobies en fonction de leur condition de développement est utilisé comme indicateur de pollution ,soi dans les milieux naturel de très bon qualité microbiologiques pour contrôler une possibles contamination bactéries .ce sont essentiel des deux souterraines de nappes profondes qui seront ainsi contrôlées ,soi dans les réseaux :une augmentation de la concentration bactérienne après la station de traitement peut être le signe d'une multiplication bactérienne dans les réseaux ou d'une intrusion de bactéries à l'intérieur de celui -ici [39].

coliformes totaux

Les coliformes fécaux, ou thermo tolérants, est considéré. Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5°C. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie *Escherichia coli* (E. Coli) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre [40].

coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou thermo tolérants, est considéré. Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5°C. Ces

coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie *Escherichia coli* (*E. Coli*) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre [40]

Historiquement, les coliformes fécaux ont beaucoup servi d'indicateur bactérien de contamination fécale. Même si *E. coli* a remplacé les coliformes thermorésistants dans un échantillon d'eau représente également un danger immédiat pour la santé publique.

II.4.4 . *Escherichia coli*

E. coli est le principal indicateur utilisé dans l'analyse de qualité de l'eau, depuis plus de 50 ans. Il s'agit d'une bactérie coliforme thermorésistante que l'on trouve essentiellement dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris humain. Une eau hautement polluée par des matières fécales peut avoir des niveaux d'*E. coli* de dizaines de millions de bactéries par litre. La plupart des d'*E. coli* sont inoffensives ; cependant il existe certaines souches (comme o157 :H7) qui sont pathogènes et connue pour provoquer de sévères diarrhées et autres symptômes.

E. coli a des propriétés biochimiques similaires aux autres coliformes et s'en distingue par la présence des enzymes bêta- glucuronidase. Et galactosidase (beta -gal). De nombreuses méthodes d'analyses de l'eau font appel à la présence de cette enzyme beta-glus pour détecter *E. coli* dans des échantillons d'eau. Plus de 95% des *E. coli* testées à ce jour possèdent cette enzyme. Elle est l'un des meilleurs indicateurs de contamination fécales de l'eau de boisson [41].

II.4.5. Streptocoque fécaux

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale. Et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur un caractère fécal de pollution [42]

Tableau N 02- les normes algériennes pour la potabilité

Le tableau suivant représente les normes des paramètres :

Les paramètres admissibles	Unité	Norme
Chlorure	mg/l	500
Sulfate	mg/l	400
Paramètre physique	Unité	Norme
Manganèse	mg/l	150
PH		6.5-8.5
Calcium	mg/l	200
Température	C	25
Sodium	mg/l	200
Conductivité	µs/cm	2800
Potassium	mg/l	12
Turbidité	NTU	5
Matière organique	mg/l	5
Dureté	F° (mg/lCaCO ₃)	500

Les paramètres indésirables	Unité	Normes
Ammonium	mg/l	0.5
Nitrite	mg/l	0.2
Nitrate	mg/l	50
Fer	mg/l	0.3

Chapitre 03

Matériel et

méthode

Les méthodes et matériels

1. Présentation du lieu de travail

Algérienne des eaux (l'ADE)

L'Algérienne des eaux (ADE) est créée le 21 avril 2001 par décret présidentiel N°01-101 et l'unité de Mostaganem a été créée en 2004. L'ADE est une entreprise publique à caractère industriel et commercial. Son rôle consiste en l'exploitation des ressources en eau, le traitement et le contrôle de la qualité de l'eau potable ainsi que sa distribution. Elle est placée sous la tutelle du ministère des ressources en eaux.

Mission principales de l'ADE

La mission principale de l'Algérienne Des Eaux est la production et la distribution de l'eau potable en effectuant les opérations suivantes :

- La maintenance des réseaux de distribution de l'eau ;
- L'introduction de toutes techniques de préservation de l'eau ;
- La lutte contre le gaspillage et les branchements illicites en développant des actions d'information, de formation et de sensibilisation ;
- La réalisation de tous travaux en rapport avec ces activités ;
- Planifier et mettre en œuvre le programme annuel et pluriannuel d'investissement ;
- L'alimentation en eaux potable des ménages, des services, et de l'industrie ;
- Préserver la santé publique en respectant les normes de la qualité de l'eau.

Les objectifs de l'ADE

L'Établissement est chargé, dans le cadre de la politique nationale de développement, d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge de la gestion des services des eaux des communes, des opérations de productions, d'acheminement, de traitement, de stockage, d'adduction, d'approvisionnement en eau potable ainsi que la maintenance et le développement des ouvrages et infrastructures y afférents.

Type de contrôle effectué par le laboratoire

***Le contrôle de la désinfection**

Il consiste à contrôler la teneur en chlore résiduel.

***Le contrôle des physico-chimique**

Les paramètres à évaluer dans les analyses physico-chimique sont présentés dans ce qui suit :

***Paramétrer organoleptiques**

Odeur, saveur et couleur...etc.

***Paramétrés physico-chimique**

La température, le pH, la turbidité, la conductivité, la salinité et la teneur en sel dessous.

Paramétrés Minéralisation globale

Dureté totale, titre alcalimétrique, titre alcalimétrique complet, chlorures, calcium, magnésium et les sulfates.

***Paramétrés de pollution**

Les nitrites, les nitrates et les phosphates.

***Le contrôle bactériologique**

Ce contrôle sert à vérifier la qualité bactériologique de l'eau distribuée par la recherche des germes indicateurs de pollution.

2. Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Mode des prélèvements

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera

donnée. L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimique et bactériologique de l'eau. Étant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur a une connaissance précise pour la qualité des résultats analytiques

Les analyses physico-chimiques

Méthode Potentiométrique :

Mesure du p^H :

La méthode d'essai a pour objet de décrire une méthode électro métrique pour la détermination du pH de l'eau. Le principe est la détermination du pH qui s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une l'électrode de référence (calomel - KCl saturé) plongeant dans une même solution. Cette différence de potentiel est une fonction linéaire du pH de la solution. Selon la Loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

Présent par la relation :

$$E = E^{\circ} + 2,3 \frac{RT}{nF} \log_a H$$

Avec :

E : potentiel mesure

E° : constante dépendant du choix de l'électrode de référence est des solutions internes

R : constant des gaz ($J / ^{\circ}C$)

T : température absolue ($^{\circ}C$)

n : charge l'ion.

F : constante de Faraday (96485 C).

aH : Activité de l'ion dans l'échantillon (H^+)

Mesure de la conductivité électrique :

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre.

- **Mode opératoire (PH+ T+ Conductivité électrique)**

- Nous allumons le multimètre
- Nous prenons environ 50mL d'eau à analyser.
- Nous trempions les électrodes dans le bécher.
- Nous laissons stabiliser un petit moment
- Nous notons le pH, la conductivité et la température



Figure 6 : Appareil de multi-paramètres wtw.

Méthode néphélométrique :

Mesure de la turbidité :

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algues, grain de silice, micro-flocs ...). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin d'éviter l'influence des matières. La figure 6 montre le turbidimètre utilisé.



Figure 7 :Turbidimètre hach

Méthode volumétrique :

Titre hydrotimétrique (TH) :

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau. Le titrage par complexométrie des ions calcium et magnésium se fait avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène diamine tétra étiq (EDTA) « $C_{10}H_{12}N_2O_8Mg$ » à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le Noir Eriochrome T (NET), qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

- **Matériel utilisé :**

La réalisation de notre expérimentation a nécessité le matériels suivant : Éprouvette de 50mL, Erlenmeyer de 250mL, Pipette de 4mL, burette de 50 ml, spatule

- **Réactifs :**

NET, la solution tampon ammoniacal pH 10, Ethylène diamine tétra acétique, EDTA (0,01 mol/L).

- **Mode opératoire :**

- Nous introduisons 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
- Nous ajoutons 4ml de solution tampon.
- Nous ajoutons un peu de poudre de NET. La solution devient rose en préservant l'agitation.
- Nous titrons avec la solution d'EDTA goutte à goutte jusqu'à ce que la solution vire au bleu (la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.).
- Nous notons le volume titré et faire le calcul.

- Expression des résultats :

$$TH = V_s \times 2 (f)$$

- **Détermination de la dureté calcique (TH Ca⁺²) :**

Cette méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage de calcium et magnésium par titrimétrie à l'EDTA. Le titrage des ions calcium se fait avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est lamurexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

- **Matériels :**

Éprouvette de 50 ml, Erlenmeyer de 250mL, Pipette de 2mL, Burette de 50mL, spatule.

- **Réactifs :**

Hydroxyde de sodium, Na OH (2 N), Ethylène diamine tétra acétique, EDTA (0,01 mol/L), Murexide.

- **Mode opératoire :**

- Nous introduisons 50mL d'eau à analyser dans un Erlenmeyer de 250mL.
- Nous ajoutons 2mL de la solution hydroxyde de sodium (2N).
- Nous ajoutons un peu de poudre de Murexide. La solution devient rose foncé en préservant l'agitation.

- Nous titrons avec la solution d'EDTA goutte à goutte jusqu'à ce que la solution vire au violet.
- Nous notons le volume titré et faisons le calcul.



Figure 8 : Changement de couleur de l'échantillon pendant l'étalonnage

- **Expression des résultats :**

$$\text{THCa}^{2+} = V_s \times 2 \text{ (}^\circ\text{f)}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = \text{THCa}^{2+} \times 4,008 \text{ (mg/L)}$$

Où :

V_s : volume de chute de la burette.

$T_{\text{Ca}^{2+}}$: du0reté calcique.

4,008 : masse molaire atomique de calcium/10.

Détermination de la dureté magnésienne (TH Mg²⁺) :

La dureté magnésienne est par définition la concentration en sel de magnésium. Elle se déduit de la relation de la dureté totale qui est égale à la somme des deux duretés calcique et magnésienne.

- **Expression des résultats**

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

$$[\text{Mg}^{2+}] = \text{TH}_{\text{Mg}^{2+}} \times 2,43$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = \text{TH} - \text{TH}_{\text{Ca}^{2+}} \times 2,43 \text{ (mg/L)}$$

Ou :

TH = dureté totale.

THCa²⁺ = dureté calcique

THMg²⁺ = dureté magnésienne

2,43 = masse molaire atomique de magnésium/10

THMg²⁺ : Dureté magnésienne.

Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA) :

L'acidité totale et l'acidité en acides minéraux se mesurent par titrage avec une solution d'acide chlorhydrique en présence d'indicateurs colorés : la phénolphtaléine pour le premier et le méthyle orange pour la seconde.

- **Matériels :**

Éprouvette de 50mL, Erlenmeyer de 250 ml, burette de 50 ml.

- **Réactifs (TAC) :**

Acide sulfurique, H₂SO₄ (0,1N), indicateur de mix.

- **Mode opératoire (TAC):**

- Nous introduisons 50ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250ml.
- Nous ajoutons 3 gouttes de solution d'indicateur de mix à la solution.
- Nous titrons avec la solution d'acide sulfurique (0,1N) jusqu'à obtenir une couleur jaune.
- Nous notons le volume total d'acide sulfurique.



Figure 9 : Changement de couleur de l'échantillon pendant l'étalonnage

- **Expression des résultats(TAC)**

$$\text{TAC} = (\text{V}_2 \times \text{N} \times 1000) \text{ M} / \text{V} (\text{°F})$$

Ou :

M = masse molaire du bicarbonate (HCO_3^-) : 61,0168 g/mol

V₂ = volume de chute de la burette (H_2SO_4)

N = Normalité 0,01 N (H_2SO_4)

V = volume d'échantillon testé

- **Réactifs (TA) :**

Indicateur de phénolphthaléine, acide chlorhydrique, HCl (0,1N).

- **Mode opératoire (TA) :**

- Si le pH \geq 8,30 on calcule le TA
- Nous Introduirons 50mL d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250mL.
- Nous ajoutons 3 gouttes de solution d'indicateur de phénolphthaléine à la solution. Une couleur rose est obtenue.

- Nous titrons avec la solution d'acide chlorhydrique (0,1N). Jusqu'à la disparition de la couleur rose.
- Nous notons le volume total d'acide chlorhydrique.

- **Expression des résultats**

$$TA = (V1 \times N \times 1000) * M / V \text{ (}^\circ\text{F)}$$

Ou :

M = masse molaire du carbonate de calcium (CaCO_3) : 100 g/mol.

V1 = volume de chute de la burette (H_2SO_4).

N = Normalité 0,01 N (H_2SO_4).

V = volume d'échantillon testé

Dosages des chlorures

Il s'agit d'une méthode titrimétrique pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau « méthode de Mohr ». La réaction des ions chlorure avec des ions argent se produit pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. On ajoute un petit excès d'ions argent pour constater la formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

- **Matériels**

Éprouvette de 50 ml, Erlenmeyer de 250 ml, burette de 50 ml.

- **Réactifs**

Nitrate d'argent, AgNO_3 (0,02 mol/L), chromate de potassium K_2CrO_4 (10%)

- **Mode opératoire**

- Nous introduisons 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml.
- Nous ajoutons 03 gouttes de chromate de potassium K_2CrO_4 (10%) comme indicateur coloré.
- Nous titrons avec le nitrate d'argent AgNO_3 (0,02N) jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge brique.

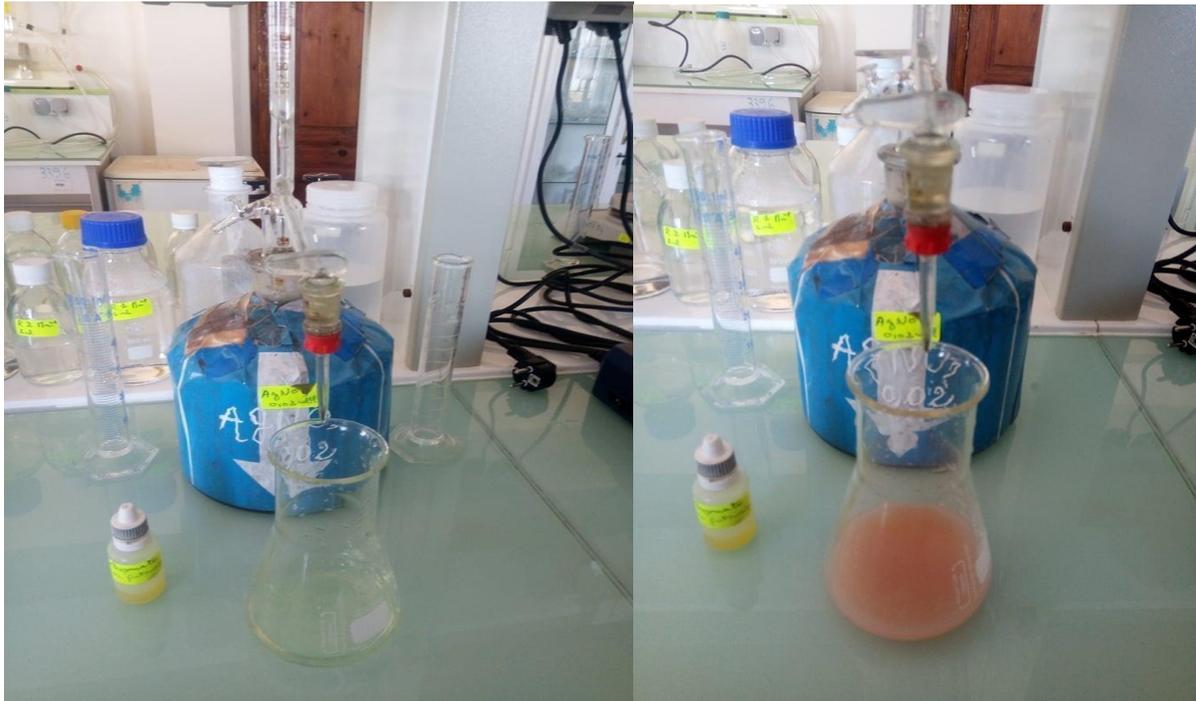


Figure 10 : Changement de couleur de l'échantillon pendant le titrage

- **Expression des Résultats**

$$[\text{Cl}^-] = V_s \times 7,1 \text{ (mg/L)}$$

Ou :

V_s : volume de chute de la burette

7,1 : facteur de conversion

Méthodes spectrophotométriques

Dosage du sodium et du potassium par spectrométrie de flamme

- **Principe**

Pour un atome à l'état libre, le passage de l'état fondamental à l'état excité est conditionné par la fourniture d'un quantum d'énergie correspondant à la différence d'énergie entre le niveau excité E_n et le niveau fondamental E_0 . Plusieurs transitions électroniques étant possibles et être réémise spontanément sous forme de photons lors du retour à l'état fondamental initial. L'utilisation de ce phénomène constitue la base de la spectrométrie d'émission, encore appelée photométrie de flamme.

- **Matériel**

Becher, Pipette de 10mL, fiole jaugée de 50mL, spectrométrie de flamme.

- **Mode opératoire (Sodium Na^+)**

- D'abord, nous allumons le spectrophotomètre à flamme.
- au moment d'allumer l'appareil le feu était bleu puis nous l'avons ajusté au rouge.
- Nous ajustons le spectrophotomètre à flamme à la valeur de sodium pour lire la valeur de notre échantillon.
- Nous prenons dans un bécher le témoin pour lire sa valeur.
- Après cela, nous diluons 10 ml d'échantillon testé (solution mère), on verse le prélèvement dans une fiole jaugée de 50 ml, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'à le tri de jauge (nous diluons le parce que la concentration dans l'eau est très élevé).
- Nous prenons une quantité d'échantillon dilué dans un bécher pour faire la lecture.
- Enfin, nous lisons la concentration massique de sodium sur le spectrophotomètre à flamme.

- **Mode opératoire (Potassium K^+)**

- Nous avons déjà allumé le spectrophotomètre à flamme et régler le feu.
- Ensuite, nous ajustons le spectrophotomètre à flamme à la valeur du potassium pour lire la valeur de notre échantillon.
- Nous prenons dans un bécher le témoin pour lire sa valeur.
- Après cela, nous prenons une quantité d'échantillon dans un bécher pour faire la lecture.
- Enfin, nous lisons la concentration massique de potassium sur le spectrophotomètre à flamme.



Figure 11 : Spectromètre de flamme jenway.

Spectrophotomètre UV-Visible

4.4.2.1. Dosage de nitrate (NO_3^-)

- **Principe**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrie.

- **Préparation des Réactifs**

- **Réactif (I)**

-Hydroxyde de sodium 30%.

- **Réactif (II)**

- Salicylate de sodium ... 0,5%.

-Eau distillée ... qsp 100 ml.

NB : à préparer chaque 24 h.

- **Réactif (III)**

- Acide sulfurique 2 ml.

- **Réactif (IV)**

- Hydroxyde de sodium Na OH ... 400 g.
- Tartrate double de sodium et de potassium ... 60 g.
- Eau distillée ... qsp 1000 ml.

- **Mode opératoire**

- 10 ml d'eau à analyser + 3 gouttes RI+ 1mL RII
- 10 ml Eau distillée + 3 gouttes RI + 1ml RII (témoin).
- Après le séchage dans plaque chauffante, on laisse refroidir
- On ajoute 2 ml de RII, on laisse reposer pendant 10 minutes puis on ajoute 15mL d'eau distillée et 15 ml de RIV.
- On fait la lecture au spectromètre à longueur d'onde de 451 nm

Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg/L de nitrate.



Figure 12 : Séchage des solutions sur une plaque chauffante

Dosage des sulfates (SO_4^{2-})

- **Principe**

Les ions SO_4^{2-} sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués par gravimétrie.

- **Préparation des Réactifs**

- **Réactif I (solution stabilisante)**

- Acide chlorhydrique ... 60 ml.

- Ethanol200 ml.
- Chlorure de sodium..... 150 g.
- Glycérol..... 100 ml.
- Eau distilléeqsp 1000 ml.

➤ **Réactif II (Solution de chlorure de baryum)**

- Chlorure de baryum ... 150 g.
- Acide chlorhydrique ... 5ml.
- Eau distillée ... qsp 1000 ml.

- **Mode opératoire**

- Nous prenons 20 ml d'eau à analyser puis complétons à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Nous ajoutons 5 ml de la solution stabilisante.
- Nous ajoutons 2 ml de chlorure de baryum.
- Nous agitons énergiquement pendant 1 min
- Nous faisons la lecture au spectrophotomètre 420 nm.

NB : $\text{mg /LSO}_4^{-2} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution.}$

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm.

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de sulfate

Dosage de nitrite (NO₂⁻)

- **Principe**

La réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 a lieu avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichloro-hydrate de N-naphtyl-1 diamino- 1.2 éthane ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide. La mesure de l'absorbance se fait à 540 n. La minéralisation de la matière organique présente dans le sol est réalisée par des micro-organismes. L'azote minéral ainsi produit est ensuite transformée par des bactéries aérobies en nitrates. Cette transformation, appelée nitratisation transforme les nitrites en nitrates. Si les conditions de milieu le permettent, les nitrites seront utilisés par les nitrates et peuvent également s'absorber et se fixer sur les argiles et humus. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux.

L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2 , la formule de l'ion nitrite est NO_2^- .

- **Préparation des Réactifs**

- **Réactif mixte**

Dissoudre 40 g d'acido-4 benzène sulfonamide $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ dans un mélange formé de 100 ml d'acide ortho phosphorique et de 500 ml d'eau. Ajouter 2 g de dichlorhydrate de N-naphtyl-1 diamino-1.2 éthane $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2-2\text{HCl}$, compléter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

- **Solution étalon mère de nitrites 100 mg/L :**

Dissoudre 0,15 g de nitrite de sodium séché à 105 °C durant au moins 2 h dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

- **Solution étalon fille de nitrites 1 mg/L :**

Prélever à l'aide d'une pipette 1 ml de la solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/L, la transvaser dans une fiole de 100 ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

NB : Cette solution est préparée le jour de l'emploi

- **Mode opératoire :**

- 50 ml d'eau à analyser + 1 mL R1
- 10 ml d'eau distillée + 1 ml R1 (témoin).
- Laisser reposer 20 minutes.
- Faire la lecture au spectromètre à la longueur d'onde 488 nm.
- Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg/l de nitrite.

NB : Si la couleur devient rose donc présence de Nitrite NO_2^- , s'il n'y a pas un changement de couleur absence de Nitrite NO_2^- .



Figure 13 : Spectrophotomètre UV-VIS DR6000 hach

4.5 . Résidu sec

- **Mode opératoire**

- Nous disposons d'un creuset sec dans une capsule.
- Nous mettons 100 ml d'eau à analyser dans le creuset sec.
- Nous mettons le creuset avec son contenu dans étuve à $t = 180^{\circ}\text{C}$ pour sécher.
- Nous pesons le creuset avec son contenu sur une balance qui donne sa valeur en (g) masse.

- **Expression des Résultats**

$$RS = [\sum \text{Anions} + \sum \text{Cations}] - 1/2[\text{HCO}_3^-] \quad (\text{mg/L})$$

$$RS = [([\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{NO}_3^-]) + ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Mg}^{2+}])] - 1/2[\text{HCO}_3^-]$$

Ou :

Anions : Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- .

Cations : Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} .

Dosage de l'hydrogénocarbonate HCO_3^-

La concentration en hydrogénocarbonate, exprimée en mg/L, est donnée par la relation suivante.

Si $\text{TA} = 0$:

$$[\text{HCO}_3^-] = \text{TAC} \times 12,2 \text{ mg/}$$

Si $\text{TA} \neq 0$:

$$[\text{HCO}_3^-] = 0,2 \times [\text{TAC} (2 \times \text{TA})] \times 12,2 \text{ mg/L}$$

Avec

La masse molaire de $\text{HCO}_3 = 61$ donc $61 \times 0,2 = 12,2$.

Détermination le Dosage de carbonate de calcium (CaCO_3) :

La concentration en carbonate de calcium, exprimée en mg/L est donnée par la relation suivante :

Si $\text{TA} = 0$:

$$[\text{CaCO}_3] = \text{TAC} \times 10 \text{ (mg/L)}$$

Si $\text{TA} \neq 0$:

$$[\text{CaCO}_3] = (\text{TAC} \times 2\text{TA}) \times 10 \text{ (mg/L)}$$

3. Analyses bactériologiques

Appréciation de la qualité microbiologique des eaux fait appel à deux principaux types d'indicateurs :

- a- **Les indicateurs de contamination fécale** : permettant d'apprécier avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des microorganismes pathogènes.
- b- **Les indicateurs d'efficacité de traitement** : permettant d'évaluer la qualité d'un traitement de désinfection vis-à-vis des microorganismes pathogènes.

*Mode prélèvement

En fonction de la nature des eaux analysées et celle des micro-organismes recherchés, les normes fixent des conditions à respecter (volume de l'échantillon, agent neutralisant, qualité du matériel fixent d'échantillonnage).

Au cours de notre stage, nous avons fait deux types de prélèvements. Le premier est un prélèvement bactériologique, qui se fait à l'aide de pistolet de flambage dans des flacons stériles. Le second prélèvement est physico-chimique, il se fait dans des flacons de polyéthylène.

L'objet est d'obtenir un échantillon ainsi représentatif que possible de l'eau à examiner, sans contaminer ni modifier l'échantillon.

Méthode de dénombrement par filtration sur membranes

C'est la technique de concentration la plus utilisée au laboratoire, on procède à une filtration sur les membranes de 0,45 à 0,22 μm (*Clostridium* S/R). Susceptibles de retenir les bactéries.

Recherche des coliformes totaux et streptocoques totaux.

*Mode opératoire

-Stériliser les réservoirs de la rampe a filtration ;

-Déposer les filtres de 0.45 μm sur les filtres des réservoirs ;

Verser 100ml de chaque échantillon dans les réservoirs et allumer la pompe pour évacuer l'eau a l'extérieur des réservoirs ;

-Récupérer les filtres avec une pince stérilisée et les déposer dans les boites de pétrie de 5cm de diamètre contient les milieux de culture spécifique. Le tergitole pour les coliformes totaux et le slanetz pour les streptocoques fécaux ;

-Incuber a 37°C pendant 48h.

*Remarque

Dans le cas de formation de colonies qui indiquent la présence des coliformes totaux, il faut faire un repiquage dans le milieu de Schubert et incuber a 44°C pendant 24h pour la recherche **d'Escherichia coli**. Cette dernière correspond à des coliformes thermo tolérante qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44C°. Cet indicateur est plus spécifique d'une contamination fécale.

Dans le cas de formation de colonies qui indiquent la présence des streptocoques totaux, il faut faire le repiquage sur le milieu BEA (gélose bile esculine azide) et incuber a 44°C pendant 2h afin de confirme la présence des **streptocoques fécaux**.

Pour ce qui est des **streptocoques fécaux**, il s'agit d'une bactérie gram positif, sphériques ou ovoïdes formant des chainettes non sporulées catalase négative, possédant l'antigène D. cultivant en anaérobiose à 44C°, et à pH 9,6 et capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile, ils se répartissent en deux genre Streptocoque et Enterococcus.

*Remarque : Tous les expériences et les informations ont prévenu de laboratoire (L'ADE) de Mostaganem .

Chapitre 04
Résultats et
discussion

1. Résultat des analyses physico-chimique :

Afin d'évaluer la qualité des quatre sources d'eau considérées, différentes analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE (Algérienne Des Eaux) et les résultats ainsi obtenus sont exprimés dans le tableau ci-dessous.

Echantillon Paramètres	Eau De Puits	Eau Traité	Eau Brute	Eau Dessalement	Eau Minérale	Unité
Cl ₂		0.2	/	0.1	/	MG/L
pH	7.59	7.87	7.86	8.38	7.89	/
Conductivité	1001	1528	1505	464	281	μS/CM
Température	19.4	18	17.1	20.4	19.5	°C
TURBIDITE	0.22	1.03	4.86	0.27	0.13	NTU
DURTE TOTALE TH	32.2	38.8	37.4	6.4	15.2	F ⁰
TCA ²⁺	28	25.2	24.6	6.2	12	F ⁰
TAC	18	12.6	11.8	7	14.2	F ⁰
TA	0	00	00	0.1	00	F ⁰
Cl ⁻	149.1	208.46	208.37	103.5	12.78	Mg/L
SO ₄	74.7	400	402	2.82	7.8	Mg/L
NH ₄	0.07	0.04	0.08	0.01	00	Mg/L
NO ₂	0.02	0.02	0.04	00	0.01	Mg/L
NO ₃	86.5	12.3	11.80	0.78	0.41	Mg/L
PO ₄	0.03	0.04	0.04	0.01	00	Mg/l
Fe	0.17	0.14	0.12	0.04	0.15	Mg/l
Calcium	112.22	101	98.60	24.84	24.04	Mg/l
Magnésium	10.20	33.06	31.12	0.48	7.77	Mg/l
HCO ₃	219.6	151.28	141.52	84.18	173.24	Mg/l
COULEUR	21	30	51	02	00	PTCO
TDS	540.54	825.12	814.86	250.5	151.74	Mg/l
RS	630.81	1134.72	1108.84	278.2	189.11	Mg/l
SODIUM	88	240	220	84	5.8	Mg/l
POTASSIUM	1.7	9.3	9.3	4.1	08	Mg/l
Matière organique	0.88	1.1	2.30	00	00	Mg/l

1- Le potentiel hydrogène (p^H)

Les différentes mesures du p^H, effectuées au sein des laboratoires de l'ADE montre une variation de ce paramètre entre 7.5 et 8.3. Les valeurs obtenues restent conformes aux normes algériennes qui sont comprises entre 6.5 et 8.5.

2- La Température

Pour ce qui est de la température des différentes eaux étudiées, nous avons enregistré une variation de 17C° à 20 C°. Les résultats relevés ne dépassent guère la norme algérienne qui tolère une température maximale des eaux de l'ordre de 25 C°

3- Conductivité Electrique

La conductivité permet d'évaluer rapidement et approximativement la minéralisation globale des eaux. Les résultats obtenus montrent clairement une variation de la conductivité allant de 281 à 1525 Us/cm. Nous avons constaté que les valeurs enregistrées sont inférieures à la norme algérienne qui est de l'ordre de 2800 us/cm.

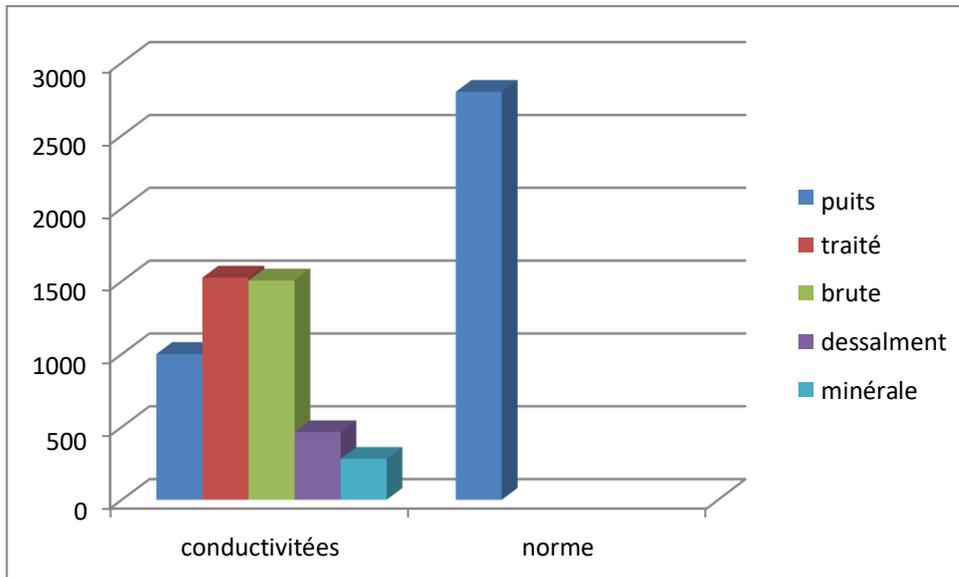


Figure14: Conductivité électrique des différentes eaux étudiées

4- La Turbidité

Pour ce qui est de la turbidité, les résultats de notre expérimentation à l'aide du turbidimètre montrent une variation de ce paramètre de 0.22 NTU et 4.86 NTU.

5 –Titre Hydrométrique (TH)

La Dureté Totale des eaux (TH) relevée était différente pour l'ensemble des eaux étudiées. La valeur la plus basse était de 6.4 F⁰ pour l'eau de dessalement contre 38 F⁰ pour l'eau traitée. Les résultats enregistrés sont conformes à la norme qui est fixée à 50 F⁰

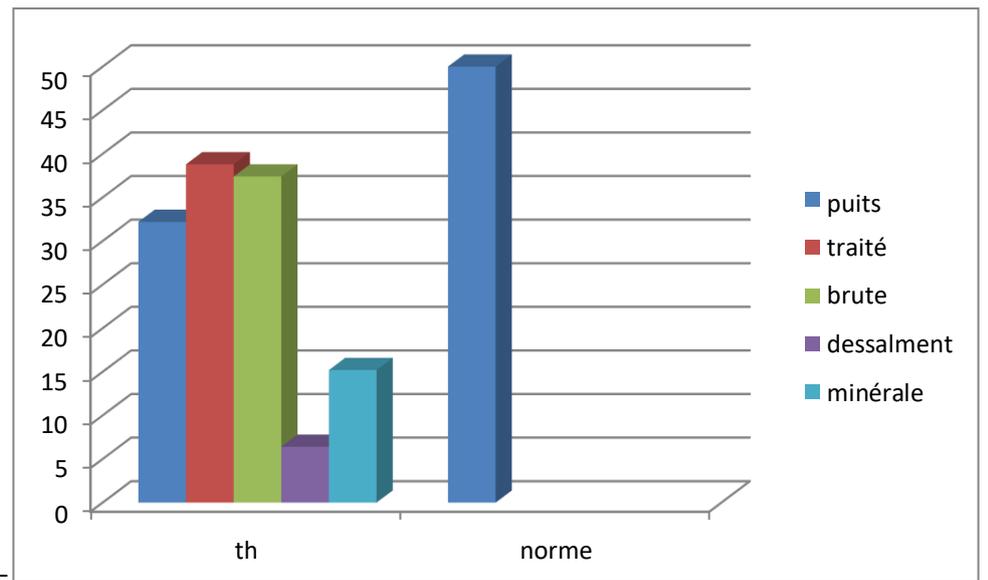


Figure15: Titre Hydrométrique (TH) des différentes eaux étudiées

6- Titre Alcalimétrique Complet(TAC)

Le TAC représente la présence du bicarbonate et le carbonate dans l'eau. Les résultats enregistrés à travers notre expérimentation varient entre 7 F et 18F.

7- Titre Alcalimétrique Simple(TA)

Il est à signaler que le titre alcalin simple (TA) était de l'ordre de « 0 » (nul) dans l'ensemble de nos échantillons. Ce résultat est expliqué par le fait que le p^H n'a pas dépassé 8.3 et ce paramètre (TA) est en étroite relation avec le potentiel hydrogène.

8- Les Chlorures

Les résultats relevés à travers notre expérimentation ont révélé que l'eau minérale contient un taux de chlorures largement acceptables, ne dépassant pas 100mg/l. Ainsi nous avons remarqué que la teneur en chlorure dans l'eau de puits était de 149.1mg/l, dans l'eau de barrage était de 208.46mg/l et de 106.5 mg/l pour l'eau de dessalement. Ces résultats demeurent acceptables et n'ont pas dépassé la limite de la norme qui est de 500mg/l.

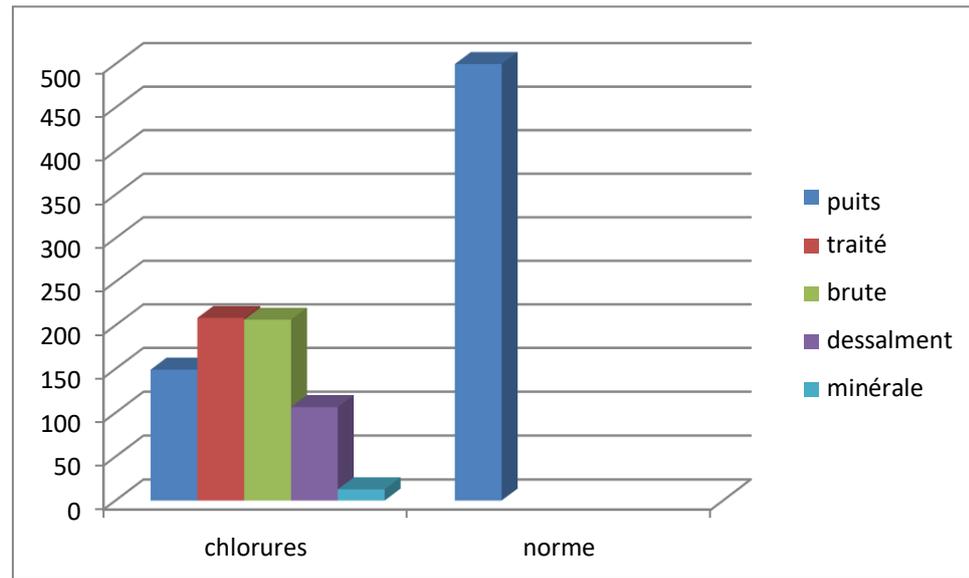


Figure16: les chlorures des différentes eaux étudiées

9- Ammonium

Pour ce qui de l'ammonium, nous avons enregistré des valeurs comprises entre 0mg/l et 0.08mg/l. Ces résultats sont inférieurs à la norme algérienne qui est de l'ordre de 0.5 mg/l.

10- Nitrites

La concentration des eaux de notre expérimentation en nitrite était égale à « 0 » pour l'ensemble des échantillons et reste inférieure à la norme algérienne qui est de l'ordre 0.2 mg /l. DE ce fait, nous pouvons conclure que nos résultats sont conformes aux normes recommandées en Algérie. À la norme de notre pays.

11- Nitrates

Les concentrations en nitrate varient entre 0.41 et 12.3 mg/l. Toutes les valeurs obtenues à travers notre étude sont très faibles et indiquent que les eaux de notre étude sont loin d'être polluées. Les nitrates constituent un excellent indicateur de la qualité Desseaux. Nous pouvons déduire que les résultats obtenus sont conformes à la norme algérienne (50 mg/) à l'exception de l'eau de puits (Sidi Fellag) qui a enregistré une teneur supérieure à la norme et qui de 86.5 mg/l.

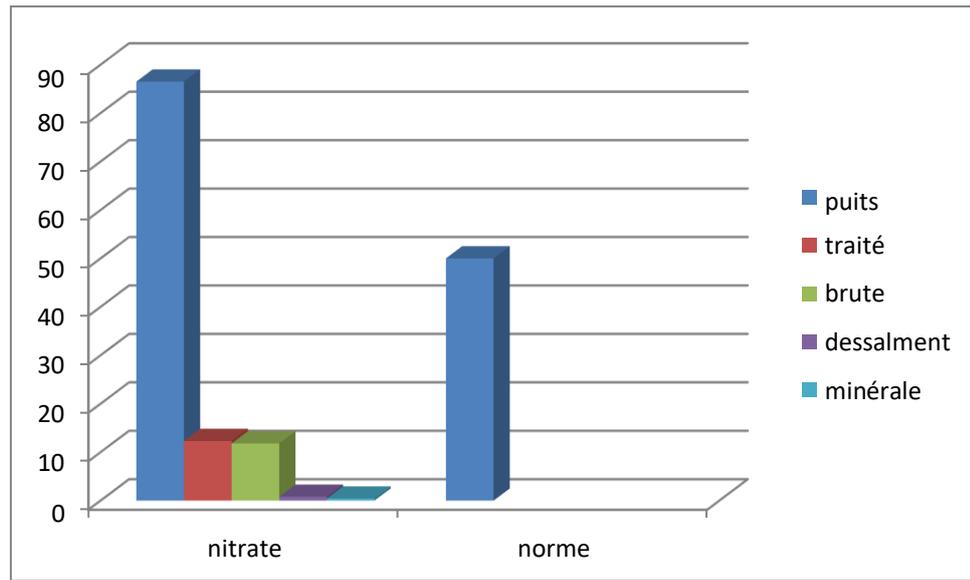


Figure17: Nitrate des différentes eaux étudiées

12- Le Fer

Les résultats enregistrés montrent que les concentrations obtenues varient entre 0.04 et 0.17 mg/l. Ces résultats restent conformes à la limite de la norme algérienne qui est fixée à 0.3 mg/l

13- Le Sulfate

Les résultats enregistrés ont révélé que la concentration des eaux en sulfate (eau de dessalement, minérale et l'eau de puits respectivement) ne dépassent pas la norme recommandée qui est de l'ordre de 400 mg/l.

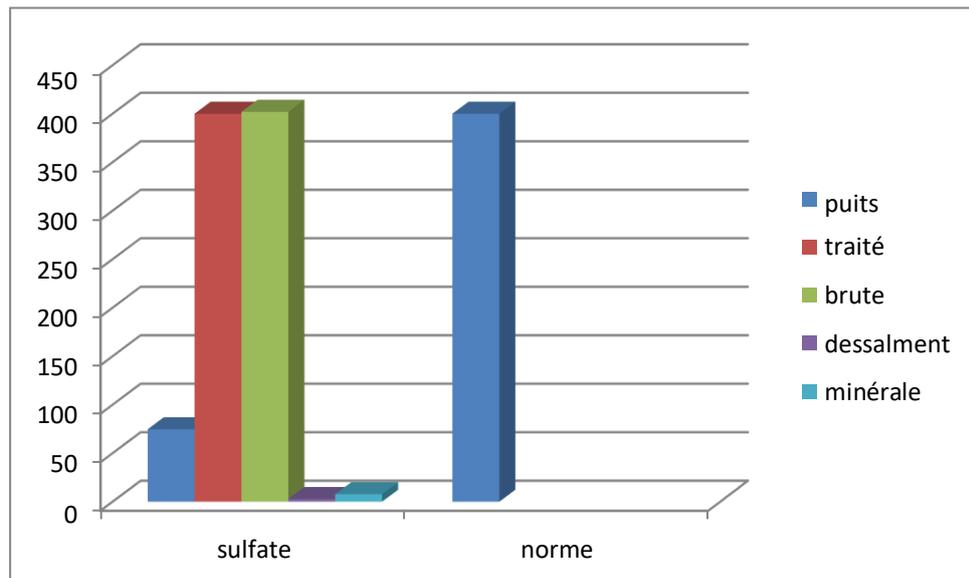


Figure18:Sulfate des différentes eaux étudiées

14- Potassium

Les concentrations en potassium enregistrées à travers notre expérimentation montrent que ce paramètre varie entre 0.8 et 9.3 mg/l. Ces résultats sont conformes aux normes recommandées (12 mg/l).

15- Sodium

Les concentrations en sodium comme le montre le tableau ci-dessus sont comme suite :

- 5.8 mg/l pour l'eau minérale,
- 84 mg/l pour l'eau dessalement
- et 88 mg/l pour l'eau de puits

Les résultats obtenus sont inférieurs la norme qui est de l'ordre de 200 mg/l. Pour ce qui de la station kramiss(eau traitée et eau brute) les concentrations en sodium sont de 220 et 240 mg/l respectivement. Ces résultats sont supérieurs la norme recommandée (200mg/l) et sont expliqués par l'intervention de la nature de géologique du barrage.

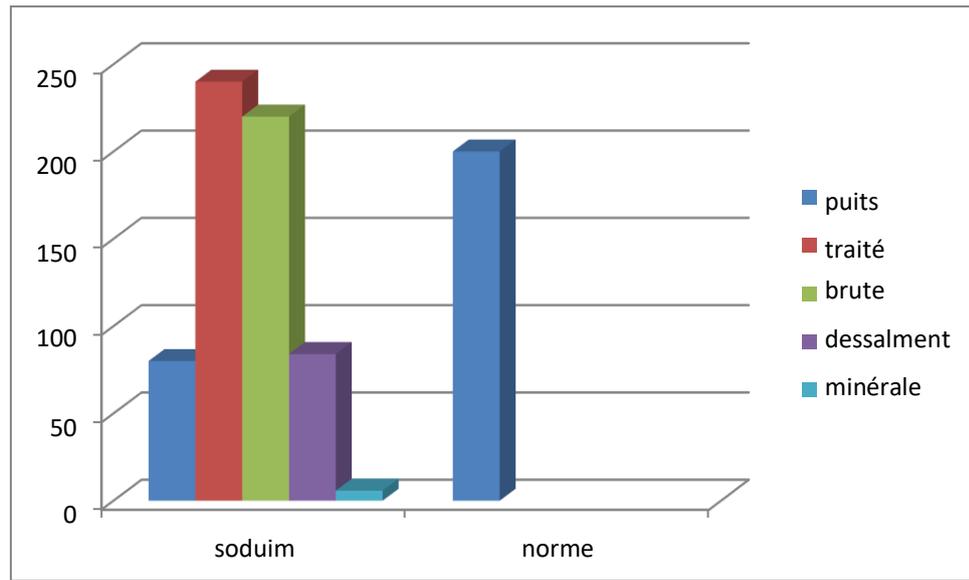


Figure19:Sodium des différentes eaux étudiées

16- TDS

Pour ce paramètre, les concentrations enregistrées montrent une variation du TDS allant de 151.74 à 825.12 mg/l .Nos résultats sont conformes à la norme Algérienne qui stipule une valeur limite de 1200 mg/l pour les eaux.

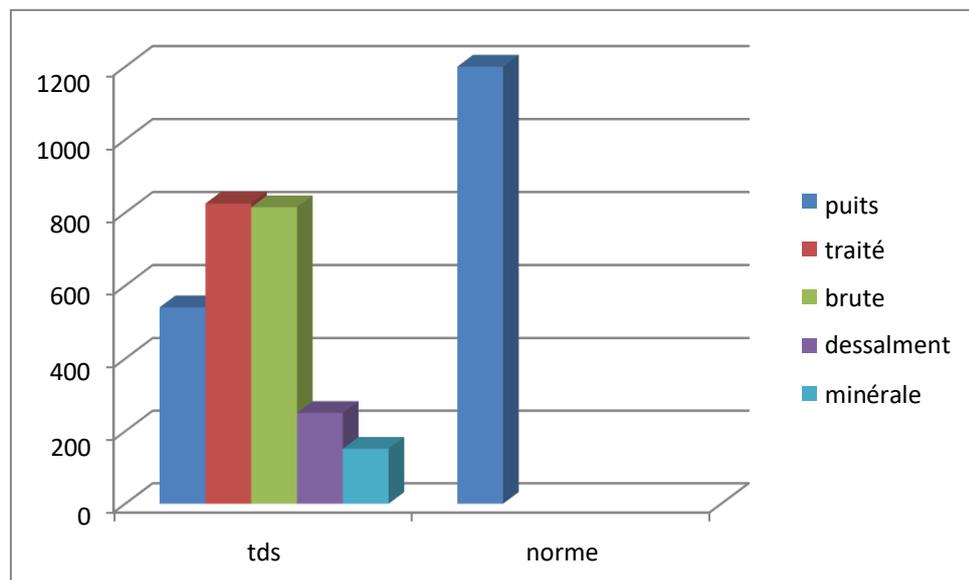


Figure20:TDS différentes eaux étudiées

17- Résidu Sec

Les résultats obtenus à travers notre expérimentation ont montré que les résidus secs relevés dans les différentes eaux varient entre 278.2 à 1134.72 mg/l et restent conformes à la norme algérienne qui est de l'ordre de 1500 mg/l.

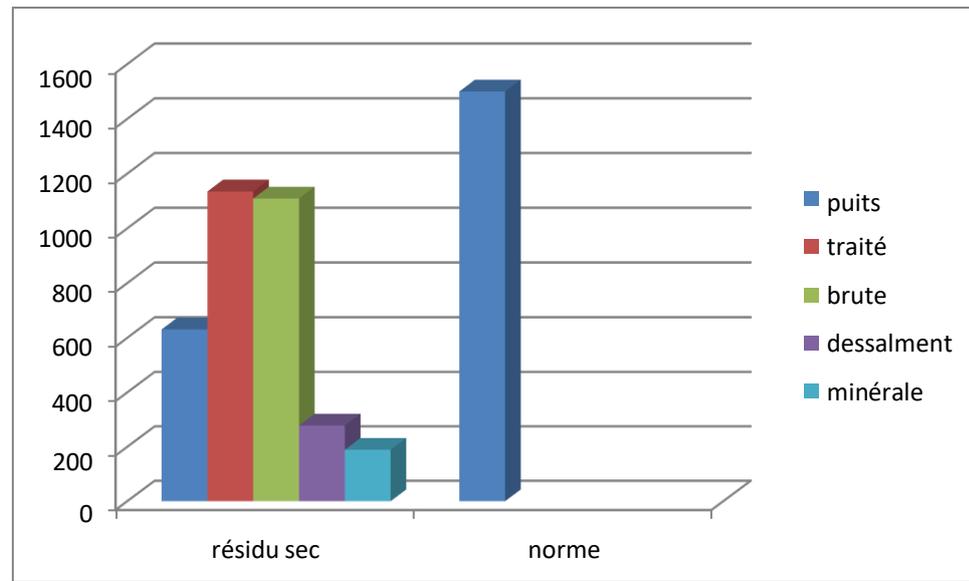


Figure 21: Résidu sec différentes eaux étudiées

18- Matière organique

Pour ce qui est de la matière organique, les résultats enregistrés varient entre 0 et 2.30 mg/l. Ces valeurs restent conformes à la norme algérienne qui exige une teneur de 5 mg/l

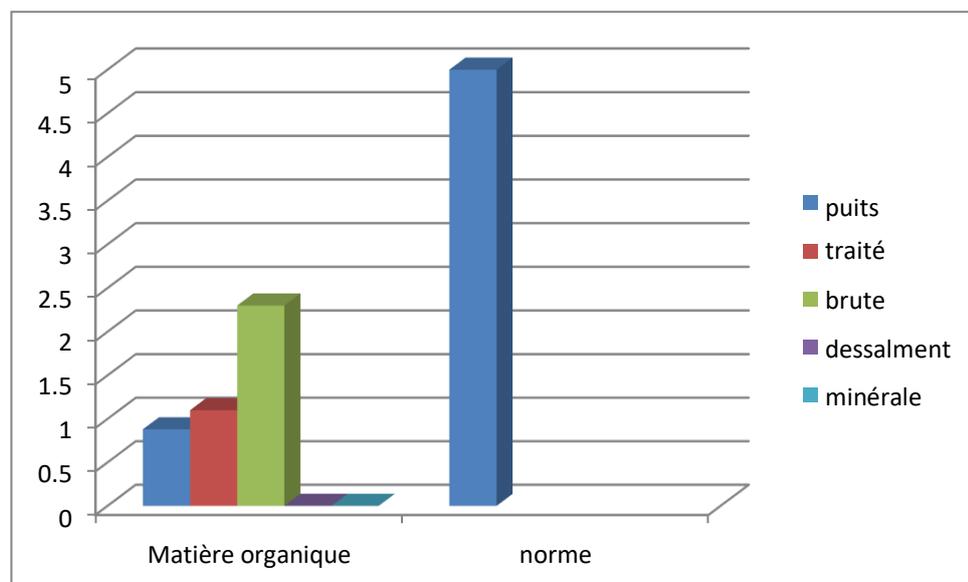


Figure 22: Matière organique différentes eaux étudiée

2. Résultats des analyses microbiologiques :

Les résultats d'analyses microbiologiques obtenus à travers notre expérimentation sont illustrés dans le tableau suivant :

Echantillons Paramètres	Eau De Puit(sidi falag)	Eau Traité (Kramis) achacha	Eau Brute (Kramis)	Eau Dessalem ent sonakter	Eau Minérale (lala Khedi dja)	Norme algérienne	Unité
Germes Totaux	04	00	00	00	00	10	UFC/1ml
Coliformes Totaux	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
Streptocoques	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
E-Coli	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml
Clostridie	00	00	00	00	00	00	UFC/100ml

D'après les résultats obtenus, nous avons noté une absence de tous les germes pathogènes dans l'ensemble des eaux étudiées à l'exception de l'eau de puits dans laquelle nous avons relevé la présence de germes totaux (04) mais reste conforme à la norme Algérienne qui tolère la présence de 10 UFC (Unité Formatrice de Colonie). A travers nos résultats, nous pouvons conclure que les eaux de notre expérimentation présentent une bonne qualité microbiologique et demeurent acceptable pour la consommation.

Conclusion Générale

L'analyse des eaux est un processus qui comprend un ensemble de tests physicochimiques et microbiologiques dont l'objectif est de mettre en exergue ces qualités de salubrité et d'acceptabilité pour consommation humaine et voir leur degré de conformité avec les normes Algériennes.

La qualité du traitement et l'analyse varie d'une eau à l'autre, selon leurs propriétés et il n'est pas possible de juger la qualité de l'eau à partir d'un nombre restreint d'analyses.

A travers de notre étude de recherche effectuée au niveau du laboratoire « Algérienne Des Eaux » de la wilaya de Mostaganem, nous avons effectué plusieurs analyses physicochimiques et microbiologiques sur différentes eaux, à savoir eau minérale (lala Khadija), une eau de puits, une eau de barrage (brute, traité) et une eau de dessalement.

Les résultats obtenus, nous ont permis de déduire que les différentes eaux de notre expérimentation présentent de bonnes qualités physico-chimiques et microbiologiques et peuvent être destinées à la consommation humaine en raison de leur conformité aux normes Algériennes et nous pouvons attribuer à ces eaux le titre de « Eau potable ». Cette étude de recherche était une occasion d'approfondir nos connaissances théoriques et expérimentales et d'acquérir une nouvelle expérience qu'on peut définir comme « remarquable »

Enfin et dans les perspectives, nous envisageons de continuer cette thématique dans le but de toucher d'autres paramètres relatif à la qualité des eaux en se focalisant sur les différentes procédures de traitement des eaux qui demeurent fondamentales à connaître et à pratiquer pour les étudiants spécialistes en Chimie.

Références bibliographique

Références bibliographique

- [1] Kettab .A 1992. Traitement des eaux .les eaux potables .office de la publication universitaire (Alger).
- [2] Mercier.2000.le grand livre de l'eau .édition : la reconnaissance du livre. Collecte art de livre.
- [3] chauve.1993.l'eau une ressource indispensable .1993.2b d Svt .édition : Nathan.
- [4] Collectif .2006 traitement des eaux de refroidissement édition : Lavoisier / tec et doc paru le : 06/2006).
- [5] briefer rio 2001. Chimie de l'environnement air ; eau, sols ; déchets. Édition de Boeck.).
- [6] Savary p, .2010.guide des analyses de la qualité de l'eau, édition avril).
- [7] bourrier r et semi b 2010. Techniques de la gestion et de distribution de l'eau, édition du moniteur, paris.).
- [8] Rodier j 2005.l'analyse de Léau, eaux naturelle, eaux résiduaires, eaux de mer, 8 ème édition ,2005).
- [9] 10.Marsily g. 1995 l'eau .édition : Flammarion 128.
- [10] VALIRON F.1989. Gestion des eaux, Alimentation en eau-assainissement. Tome 2, 2^{ème}Edition, Presse de l'école nationale de ponts et chaussées, p38.
- [11] DEJARDINS R.1997. Le traitement des eaux, 2eme Edition : Ecole Polytechnique de Montréal, p7.
- [12] MARGAT J. 2000. L'eau dans le bassin méditerranéen, situation et perspective.
- [13] GUERGAZI S., ACHOUR S. 2005, Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra, Pratique de la chloration, Lorrys journal, ISSN 1112-3680, N°04, p119.
- [14] Dégréement 2005. « Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1.
- [15] pomerol rte renard 1997)

Références bibliographique

[16] Bouhaous,2012)

[17] <http://fr.m.wikipedia.org>

[18] <http://fr.m.wikipedia.org>).

[19] <http://vendee.fr>.

[20] martine, 2008.

[21] jacques, 2010.

[22] Saïd Mohamed, faculté abd el Hamid ibn badais, département d'agronomie, mémoire « traitement de les eaux usées dans la ville de Mostaganem, état actuel et perspective » université Mostaganem.

[23] Gupta. D. B. 1992. The importance of water resources for urban socioeconomic development. In International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century.

[24]PNUE. 1991. Pollution des eaux douces. Bibliothèque de l'environnement PNUE/GEMS. N° 6. Nairobi.

[25](d.e.r.de géologie, 2002)

[26] Genoude, 2001.L eau de robinet : de la source au verre .Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.

[27] Lefèvre J G, 1991. Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi : la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines laboratoire Merck - Clevenot.

[28] Rodier J ,LEGUBE B ,MERELET N et BRUNET R .l'analyses d'eau.9ème Ed ,Dunod ,paris ISBN 978-2-10-054179-9.

[29] Coopérative research centre for water qualité and traitement consumer 's guide t drinking water (décembre ,2006).

[30] WHO (world health organization) 1994. directive de qualité de l'eau de boisson. critères d'hygiène .2eme édition .Vol 2.Genève.

[31] Codex stan et coin ,1981.La pratique de l'eau :usages domestique .Collectif et industriel Edition :Moniteur. Paris P:3-29-326-327.

[32] Jean Luc Cellerie ,2002.La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition .Ministères de l'agriculture et de la pêche .Direction de l'espace rural et de la foret .paris.

Références bibliographique

[33] **Kamer ,1984**

[34] **Sahraoui N, 2015.** Etude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana .Mémoire de Master en eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana.

[35] **J.RODIER,** «Analyse de l'eau, eau de mer, eau résiduaire» 7^{ème} édition, Dunode, Paris, 1984.

[36] **OMS (W.H.O): WORLD HEALTH ORGANISATION. (2003).**Backgroud document for préparation of WHO Guidelines for drinking-water quality.Genève.WorldHealth organisation.

[37] **Degremont ,2005.** (Mémonto technique de l'eau) Lavoisier-Lexique technique de l'eau Tome 1, Paris.

[38] **M,Tardet.H.henny** (chimie des eaux 1ér édition griffor d'argile INC .paris1984.

[39] **O.M.S1998** .Directives de qualités de l'eau ;2 éme édition ;Genève.P:76

[40] **Rejsek F, 2002.**Analyses des eaux .aspect réglementaire et technique .Edition Scérén .France .P:45-45

[41]. Mousbahou et Cherifa, Mémoire final, Soutenue en 2019

[42] **OMS 2012.**

[43] **Mehanned et Al ,2014.**

[44]**Rodier et al 2009.**