

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2019

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biodiversité & environnement

Présenté par :

Derragui Imane & Laribi Naima

Thème

*Etude comparative de la qualité d'eau de Consommation de
barrage Tilesdite et de forage Ouadhia*

Soutenu le : 19 / 09 / 2019

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Ben Azzouz kheira

MAA.

Univ. de Bouira

Présidente

Ben Bara

MAA.

Univ. de Bouira

Examinatrice

Akkouche saida

MAA.

Univ. de Bouira

Promotrice

Année Universitaire : 2018/2019



Remerciement

Nous tenons d'abord à remercier Dieu qui ma donné la force et le courage de pouvoir faire ce modeste travail.

Nous voudrions adresser toute notre tendresse à nos parents dont l'amour inconditionnel nos permet de remonter la pente lors des moments difficiles

Nous exprime aussi ma gratitude à notre promotrice :

*M^{me}-AKKOUCHE Saida.

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.

Un grand remerciement a toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin pour achever ce travail.

Iman/Naima



Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du revêt, le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « grâce à dieu ».

Je dédie ce modeste travail à :

La chandelle de ma vie et source de l'amour, ma chère mère Larbaoui fatiha pour son assistance et encouragements, Et son aide durant toutes mes études, et sans oublier mon cher père « lahe yarahemo » et j'espère que lui être fier de ce que j'ai réalisée

Ainsi que tous mes adorables sœurs : hayat, samia, mounia, fella, abla, hind

Tous ceux qui m'aiment et ceux qui j'aime surtout mes amies : Medjralou Hocine, ilhem, jiji, hiba ; chahira, rachid, nadjete ; naima, nesrine

A mon binôme naima qui a partagé avec moi, les bons et les durs moments

A mes chères magnifiques neveu et nièces : ibtissem, youcef, jojo, simo, amani, anfel, manel ; zinou ; ammar ; mimo ; chmisou ; a naysse ; iyad et son oublier zizou mn petit enfant et ghiless

Et sans oublié ma promotrice

AKKOUCHE Saida

Nadjlaa



Je dédie cet humble travail :

❖ *A mes chers et respectueux parents vraiment aucune dédicace ne saurait exprime mon attachement, mon amour et mon affection ,je vous offre ce modeste travail en témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous m'avez toujours su me combler.*

Puisse dieu tout puissant vous garder et vous procurer santé et bonheur : belkacem et wrida.

❖ *A Mon cher frère omar et mes sœurs :fatiha,jouhare,zahra,hafidha, Fatima,wahiba*

❖ *A mes chers et magnifiques neuveu et néices :*

riadh, ismail, khirou, chorouk, asma, hoda, amine, yasser, ishak, alaa, adam ,jawad, anas.

❖ *A mes beaux frères : hassan, moh, kamel, makhlouf,*

Noureddine, sofiane.

❖ *A en particuleir à ma promotrice AKKOUCHE Saida .*

❖ *A toutes personnes qui m'ont encouragée ou aidé au long de mes études*

TABLE DES MATIERES

Dédicace

Remerciement

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I : généralité sur l'eau

I-1- Définition de l'eau.....	01
I-2-Différentes types de l'eau.....	01
I-2-1-Eaux souterraines.....	01
I-2-2-Eaux de surface.....	01
II-3-Paramètres d'analyse de l'eau.....	02
II-3-1-Paramètres organoleptiques.....	02
II-3-1-1-Odeur.....	02
II-3-1-2-Couleur.....	02
III-3-1-3-Saveur.....	03
II-3-2-Paramètres physico-chimiques.....	03
II-3-3-Paramètres de pollutions.....	08
II-3-4-Paramètres bactériologiques.....	08
II-3-4-1-Micro-organismes présents dans l'eau.....	09

II-3-4-1-1-Germes recherchés dans l'eau.....	12
II-3-4-2-Maladies à transmission hydrique.....	12
II-3-4-2-1-Principales maladies à transmission hydriques.....	12
II -3-4-2-2-Types des maladies à transmission hydrique.....	15

Chapitre II : état des lieux et méthodologie

II-Présentation d'organisme d'accueil	18
II-1-Présentation de l'unité d'ADE BOUIRA.....	18
II-2-Présentation du laboratoire central	18
II-1-Présentation du forage F11 Oudhia.....	19
II-2-Barrage tilesdite	20
III-1-Méthodes d'analyse bactériologique	21
III-1-1- Méthodes de prélèvement.....	21
III-1-2- Analyse bactériologique	22
III-2-Méthodes d'analyse physico-chimique.....	32
III-2-1-Détermination des paramètres d'analyse physico-chimique	32
III-2-1-1-Paramètres physiques	33
III-2-1-2- Paramètres de pollution	37
III-2-1-3-Minéralisation globale	41
III-2-1-4-Paramètre indésirable.....	46

Chapitre III : Résultats et discussions

I-Analyses physico-chimique réduites (ACR)	50
I-1-Représentation de la température($T^{\circ}C^{\circ}$)	51
I-2-Représentation de PH.....	52

IV-3-Représentation de la conductivité(Cond)	53
I-4-Représentation de la turbidité (Tur).....	55
II-Analyses physico chimiques complètes (ACC).....	57.
II-1-Représentation du titre hydrotimétrique ou la dureté totale(TH).....	58
II-2-Présentation du titre alcalimétrique complet (TAC).....	59
II-4- Chlorure (Cl ⁻).....	60
II-5-Sulfate (SO ²⁻ ₄).....	61
II-6-Nitrate (NO ⁻³).....	62
II-8-Aluminium (Al ⁺).....	63
II-9-Matière organique(MO).....	64
III-Résultats bactériologiques Complètes (ABC).....	65
Conclusion	
Références bibliographique	
Annexe	

LISTE DES FIGURES

❖ Figure N°1 : Germes totaux.....	09
❖ Figure N°2 : Coliformes totaux.....	10
❖ Figure N°3 :Coliformes fécaux.....	10
❖ Figure N°4 : <i>L'Escherichia- Coli</i>	11
❖ Figure N°5 : Streptocoques fécaux.....	11
❖ Figure N°6 : Clostridium ou sulfite réducteurs.....	12
❖ Figure N°7 : Virus de Choléra.....	12
❖ Figure N°8 : Virus de fièvre typhoïdes et paratyphoïdes.....	13
❖ Figure N°9 :Virus Gastroentérite.....	14
❖ Figure N°10 : Hépatites virus.....	14
❖ Figure N°11 :Malaria virus.....	15
❖ Figure N°12 :laboratoire centrale de l'ADE de Bouira.	16
❖ Figure N°13 : Illustration d'un forage.....	18
❖ Figure N°14 : Barrage tilesdite.	19
❖ Figure N°15 : Etapes d'analyses bactériologiques des Coliformes totaux teste présomptive (milieu ENDO)	23
❖ Figure N°16 : Résultats d'analyses des Coliformes totaux (absence et présence)	23
❖ Figure N°17 : Etapes d'analyses bactériologiques pour la recherche des Coliformes totaux teste confirmatif (milieu TSI)	24
❖ Figure N°18 : Exemple de la présence des Coliformes totaux milieux TSI.....	25
❖ Figure N°19 : Analyse de la recherche des Coliformes fécaux milieu Schubert.....	25
❖ Figure N°20 : Exemple pour résultats positive de la présence des coliformes fécaux (milieu Schubert)	26
❖ Figure N°21 : Exemple pour résultats de la recherche d'Escherichia-Coli.....	26
❖ Figure N°22 :Etapes d'analyse bactériologique de la recherche des streptocoques fécaux (test Présomptif).....	27
❖ Figure N°23 : Résultats d'analyses sur les streptocoques fécaux teste confirmatif absence et présence)	28
❖ Figure N°24 : Etapes d'analyses bactériologiques pour la recherche desgermes totaux (à 22°C et à 37°C)	29
❖ Figure N°25 : Résultats d'apparition des germes à 22°C.....	29
❖ Figure N°26 : Résultats d'apparition des germes à 37°C.....	29

❖ Figure N°27 : Etapes d'analyse bactériologique de la recherche des Clostridium.....	31
❖ Figure N°28 : Résultats d'analyses sur les Clostridium (absence et présence)	31
❖ Figure N°29 :Appareil et matériel pour le teste de chlore.....	33
❖ Figure N°30 :Appareil du turbidimètre et une cuve.....	34
❖ Figure N°31 :Etapes de mesure la conductivité.....	35
❖ Figure N°32 : Etapes de mesure PH.....	36
❖ Figure N°33 : Résultats d'analyse sur les nitrites.....	37
❖ Figure N°34 : Résultats d'analyse sur l'ammonium.....	39
❖ Figure N°35 : Résultats d'analyse sur le phosphate.....	40
❖ Figure N°36 : Résultats de dosage de Calcium.....	42
❖ Figure N°37 :Résultats de dosage de TH (la dureté totale)	43
❖ Figure N°38 : Résultats de dosage de TAC (titre alcalimétrique complet)	44
❖ Figure N°39 : Résultats de dosage des Chlorure.....	46
❖ Figure N°40 : Analyse des sulfates.....	47
❖ Figure N°41 : Analyse de Fer.....	48
❖ Figure N°42 : Analyse de la matière organique.....	49
❖ Figure N°43 :Evolution de la température.....	51
Figure N°44 :Evolution de PH.....	52
❖ Figure N°45 : Evolution de la Conductivité.....	53
❖ Figure N°46 : Evolution de la turbidité.....	55
❖ Figure N°47 : Evolution de TH.....	58
❖ Figure N°48 : Evolution de TAC.....	59
❖ Figure N°49 : Evolution des Chlorures.....	60
❖ Figure N°50 : Evolution des sulfates.....	61
❖ Figure N°51 : Evolution des nitrates.....	62
❖ Figure N°52 : Evolution d'aluminium.....	63
❖ Figure N°53 :Evolution de MO.....	64

Liste des tableaux

❖ Tableau N°01 : Aspect des colonies sur les Coliformes (milieu ENDO).....	23
❖ Tableau N°02 : Interprétation du milieu TSI.....	24
❖ Tableau N°03 : Résultats d'analyses physico-chimiques réduites (ACR).....	50
❖ Tableau N°04 : Résultats des paramètres de pollution.....	56
❖ Tableau N°05 : Résultats des paramètres physico-chimiques complet (ACC).....	57
❖ Tableau N°06 : Résultats d'analyses bactériologiques.....	65

Liste des Abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux

BEA : Bile Esculine Agar

CaCO₃ : Carbonate de calcium

CO₃ : Carbonates

CMA : Concentration Maximal

DPD4: Diethylparaphényléné diamine (chlore total)

DPD1 : 1.2N-Diméthyle - P – phenylendiamine

E.D.T.A : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

E.Coli : Escherichia coli

F° : Degré Français

F : Facteur de correction du titre E.D.T.A (F=1)

MO : Matière Organique

MRE : Ministère des ressources en eau

NTU : Unité Nephelométrique de Turbidité

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TSI : Triple Sugariron

TA : Titre Alcalimétrique

TDS : Taux des sels dissouts

TH : Titre Hydrométrique

TGEA : Gélose Glucosés Tryptonée à l'extrait de Leueur

µs/Cm : Micro Siémens par Centimètre

Introduction

Introduction

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux. (REGGAM, BOUCHELEGHEM H et HOUHAMDI M., 2015)

En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en Irrigation et l'industrie. (MOHAMMEDI I et MAYOU., 2015)

La bonne qualité de l'eau destinée à la consommation constitue un élément très important pour la santé. Pour cela, elle ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes pathogènes, elle doit être non seulement saine mais dépourvue de tout risque qu'il soit de nature chimique ou microbiologique pour la santé du consommateur

Donc comment évaluer la qualité de l'eau ?

C'est dans ce contexte que ce travail est dirigé, et qui d'est base sur la comparaison de la qualité physico-chimique et bactériologique de deux ressources d'eau potable ; l'eau de consommation de barrage Tilesdite et l'eau de consommation de forage Ouadhia, le travail contient deux parties (Une partie théorique et une partie pratique).

- La première partie (théorique) est composée d'un seul chapitre :

Chapitre I : Généralités sur les eaux.

- La deuxième partie (pratique) comprend deux chapitres :

Chapitre II : Etat des lieux et méthodologie

Chapitre III : Résultats et discussions.

Pour résumer le contenu de notre travail, une conclusion a été élaborée.

Chapitre I : généralités sur l'eau

I-1-Définition de l'eau

L'eau(en latin aqua) est un corps liquide à la température et à la pression normale, incolore, inodore et insipide, dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogènes, sa formule chimique est représentée par H₂O et sa masse moléculaire est de 18g.

L'eau se présente dans la nature sous trois états, liquide, solide et gazeux, les changements de phase de l'eau dépendent essentiellement de la température et de la pression.(Allouche C et Aissaoui R., 2011)

I-2- Différents types de l'eau

I-2-1-Eaux souterraines

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute.

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ci-dessous :

- Turbidité faible. Les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.
- Contamination bactérienne faible. Le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence des matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.
- Température constante. Les eaux souterraines sont à l'abri de rayonnement solaire et de l'atmosphère.
- Indice de couleur faible. Les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, source de couleur.
- Débit constant. Contrairement à celles des eaux de rivières, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.
- Dureté souvent élevée. Les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents (Mg²⁺, Ca²⁺, etc.) responsables de la dureté.
- Concentration élevée de fer de manganèse. Ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous. (Raymond Desjardins.,1990)

I-2-2-Eaux de surface

Ce type de l'eau englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, barrages, etc...). La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par ces eaux durant leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement.(Degremont., 1989)

Les principales caractéristiques des eaux de surface sont présentées ci-dessous :

- Turbidité variable par fois élevée.
- Température variable.
- Contamination bactérienne : bactéries, virus.
- Fer et manganèse dissous : Généralement absents.
- Nitrates peu abondants en général.
- Minéralisation globale : variable en fonction des terrains des précipitations, des rejets.

I-3-Paramètres d'analyse de l'eau

La qualité d'une eau potable est basée à la fois sur des paramètres organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques, les mesures ou l'estimation de ces paramètres sont indispensables pour la prédiction de la qualité de l'eau de consommation.(Rodier.,1996)

I-3-1-Paramètres organoleptiques

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement :

Certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage.(Lourdai S et BouchimaA,2002)

I-3-1-1-Odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution, il est 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 chacune de ces substances. (Lourdai S et BouchimaA,2002)

I-3-1-2-Couleur

La coloration d'une eau dit 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 de faible turbidité. .(Lourdai S et BouchimaA,2002)

I-3-1-3-Saveur

Le goût n'a aucun appareil pour le mesurer. C'est un ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique communes perçues l'aliment ou la boisson set dans la bouche ; selon les physiologistes, il trois saveur principales :

- Le salé
- Le sucré
- L'amer

La saveur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bougeons gustatifs. La qualité de cette sensation particulière provoquée par ces substances. .(Lourdai S et BouchimaA,2002)

I-3-2-Paramètres physico-chimiques

I-3-2-1-Turbidité

La turbidité est une caractéristique optique de l'eau, à savoir sa capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente, elle est due à la présence dans l'eau de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques, ainsi, plus une eau est chargée en biomasse phytoplanctonique ou en particules sédimentaires, plus elle est turbide, la turbidité des eaux est mesurée avec un turbidimètre en NTU (unité de turbidité néphélométrique), les mesures de la turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes, D'après l'organisation mondial de la santé (OMS) la turbidité maximale acceptable pour l'eau potable est de 5 NTU.(Jean j.,2002)

I-3-2-2-Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire entre deux électrodes, la plupart des matières dissoutes dans l'eau de trouvent sous forme d'ions chargés électriquement, la mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Son unité est le micro siemens par mètre. (Rodier J.,1987)

I-3-2-3-Salinité

Elle est définie comme la somme des toutes les substances dissoutes dans l'eau, ce qui fait qu'il existe une nombreuse source de minéralisation, les concentrations élevées de salinité influencent le gout de l'eau et la conductivité électrique, qui tend à accélérer le phénomène de corrosion, la réduction de la salinité peut être obtenue par la réduction de chaque composant individuel.(OualiM.,2001)

I-3-2-4-Détermination de la Teneur En Sels Dissous(TDS)

On appelle TDS ou (minéralisation totale), la masse totale des minéraux dissous (anions et cations) et non dissous (la silice), exprimés en mg/l. (Jean Claude.,1983)

I-3-2-5-Test de chlore

La détermination de la concentration du chlore résiduel dans l'eau en mg/l, par DPD (N.Ndiétyl-paraplenylène diamine) l'apparition de couleur rose veut dire qu'il y a une présence du chlore.

- DPD1⇒ c'est un comprimé pour le test du chlore résiduel libre.
- DPD4⇒c'est un comprimé pour le test du chlore combiné.(Bahia S et Bensari.,2014)

I-3-2-6-PH

Le PH mesure la concentration en ions H^+ dans l'eau, il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 étant le ph de neutralité, ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. (Bahia S et Bensari F.,2014)

I-3-2-7-Température

La Température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux qu'elles soient souterraines ou superficielles, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels notamment des gaz, la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique et la détermination du PH dans le but de connaître l'origine de l'eau et les mélanges éventuels.

La Température est un paramètre très important même s'il n'y a pas une incidence directe sur la santé humaine, en effet la température met de nombreux équilibres physico-chimiques en déplacement. (Docteur Kebab A)

I-3-2-8-Titre Alcalimétrique et Titre Alcalimétrique complet (TA, TAC)

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}) et éventuellement en hydroxydes (OH^-) contenus dans l'eau, on distingue le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). (Rodier J, Bernard et Nicole et Coll., 2009)

- Le TA correspond à la teneur d'une eau en hydroxydes et de la moitié de sa teneur en carbonates alcalins et alcalino-terreux.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$$

- Le TAC est la teneur d'une eau en hydroxyde, en carbonates, en hydrogénocarbonates.

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

Dans les eaux de distribution, la concentration en OH^- est faible, l'alcalinité de l'eau constituée par l'hydrogénocarbonate ou par un mélange de carbonates et d'hydrogénocarbonates. Pour une eau ne contenant que des hydrogénocarbonates

$$\text{TA} = 0, \text{TAC} = [\text{HCO}_3^-]$$

Pour une eau contenant un mélange carbonates, hydrogénocarbonates

$$\text{TA} = [\text{CO}_3^{2-}]/2 \text{ et } \text{TAC} = [\text{HCO}_3^-] + 2\text{TA}. \text{ (Rodier J, Bernard et Nicole et Coll., 2009)}$$

I-3-2-9-Titre hydrotimétrique

Ou encore la dureté de l'eau, elle correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion d'hydrogène, dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, aluminium, strontium.(Rodier J, Bernard et Nicole et Coll., 2009)

I-3-2-10-Calcium

C'est un élément dominant dans les eaux potables et il traduit la dureté de l'eau, les quantités susceptibles d'être ingérées sous formes de boisson sont inférieures aux quantités nécessaires à l'organisme, estimé approximativement à 0,7 g/jour.(Rodier et All., 1975)

I-3-2-11-Chlorure

Les teneurs en chlorure des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés, ainsi, les eaux courantes non polluées ont une teneur en chlorure généralement inférieure à 25 mg/l, mais parfois elles peuvent atteindre des teneurs exceptionnelles de 1000 mg/l, le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium.(OMS, 2006)

I-3-2-12-Matières organiques (MO)

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des micro-organismes l'inconvénient des MO est la favorisation de l'apparition de mauvais goûts qui pourront être exacerbés par la chloration.

Une eau riche en MO doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique, leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu alcalin, les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieure à 1mg/l.(Rodier J., 1987)

I-3-2-13-Magnésium Mg^{2+}

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, et dominant dans l'eau. Son abondance géologique et sa grande solubilité ainsi sa large utilisation

industrielle font que les teneurs dans l'eau pouvant être importantes et elles sont dépendantes des terrains traversés.

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, il donne un goût désagréable, la même méthode de dosage que pour le calcium. (Rodier., 1997)

I-3-2-14-Sulfates SO_4^{2-}

Les sulfates sont naturellement présents dans les minéraux et ont de nombreuses applications commerciales, principalement dans l'industrie chimique, leur présence dans l'eau peut provenir des effluents industriels et de dépôts d'origine atmosphérique, mais les concentrations les plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle.

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques toutefois, des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une l'eau de boisson du réseau de distribution. (OMS., 2006)

I-3-2-15-Résidus secs (RS)

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matière dissoutes et en suspension d'une eau, la détermination de résidu sur l'eau filtrée permet d'évaluer la teneur en matière dissoutes en suspension d'une eau c'est le résidu total, si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. (Rodier., 1997)

I-3-2-16-Fer (Fe^{3+})

Le fer est un métal lourd on le retrouve aussi bien dans la croûte terrestre dans les préparations commerciales, indispensable à l'organisme, le fer est un oligoélément absorbé essentiellement au niveau du duodénum, des teneurs élevées en fer gênent l'assimilation du zinc et du cuivre. (Rodier., 1996)

I-3-2-17-Manganèse (Mn^{2+})

Le manganèse est assez répandu dans la nature mais à des doses faibles (0,05 mg/l), il est susceptible de former une couche noire sur les canalisations et lorsqu'elle se détache inconfortable même en quantité faible plus de 0,1 mg. (Bouzidiz et Terchone N., 2011)

I-3-2-18-Aluminium (Al^3+)

En générale la quantité d'aluminium susceptible d'être retrouvées dans l'eau de distribution ne présente pas un caractère toxique pour la pollution lorsqu'il est en solution et un milieu acide, il existe sous forme d' Al^{3+} , dans une solution dont on élève le PH progressivement, il précipite sous forme d'hydroxyde $Al(OH)_3$ qui se dissous sous forme d'aluminate AlO_3 .

Les directives des communautés européennes indiquent comme teneur d'aluminium dans l'eau destiné à la consommation humaine un niveau guide(NG) de 0,05 mg/l et une CMA de 0,2 mg/l l'OMS retient cette même valeur limite de 0,2 mg/l, les sels d'aluminium le plus utilisés comme coagulants pour le traitement d'eau potable dans le monde puisque, sont les moins chers des trivalents, ils présentent des inconvénients :(Rodier., 1997)

A) Sanitaires

- Les résidus d'aluminium jouent un rôle dans les maladies telles que l'Alzheimer.

B) Environnementaux

- Résidus métallique traces.

C) Technique

- Peu efficace dans les eaux froides.
- La consommation d'alcalinité conduit à une baisse de PH.

D) Economique

- Cout élevé pour les pays en voie de développement.

I-3-2-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.(OMS., 2006)

I-3-2-1- Nitrites et l'ammoniaque (NO_2^-)

Les nitrites et l'ammoniaque proviennent généralement de l'oxydation des matières organiques azotées, et constituent des produits intermédiaires de leur putréfaction, leur présence est, par conséquent, un indice de pollution des eaux et, à ce titre, leur dosage est nécessaire.(OMS., 2006)

I-3-2-2-Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates ou azote nitrique représentent la forme azotée souvent la plus présente dans la nature, les nitrates sont des composés d'azote et d'oxygène, et sont indispensables aux développements des végétaux, la plupart des eaux naturelles contiennent normalement des nitrates à des doses faibles de quelques milligrammes par litre, la présence d'un excès de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole, urbaine ou industrielle, les paramètres de pollution peuvent avoir une relation directe avec un risque de contamination fécale du réseau ou de la nappe phréatique. (Rodier J, Bernard et Nicole et Coll., 2009)

I-3-2-3-Ammonium (NH_4^+)

L'ion ammonium, NH_4^+ , est la forme réduite de l'azote, il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes, il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles, l'ion ammonium ne présente pas un caractère nocif pour la santé, mais sa présence, en particulier dans les eaux de surface, peut être considéré comme un indicateur de pollution, cependant, il constitue un élément gênant, car il interfère avec la chloration pour former des chloramines modifiant l'odeur et le goût de l'eau (goût de chlore).(Bouzidi Zet Terchone N.,2011)

I-3-2-4-Phosphore (PO_4^{3-}) :

Dans les eaux superficielles ayant un PH compris entre 5 et 8, le phosphore se trouve pratiquement sous forme d'orthophosphate, leur présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique phosphatée. Le phosphore favorise le développement et la multiplication des algues dans les réservoirs et les grosses canalisations ou il contribue à l'eutrophisation.(Rodier., 1996)

I-3-3-Paramètres bactériologiques

Parmi les mesures d'hygiène visant la protection de la santé publique, le contrôle de la qualité bactériologique des eaux de consommations est exigé pour apprécier la potabilité de l'eau.

La qualité bactériologique mesure par la présence d'organismes d'origine intestinale, leur présence a été par les excréments humains ou animaux et les eaux d'égouts, les micro-

organismes les plus couramment utilisés comme indicateurs de pollution sont *Escherichia-Coli* et les coliformes en général.(Aouadi I et Boubaiche S., 2014/2015)

Les deux groupes de micro-organismes les plus utilisés comme indicateur de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et fécaux. Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydases.

I-3-3-1-Micro-organismes présents dans l'eau

Il existe trois principaux types de micro-organismes, qu'on peut trouver dans l'eau potable : les bactéries, les virus et les protozoaires. Ils peuvent exister à l'état naturel ou être le résultat d'une contamination par des matières fécales d'origine humaine ou animale, certaines d'entre eux peuvent provoquer des maladies chez les êtres humains. (Haslay C et Leclerc H)

I-3-3-1-1-Germes recherchés dans l'eau

La recherche et la numération portent sur : les coliformes, *Escherichia-coli*, *Streptocoques fécaux*, *Clostridium* ou sulfite-réducteurs et les germes totaux 48 heures à 37°C et 72 heures à 22°C.(Guiraud J et Galzy P., 1980)

❖ Germes totaux (48 heures à 37°C) et (72 heures à 22°C)

Les germes totaux sont des germes aérobies mésophiles se développant sur un milieu aérobique sélectif à 22°C pendant 72 heures ou 37°C pendant 48 heures, certains d'entre eux sont anaérobies facultatifs, c'est la totalité des bactéries capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifique dans les conditions citées, ces germes sont dénommés germes indicateurs de pollution fécale et leur présence témoigne de l'existence d'une contamination fécale au moment du prélèvement.(Guiraud J et Galzy P., 1980)

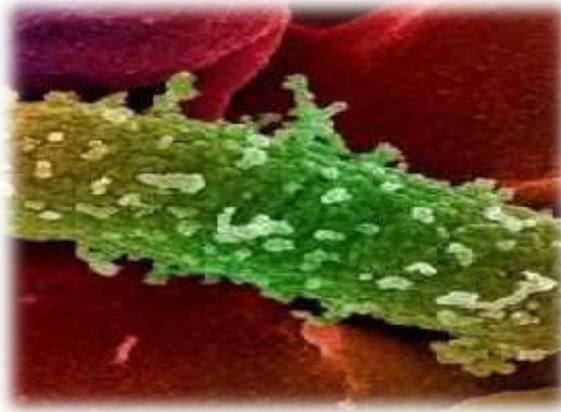


Figure1 : Germes totaux. (Site internet 1)

❖ **Coliformes**

➤ *Coliformes totaux*

Sous le terme de coliformes, est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des entérobactéries.

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies facultatifs, capable de fermenter le lactose, avec production de gaz en 48h à une température de 35-37°C.(Guiraud J et Galzy P.,1980)

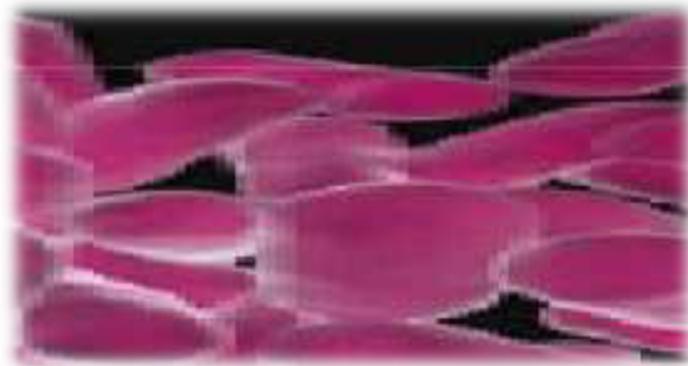


Figure2 : Coliformes totaux.(Site internet 1)

➤ *Coliformes fécaux (thermo tolérants)*

Ce sont des bâtonnets Gram négatif, aérobie facultatifs, non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C, la présence de coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, plusieurs coliformes fécaux ne sont pas d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matières

organique, tels que les effluents industriels du secteur des pâtes et papiers ou de transformation alimentaire.(Guiraud J et Galzy P., 1980)



Figure3 : Coliformes Fécaux.(Site internet 1)

➤ ***Escherichia coli (E. Coli)***

E. coli fait partie du groupe des coliformes totaux, sa présence dans l'eau indique non seulement une contamination, mais aussi la présence possible des bactéries et virus, l'absence d'E. Coli dans l'eau potable indique que celle-ci ne contient pas des bactéries intestinales, elle vit normalement dans l'intestin de l'homme et des animaux, mais peut envahir différents tissus et organes et devenir pathogènes.(Guiraud J et Galzy P., 1980)

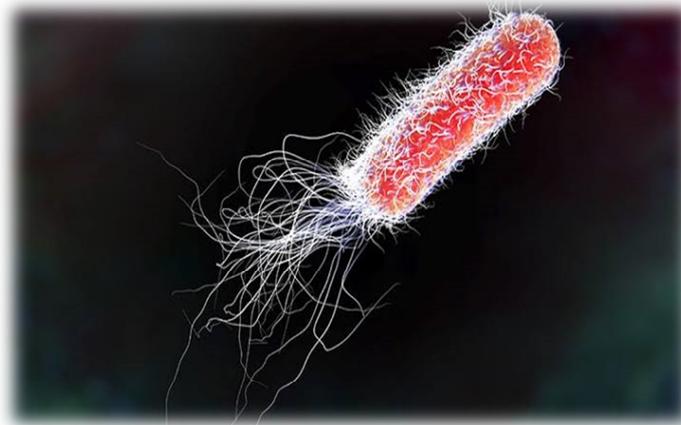


Figure4: E. Coli.(Site internet 1)

❖ ***Streptocoques fécaux (entérocoques)***

Il s'agit des germes anaérobies facultatifs, des coques à Gram positif, présentant en chainettes plus au moins longs, non sporulées, les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine, cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent trouvées

également dans les fesses animales, ou se concentrent sur les végétaux (indicateur de contamination ancienne).(Guiraud J et Galzy P.,1980)

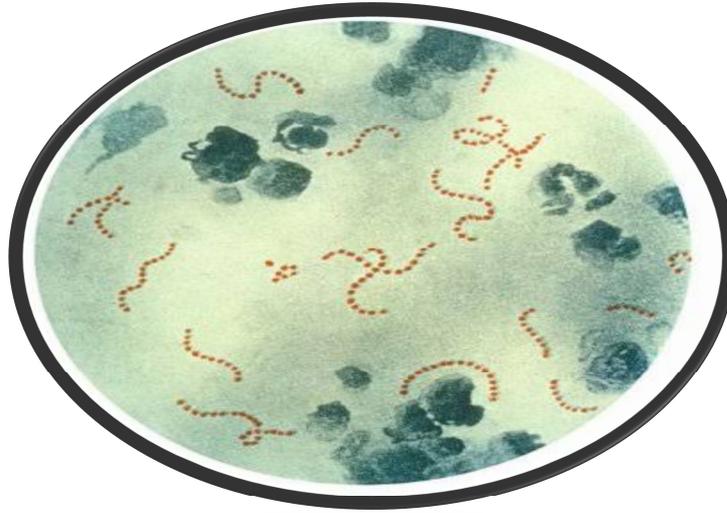


Figure5: Streptocoque Fécaux.(Site internet 1)

❖ *Clostridium ou sulfito-réducteurs*

Sont des bacilles à Gram positif, sporulé, généralement mobiles et anaérobies strictes, elles se multiplient facilement sur les milieux ordinaires en anaérobiose, ces germes sont capables de produire de l'hydrogène sulfuré (H_2S) à partir du sulfite de sodium présent dans le milieu.(Guiraud J et Galzy P.,1980)



Figure6: Clostridium ou sulfito-réducteurs.(Site internet 1)

I-3-3-2-Maladies à transmission hydrique

I-3-3-2-1-Principales maladies à transmission hydriques

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des espèces animales ou humaines qui contiennent des micro-organismes pathogènes.(Haslay C et Leclerc H)

A)-Choléra

Le choléra est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours, il se caractérise par une diarrhée profuse à grain riziformes, elle s'accompagne de vomissement et de douleurs épigastriques avec anurie et crampes musculaires, son évolution est mortelle en l'absence de réhydratation et d'antibiothérapie.(Jean j., 2002)

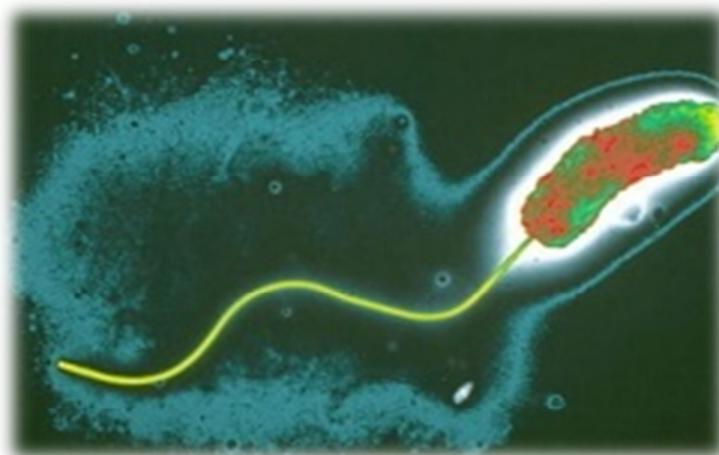


Figure7:virus de Choléra.(Site internet 1)

B)- Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

Ce sont des véritables septicémies dues à des *salmonelles* : salmonella typhi et paratyphi A, B et C, elles sont caractérisées par la fièvre, céphalées, diarrhées, douleurs abdominales, Accompagnées d'un abattement extrême (le typho) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires et neurologiques.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés o encore par des mains sales.(Jean juc C.,2002)

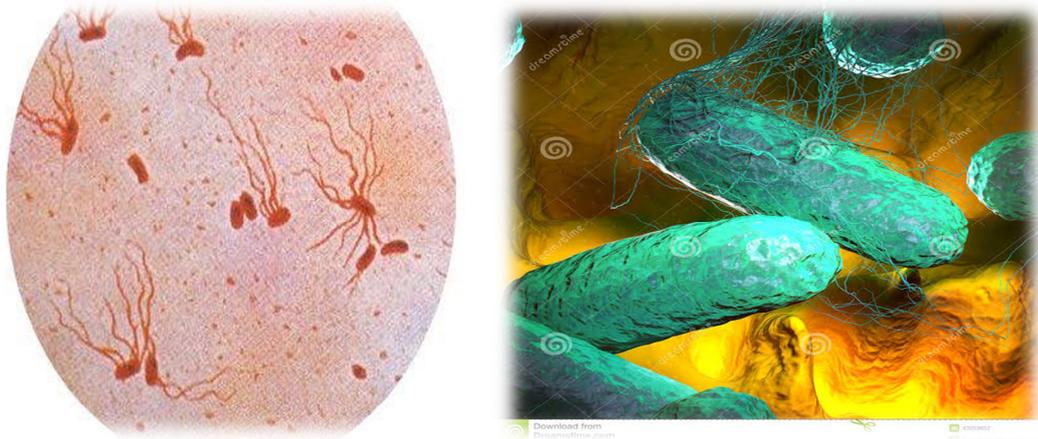


Figure8: virus de Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.(Site internet 1)

C)-Gastroentérites

Les Rotavirus sont transmis par l'eau, ils sont responsables de gastro-entérites, en particulier chez le jeune enfant, chez l'adulte, les infections sont le plus souvent inapparentes.les gastro-entérites à Rotavirus ont les caractères d'une toxi-infection intestinales, entraînant vomissements et diarrhée. Les particules virales sont en nombre abondant dans les matières fécales.(Catalogue eaux et environnement)

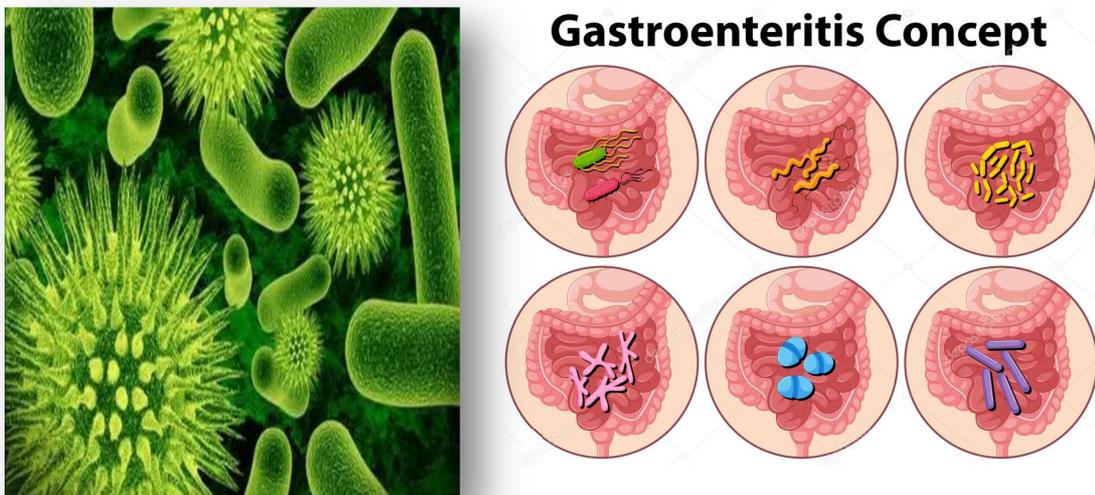


Figure9 : Gastroentérite.(Site internet 1)

D)-Hépatites

Les hépatites virales peuvent être engendrées par 5 virus ou familles de virus; ce sont les hépatites A, B, C, D, E. parmi celles-ci, les hépatites A et B sont transmises par voie digestive, les trois autres étant dues à des contaminations, parentérales, le rôle de l'eau pollué et des coquillages dans la transmission de ces infections a été largement démontré.(Catalogue eaux et environnement)

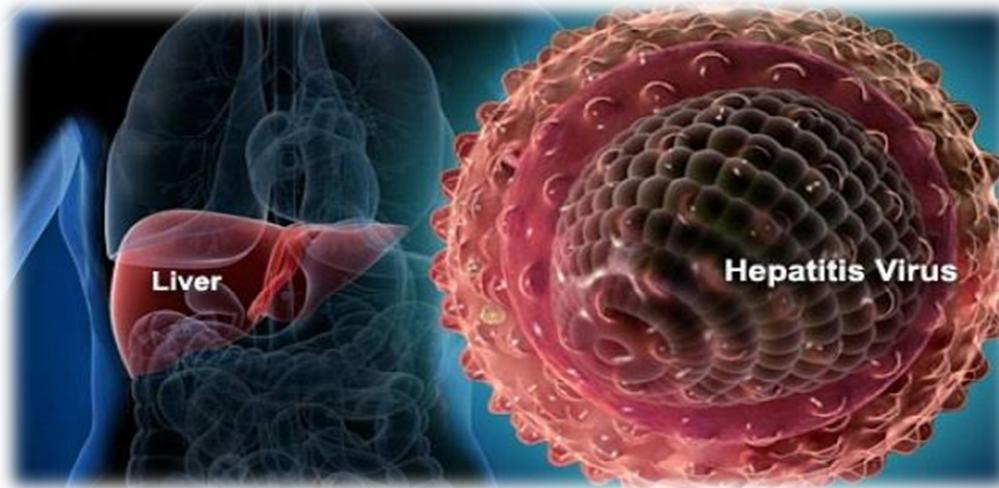


Figure10 : Hépatites.(Site internet 1)

E)-Paludisme ou Malaria

Est une maladie infectieuse due à un parasite du genre plasmodium, propagée par la piqueur de certaines espèces de moustique, le parasite infecte les cellules hépatiques de la victime Pui circule dans le sang, en colonisant les hématies et en les déterminant.(Catalogue eaux et environnement)

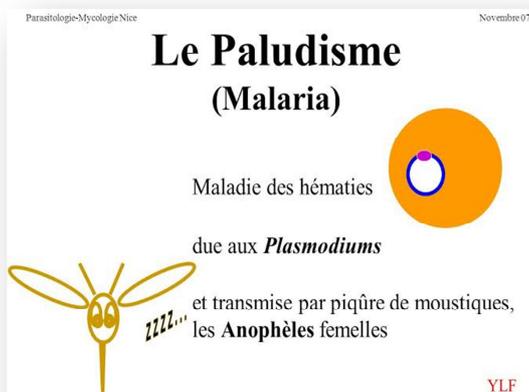


Figure11: Malaria virus.(Site internet 1)

I-3-3-2-2-Types des maladies à transmission hydrique

- Les maladies liées à la toxicité d'une eau polluée par des produits chimiques (métaux lourds, radio nucléaire, pesticides...)
- Les maladies infectieuses issues de contamination fécales accidentelles ou de connexions croisées source de diarrhées et gastro-entérite souvent épuisantes et peuvent entraîner la mort de personnes vulnérables.
- Les parasitoses causées par toute une variété de vers qui infectent les organismes humains et peuvent être mortels ou diminuent fortement leurs capacités physiques.
- Les maladies véhiculées par les moustiques et les mouches tsé-tsé qui infectent certaines zones aquatiques. (Cour Madame Amarouche, 2016/2018)

Chapitre II : Matériels et méthodes

I-Présentation de l'organisme d'accueil

I-1-Présentation de l'unité d'ADE Bouira

L'Algérienne des eaux (ADE) a été créée le 21 avril 2001, et sous tutelle de ministère des ressources en eau (MRE), est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et l'autonomie financière les objectifs stratégiques assignés :

- à ce nouvel établissement étant d'assurer une meilleure satisfaction des besoins en eau des usagers,
- d'assurer une gestion plus efficace de la ressource en réduisant les gaspillages divers (fuites) et de redonner à l'eau sa valeur économique. (Manuel de laboratoire de l'ADE,2019)

I-2-Présentation du laboratoire central

L'unité de Bouira est équipée d'un laboratoire d'analyse qui contrôle la qualité de l'eau distribuée aux abonnés ainsi que les eaux des forages et les eaux stockées dans les réservoirs et surtout les robinets, la collecte des échantillons se fait tous les matins pour l'ensemble des centres relevant de l'ADE de Bouira, la périodicité de cette collecte est d'une à deux fois par semaine et par centre. Une fois par semaine est réservée pour le contrôle de la désinfection au niveau des stations de pompage et des réservoirs.

Une fois les échantillons prélevés, ils sont acheminés vers le laboratoire pour analyses physico-chimiques et bactériologiques, les tests du chlore sont effectués sur site, (Manuel de laboratoire de l'ADE, 2019)



Figure 12 : laboratoire centrale de l'ADE. (Auteurs 2019)

❖ Différentes structures du laboratoire :

Le laboratoire comprend six salles : Salle des analyses physico-chimiques, Salle de stockage (réactif, milieux de cultures), Salle des analyses bactériologiques, Salle de lavage et stérilisation Salle de préparation et pesées des réactifs, et un bureau du chef de laboratoire

II-1-Présentation du forage F11 Oudhia :

Le forage est un trou creusé dans la terre, l'équipement du trou tel que les tubages et les moyens techniques permettant de creuser varient en fonction de son dimensionnement et de ses objectifs.

L'exploitation du sous-sol des forages est réalisée pour les objectifs suivants :

- ✓ Exploration et exploitation des ressources naturelles enfouies (eau, pétrole, ressources minières)
- ✓ étude géotechnique.
- ✓ études géothermiques et géochimique.

Les moyens techniques mis en œuvre diffèrent de la simple foreuse manuelle légère et mobile pour les forages de moins de 10 m à une plate-forme pétrolière pour l'exploitation pétrolière offshore.

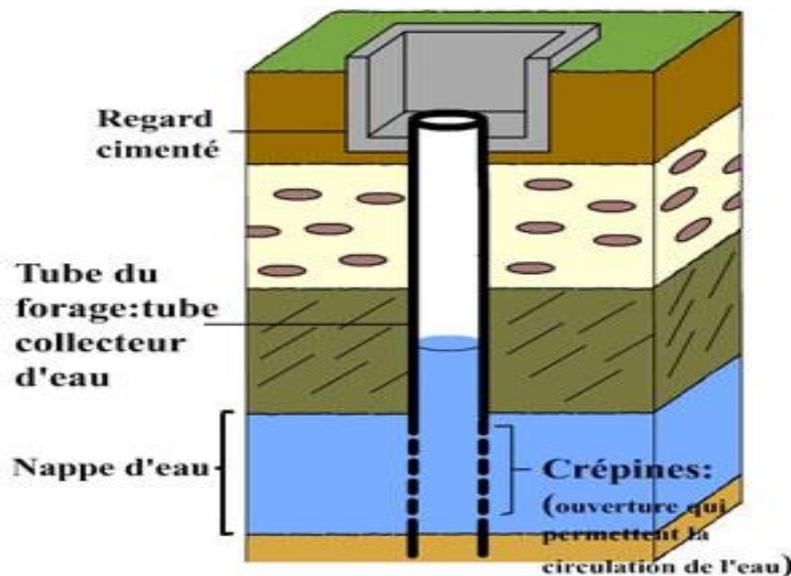


Figure 13 :Schème d'un forage.(Site internet 1)

Le forage se situe à Sidi Ziane, Cette zone d'implantation se caractérise par une densité de population très faible. Ce forage épargné de toute contamination polluante.

Ce forage est ancien, il est réalisé entre juillet 1986 et septembre 1986, Son débit initial est de l'ordre de 36 l/s, son niveau statique est de 18.8 m et sa profondeur est de 70m.

Cette ressource en eau alimente la région d'Ouadhia et la cité 200 logt (les allemands).

La coupe longitudinale représentée par la carte géologique du forage F11 de Ouadhia, Montre que la répartition géologique sur une profondeur de 70m est constituée en alternance par : Des couches de calcaires (argile et gros galets) d'argile et de gravier

De sale dans des basses profondeurs on, retrouve principalement les argiles. La nature de cette structure géographique est d'une grande importance dans la filtration des eaux souterraines ; et par conséquent dans la qualité de l'eau souterraines.

II-2-Barrage Tilesdite :

Le barrage Tilesdite est situé à environ 25km à l'Est de la wilaya de Bouira, il chevauche les deux sous bassins d'Oued Housse au nord et d'Oued Zaiane au sud et les affluents de l'Oued Sahel, lui-même affluent de l'Oued Soummam.

La retenue créée par le barrage à une capacité de 190 million m³, il couvre par son alimentation 12 communes de la wilaya de Bouira, tout en assurant l'irrigation des périmètres agricoles d'une surface de 3,800 hectares.

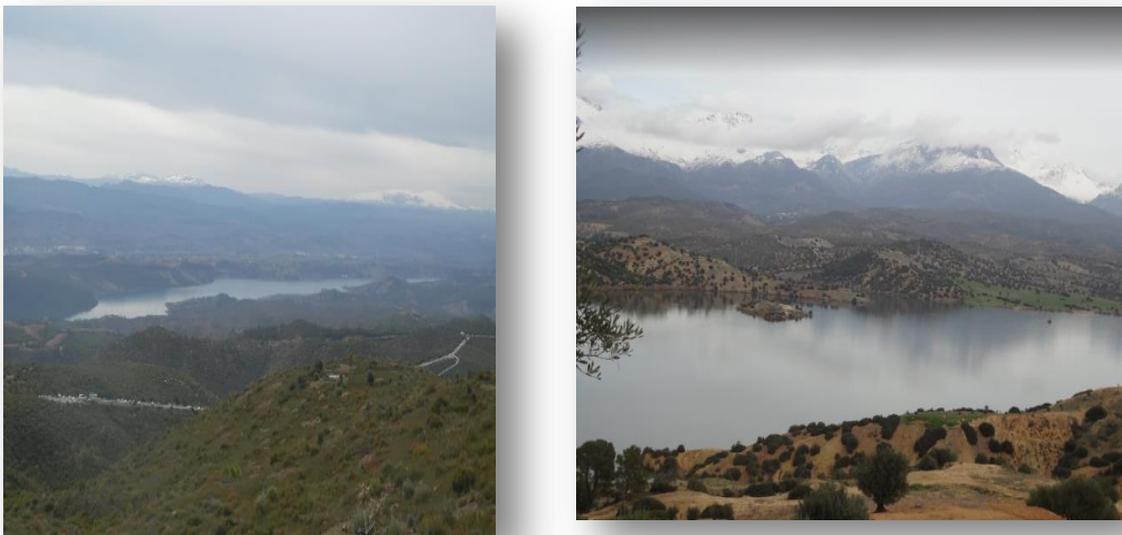


Figure 14:Barrage Tilesdite.(Site internet 1)

Le barrage de Tilesdite se situe dans la wilaya de Bouira, commune de Bechloul, Oued Housse. C'est un barrage en terre avec un déversoir à ciel ouvert. Il a été mis en eau en 2004 avec une capacité initiale de 164,550 Hm³ et une précipitation annuelle moyenne de 655mm/an. Il est doté d'une cote retenue normale de 454,30m, d'une surface du plan d'eau de 733,444 Ha et d'une surface du bassin versant de 843 Km². Il a été réalisé par l'entreprise russe ZARUBEZH Vodstroy après une étude effectuée par le bureau d'étude russe ZARUBEZH Vodstroy.

Le barrage de Tilesdite est limité au nord par la forêt de Haizer et la forêt de Azrou (canton Acerdoune, canton Bouchaoune et grande partie du canton AbridGuighil). Il est limité au sud par des terrains agricoles et les forêts domaniales des Azrous du canton trikTurk, à l'est par des terrains privés (agricoles, abandonnés) et les forêts des Azrous (une partie du canton AbridGuighil) et à l'ouest par des champs agricoles privés.

Concernant la géologie de la région est caractérisée par le bassin versant d'Oued Housse s'agit de conglomérat à rouge de sable, de galets, d'argile compacte imperméable. Pour le climat qui domine dans les plateaux d'el Asnam c'est bien que le climat méditerranéen (semi-aride). La végétation dominante qui entoure le barrage c'est les oliviers et on trouve aussi le pin et le sapin.

III-1-Méthodes d'analyse bactériologique

III-1-1- Méthodes de prélèvement

❖ Lavage et stérilisation

Les prélèvements bactériologiques doivent être recueillis dans des flacons soumis à un nettoyage rigoureux et à une bonne stérilisation.

Ces flacons sont plongés pendant 24 heures dans de l'eau contenant un détergent, après ce temps, nettoyé avec une brosse et un goupillon toutes les surfaces internes, on rince avec de l'eau du Robinet puis on réalise 3 à 4 rinçages avec de l'eau distillée, on laisse la verrerie sécher entre 60°C à 70°C

Ensuite on met quelques gouttes de thiosulfates de sodium pour rendre la fonction de chlore inactive dans les eaux ayant subi une désinfection au chlore après on passe à la stérilisation, elle se fait dans l'autoclave à 120 °C pendant 30 minutes.

❖ Mode de prélèvement

Le prélèvement présente l'étape la plus importante lors d'une analyse bactériologique d'une eau. Cependant de bons résultats ne peuvent être prononcés que si les échantillons ont été correctement prélevés

Les modes opératoires du prélèvement varient suivant la source d'eau, dans le cas des eaux distribuées par canalisation.

Le prélèvement se fait à partir d'un robinet, la manipulation s'effectue comme suit :

- Se laver soigneusement les mains et les avant bras, les rincer à l'alcool, laissé sécher.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 2 minutes après en fait de test de chlore.
- Fermer le robinet.
- On prend une pince en fer enrobée de coton et d'alcool, flamber énergiquement l'orifice du robinet pendant 1 minute.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 2 à 3 minutes pour refroidir avant de faire le prélèvement. Il est souhaitable de garder la flamme au-dessus du robinet.
- Prendre le flacon de la main gauche et flamber rapidement le bord du goulot et remplir avec l'échantillonne pas remplir entièrement, laisser O₂ pour ne pas suffoquer les germe. Flamber une deuxième fois le goulot et bien fermer, renvelopper le bouchon de papier aluminium.
- Etiqueter le prélèvement et inscrire sur un cahier.

❖ Transport et conservation au laboratoire

Dans le but d'éviter toute modification que peut subir l'eau dans le flacon, l'analyse doit être faite très rapidement.

Ainsi, lorsque la durée du transportés dépasse 1 heure et la température extérieure est supérieur à 10°C, les prélèvements doivent être transportés dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C

III-1-2- Analyse bactériologique

Le contrôle de la qualité microbiologie de l'eau repose sur la recherche d'indicateur de contamination fécale, qui est la contamination bactérienne la plus répondeuse, elle est suivie par la présence d'une bactérie témoin: l'Escherichia- coli, germe habituel de la flore intestinale des animaux et des hommes, qui se répand dans les matières fécales, la présence d'E-coli dans l'eau révèle une contamination fécale.

III-1-2-1-Recherche et dénombrement des coliformes

Le dénombrement est effectué selon le cas, par deux méthodes dans un milieu liquide ou solide :

- Technique des tubes multiples, (Dans le cas de l'eau brute).
- Technique de dénombrement par filtration sur membrane (dans le cas de l'eau traité ou l'eau de consommation).

A-Technique sur membrane filtrante

❖ Principe

Après filtration de l'eau à étudier, la membrane est déposée sur un milieu gélosé approprié .ceci permet aux colonies de coliformes de se développer préférentiellement au cours d'une incubation de 18 à24 heures, et sous un aspect suffisamment caractéristique pour autoriser un diagnostic présomptif, celui-ci peut d'ailleurs être confirmé par des repiquages judicieux.

❖ Méthode (Test présomptif)

- ✓ Mettre en marche la rompe à eau.
- ✓ Flamber la surface supérieure de la rampe de 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 de pince stérile (flambée et refroidir).
- ✓ 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 (100ml pour une eau désinfectée).
- ✓ 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 (ENDO) en prêtant et de ne pas piéger de bulle d'air.
- ✓ Incuber à 37°C la boîte de pétri, le couvercle vers le bas.

❖ Lecture

La lecture se fait après 24 heures d'incubation, toutes les colonies suspectes lactose positif (voir le tableau 1) sont comptées puis repiquées sur le milieu TSI pour confirmer l'utilisation de gaz caractère principal des coliformes.

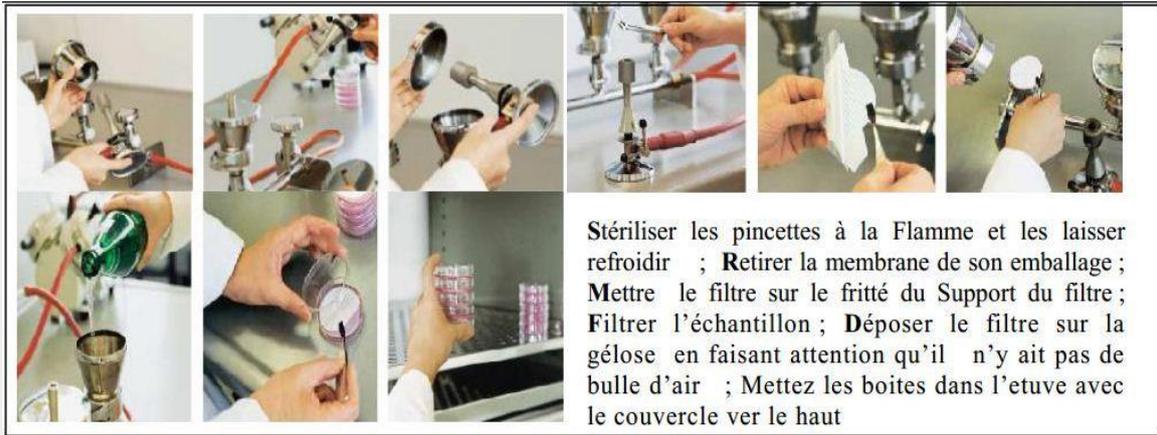


Figure 15 : Etapes d'analyse bactériologique des Coliformes totaux tests présomptifs (Milieu ENDO)(Site internet 1)



Figure 16 : Résultats d'analyse sur les Coliformes totaux (absence et présence).(Auteurs, 2019)

❖ **Tableau 1 :** aspect des colonies sur milieu ENDO

Colonies	Micro-organismes
Incolores claires	Lactose- négatif : salmonelles shigelles et autres
Rouge	Lactose positif
Rouge occasionnellement avec vert métallique	<i>Escherichia coli</i>
Rose à rouge	Entérobactérie, klebsilla, quelques citrobacterie et autres

B-Pour le milieu TSI (test confirmatif)

- Pour le milieu 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.
- Incuber à 37°C pendant 48 heures.
- La lecture se fait selon le tableau 2 et le résultat est donné en nombre de germes par 100ml



Figure 17: Etapes d'analyses bactériologiques pour la recherche des Coliformes totaux tests confirmatifs (Milieu TSI)(Auteurs, 2019)

❖ **Tableau 2:**Interprétation du milieu TSI

	Couche profonde	Plant incliné	Formation d'hydrogène sulfuré
<i>Enterobacteraerogenosa</i>	SG	S	-
<i>Enterobactercloacae</i>	SG	S	-
<i>Escherichia coli</i>	SG	S	-
Citrobacter	SG	S	+
Kleibsiella	SG		-

- **SG** : virage au jaune ainsi que formation de gaz. + : noircissement par formation d'hydrogène.
- **S** : virage au jaune par formation d'acide. - : pas de noircissement.

Les tubes présentant un virage au jaune + production de gaz sont considérés comme étant positif c'est-à-dire présence de coliforme totaux

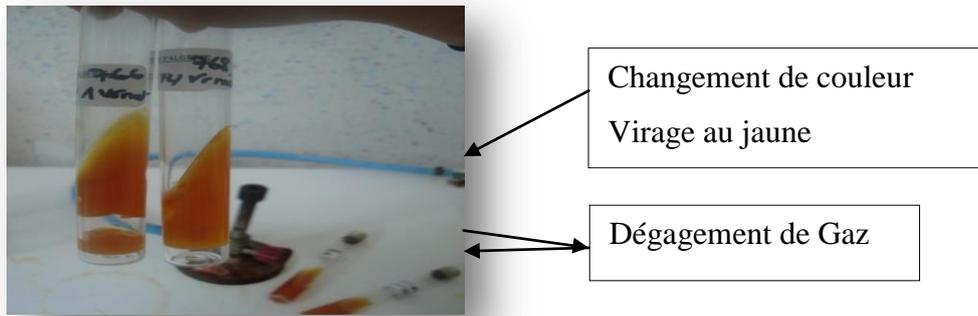


Figure 18: Exemple de La présence des Coliformes totaux Milieu TSI.(Auteurs, 2019)

III-1-2-1-2-Recherche des coliformes fécaux

Inoculer le contenu de chaque tube 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, incuber à 44°C pendant 24 heures.



Figure 19:la recherche des Coliformes Fécaux (Milieu Schubert)(Auteurs, 2019)

❖ Lecture des résultats

Après 24heures d'incubation, tous les tubes présentant une culture, du gaz dans la cloche et une sont considéré comme positifs, c'est-à-dire comme contenant des coliformes fécaux.

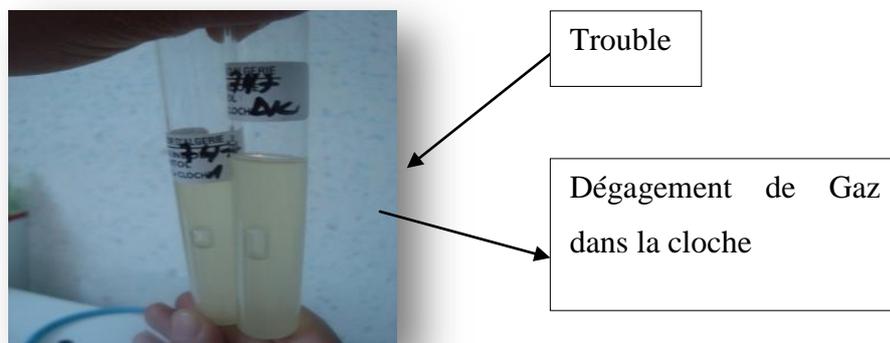


Figure 20: Exemple de résultat positif (la présence des Coliformes fécaux, Milieu Schubert)(Auteurs, 2019)

III-1-2-1-3-Recherche *Escherichia-coli*

Pour les tubes de Schubert positifs, ajouter trois gouttes de Kovacs, s'il y'a apparence d'un anneau rouge en surface implique la présence d'*E-coli*.



Figure 21: Exemple pour résultat de la recherche d'*E-Coli*.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Le résultat est donné en nombre de germes par 100ml

III-1-2-2-Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

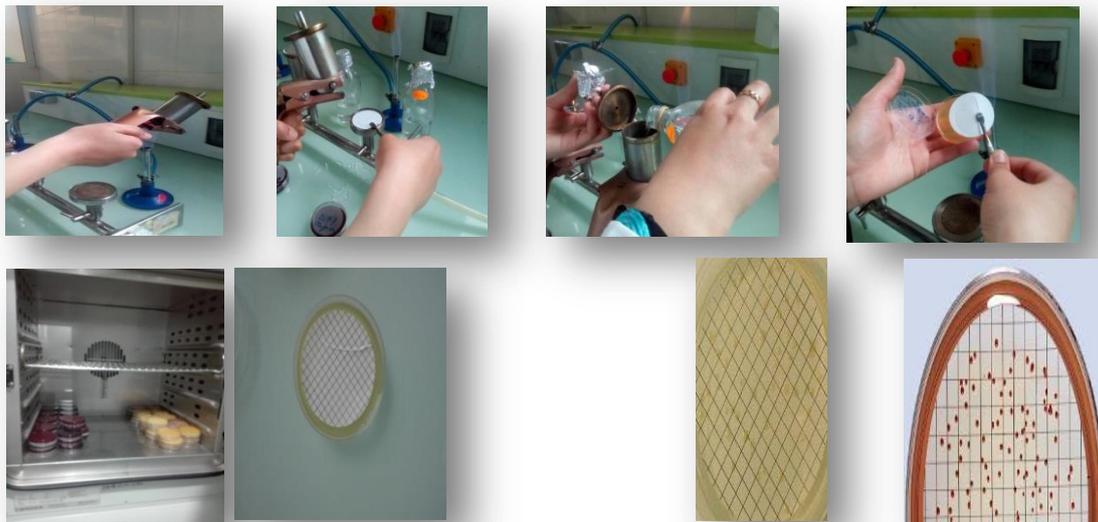
❖ Principe

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

❖ Méthode

- ✓ 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 Slanète.
- ✓ Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48 heures. (Test présomptif).

❖ **Test présomptif**



Résultat négatif

Des colonies roses ou marron ou jaune
(présence les streptocoques fécaux.)

Figure 22: Etapes d’analyse bactériologique de la recherche des streptocoques fécaux (test Présomptif).(Auteurs, 2019)

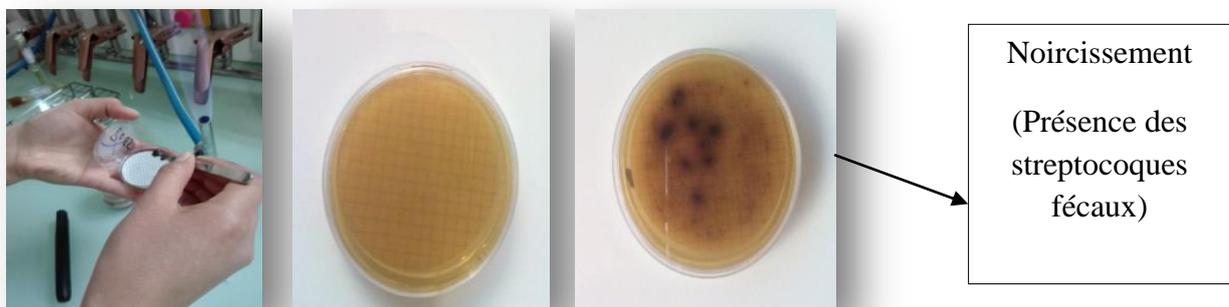
Les colonies roses ou marron ou jaune avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient les streptocoques fécaux.

❖ **Test confirmatif**

Pour la confirmation (test confirmatif), transférer la membrane sur le milieu BEA, incubé à 44°C. La lecture se fait après 2 à 3 heures.

La présence de noircissement implique la présence des streptocoques fécaux.

Toutes ces colonies sont comptées puis consignée sur registre.



Noircissement
(Présence des streptocoques fécaux)

Figure 23: Résultats d’analyse sur les streptocoques (absence et présence)(Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**
Le résultat est donné en nombre de germes par 100ml

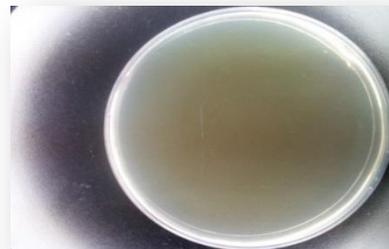
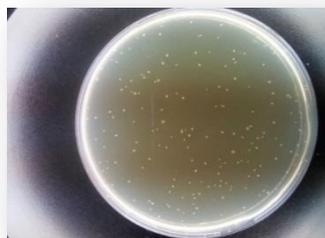
III-1-2-3-Recherche des germes totaux

❖ Principe

- Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau à analyser.
- Un volume précis d'eau est incorporé dans un milieu strictement défini et non sélectif.
- La lecture se fait après 24 h d'incubations à 37°C ou après 72h d'incubation à 22°C.

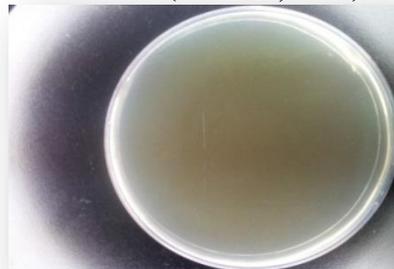


Figure 24: Etapes d'analyse bactériologique pour la recherche des germes totaux (à 22°C et à 37°C)(Auteurs, 2019)



_ Présence de germes à 22°C _ absence de germes à 22°C

Figure 25: Résultats d'apparitions des germes à 22 °C.(Auteurs, 2019)



_ Présence de germes à 37°C

absence de germes à 37°C

Figure 26:Résultats d'apparition des germes à 37 °C.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Dénombrer les colonies lenticulaires en masse par 1 ml d'eau analysé.

III-1-2-4-Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs**❖ Principe**

Après la destruction des formes végétatives par chauffage à 80°C, l'échantillon est incorporé dans un milieu de base fondu, additionné de sodium et d'alun de fer, après solidification et incubation, la présence de germes sulfito-réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

❖ Mode opératoire

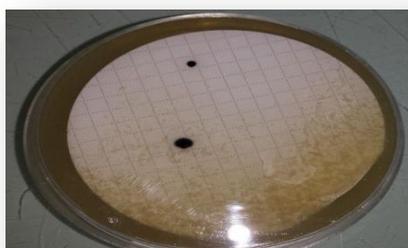
- ✓ Porter dans un flacon de 250 ml de l'échantillon à analyser.
- ✓ Elaborer pour le flacon un chauffage à 80°C, pendant 10 mn, puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique qui a pour but d'éliminer la forme végétative et permettre la formation des spores bactériennes de Clostridium sulfito-réducteurs).
- ✓ Stériliser la rampe de filtration par flambage.
- ✓ Placer le papier filtre (0,22 µm) dans la rampe de filtration.
- ✓ Evacuer l'eau (100 ml) de la rampe filtration.
- ✓ Retirer la membrane filtrante et la déposer dans une boîte Pétri.
- ✓ Verser le milieu de culture refroidi (viande-foie additionné d'alun de fer et de sulfite de sodium).
- ✓ Laisser solidifier.
- ✓ Incuber à 37°C pendant 24h

❖ Expression des résultats :

Est considéré comme spore de bactérie anaérobie Sulfito-réducteur toute colonie noire entourée d'un halo noire, exprimer les résultats en nombre de spore par 100 ml.



Figure 27: Etapes d'analyse bactériologiques de la recherche des *Clostridium*.(Auteurs, 2019)



Présence de *Clostridium*



absence de *Clostridium*

Figure 28: Résultats d'analyse sur les *Clostridium* (Exemple de la présence et d'absence)(Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**

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

III-2-Méthodes d'analyse physico-chimique

❖ Échantillonnage

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre une partie adéquate (représentative) du milieu à étudier, alors que l'échantillonnage consiste à retenir une fraction du prélèvement sur laquelle sera effectuée l'analyse.

Globalement, il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux de points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable.

Quel que soit la qualité d'eau à analyser, ces résultats ne sont valables que dans les conditions suivantes :

- l'échantillon doit contenir une quantité suffisante pour effectuer toutes les analyses.
- cet échantillon n'est pas altéré entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.

❖ Mode de prélèvement

Le prélèvement est effectué dans des flacons en verre, ces flacons sont rincés préalablement avec de l'eau distillée. Premièrement il faut ouvrir le robinet et laisser couler l'eau pendant quelques minutes, ensuite faire le test de chlore à l'aide du DPD₁ ou DPD₄ et enfin prendre le flacon et rincer trois fois avec l'eau à analyser, puis remplir jusqu'au bord. (Manuel de laboratoire de l'ADE)

❖ Transport et conservation au laboratoire

Les analyses physico-chimiques doivent s'effectuer avant 24 heures après le prélèvement. Le transport des échantillons doit se faire obligatoirement dans une glacière à une température variant entre 4 et 6°C. (Manuel de laboratoire de l'ADE)

III-2-1-Détermination des paramètres d'analyse physico-chimique

Les principaux paramètres physico-chimiques déterminés dans l'analyse de l'eau de consommation sont : La turbidité, la conductivité, le pH, la température, l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les phosphates, le TAC, le TH, le calcium et les chlorures. (Manuel de laboratoire de l'ADE).

III-2-1-1-Paramètres physiques

Test de chlore

❖ Objectif

Pour avoir l'efficacité de la désinfection en s'appuyant sur les paramètres de pollution

❖ Principe

La détermination de la concentration du chlore résiduel (libre et combiné) dans l'eau en mg/l, par la méthode comparative

❖ Mode opératoire

- ✓ On prend un tube à essai et on le rince avec de l'eau à examiner.
- ✓ remplir le tube avec de l'eau à analyser.
- ✓ ajouter du DPD l'apparition de la couleur rose veut dire qu'il y a une présence du chlore.
- ✓ placer le tube dans le colorimètre (comparateur).
- ✓ estimer la concentration du chlore selon le degré de coloration (chaque couleur correspond à une certaine concentration).



Figure 29: Appareil et matériel pour le test de Chlore.(Auteurs, 2019)

🌈 Turbidité (Tur)

La méthode utilisée pour la détermination de la turbidité repose sur le principe de la néphélométrie.

❖ Objectif

Pour avoir si la présence des matières comme les mes colloïdale et dans l'eau

❖ Principe

La turbidité d'une eau est causé par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain se silice, micro-flocs,...), celles-ci atténuant 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 turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide du à la présence de matière non dissoute

❖ Réactifs

- Standards :
 - <0,1 NTU formazine (100ml).
 - 20 NTU formazine (100ml).
 - 200 NTU formazine (100ml).
 - 400 NTU formazine (100ml).

❖ Mode opératoire

- ✓ Etalonner l'appareil à 0 avant l'utilisation.
- ✓ Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé.
- ✓ Placer la cuvette dans le turbidimètre.
- ✓ Effectuer rapidement la mesure.
- ✓ Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure



Figure 30: Turbidimètre et la Cuve.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en NTU

🌈 Conductivité (Cond)

Elle se fait avec un appareil appelé conductivimètre.

❖ Objectif

Avoir la capacité de l'eau à conduire le courant électrique en présence des sels minéraux.

❖ Le principe

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau, elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution, l'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (s/m) mais elle est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{s/m}$).

❖ Réactifs :

- Standard de conductivité à $1000\mu\text{s/m}$.
- Standard de conductivité à $1413\mu\text{s/m}$.

❖ Mode opératoire

- ✓ Rincer la verrerie avant l'usage avec de l'eau distillée.
- ✓ Allumer le conductimètre.

- ✓ Rincer la sonde à conductimètre d'abord avec de l'eau distillée.
- ✓ Prendre environ 100ml d'eau à analyser, dans un bécher.
- ✓ Tremper l'électrode de conductimètre dans le bécher.
- ✓ Il faut attendre la stabilisation de la lecture avant de prendre la valeur.



Figure 31: Etapes de mesure la conductivité.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$

🚦 Détermination du potentiel d'hydrogène (PH)

❖ Objectif

Caractériser son influence sur le réseau de distribution (effet de corrosion, l'effet de l'entartrage) et sur la santé humaine

❖ Principe

La détermination électro métrique du PH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

❖ Réactif :

- Eau distillée.
- Solution tampon à PH 4,01 ($\pm 0,02$ à 25°C)
- Solution tampon à PH 7,00 ($\pm 0,02$ à 25°C)
- Solution tampon à 10,00 ($\pm 0,02$ à 25°C)
- Solution de KCl à 3 mol/l.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Allumer le pH mètre.
- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- ✓ Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un petit bécher.
- ✓ Tremper l'électrode du pH mètre dans le bécher.
- ✓ Laisser stabiliser un moment puis noter le pH.



Figure 32: Les étapes de mesure le PH. (Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Les résultats sont obtenus directement à partir de la lecture au pH

🇫🇷 Détermination de la Température($T^{\circ}\text{C}$)

❖ Objectif

La température à une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux souterraines ou superficielles.

❖ Principe

La détermination de la température est relevée directement à l'aide d'un thermomètre digital intégré au conductivimètre, elle est exprimée en $^{\circ}\text{C}$.

❖ Mode opératoire

- ✓ On plonge la sonde munie d'un thermomètre dans un bécher qui contient les échantillons à analyser.
- ✓ On laisse le conductivimètre se stabiliser
- ✓ On effectue la lecture et on la rapporte sur le protocole d'analyse.

III-2-1-2-Paramètres de pollution

🇫🇷 Dosages des nitrites (NO^{2-})

❖ Objectif

La pollution de l'eau par les produits azotés et indique que l'eau est polluée.

❖ Principe

Les ions nitrites réagissent en milieu acide (PH=1,9) 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 ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le di chlorhydrate de N-(naphthyle-1) daïmio-1,2 éthane ($\text{C}_{12} \text{H}_{16} \text{C}_{12} \text{N}_2$) qui est mesure spectromitriquement à la longueur d'onde $\lambda=540\text{nm}$.

❖ Réactif :

- Réactif coloré : (réactif dangereux)

❖ Mode opératoire

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1 ml de réactif coloré.
- ✓ Homogénéiser immédiatement en faisant tourbillonner et compléter à 50 ml, le pH doit être de 1,9, laisser reposer 20 min. (résultats positifs, changement de couleur : transparent à rose)
- ✓ Effectuer les lectures à la spectrophotométrie à la longueur d'onde de 540 nm.

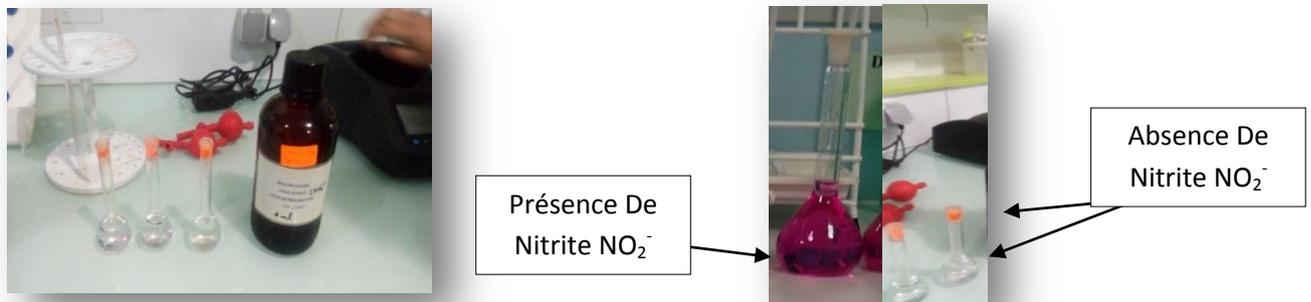


Figure 33: Résultats d'analyse sur les nitrites.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Pour obtenir la teneur en nitrite NO_2^- multiplier ce résultat par 3,29

🌈 Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

Méthode spectrophotométriquement

❖ Objectif

La mesure de l'ammonium (NH_4^+) indique que l'eau est polluée.

❖ Principe

L'ammonium réagit avec les ions hypochlorite (qui sont générés par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium) pour former des chloramines qui vont réagir par la suite avec le salicylate de sodium à PH 12,6 en présence de Nitrosé-penta-cyanoferrate III pour former un composé bleu, du citrate de sodium est incorporé aux réactifs pour masquer l'interférence des cations, notamment le calcium et le magnésium.

Le composé vert est dosé spectrophotométriquement à la longueur d'onde $\lambda_{\text{max}}=655$ nm.

L'application de cette méthode aux très chlorées ou salées nécessite une distillation préalable.

❖ Réactif :

- Solution de dichloroisocyanurate de Na.
- Réactif coloré.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Prendre 40ml de l'échantillon à analyser dans une fiole jaugée de 50 ml.
- ✓ Ajouter 4 ml du réactif coloré et homogénéiser.
- ✓ Ajouter 4 ml de la solution de dichloroisocyanurate de Na et homogénéiser, le pH doit être égal à 12,6.
- ✓ Compléter jusqu' à 50 ml d'eau distillée.
- ✓ Laisser reposer pendant au moins 1 heure.
- ✓ Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655 nm

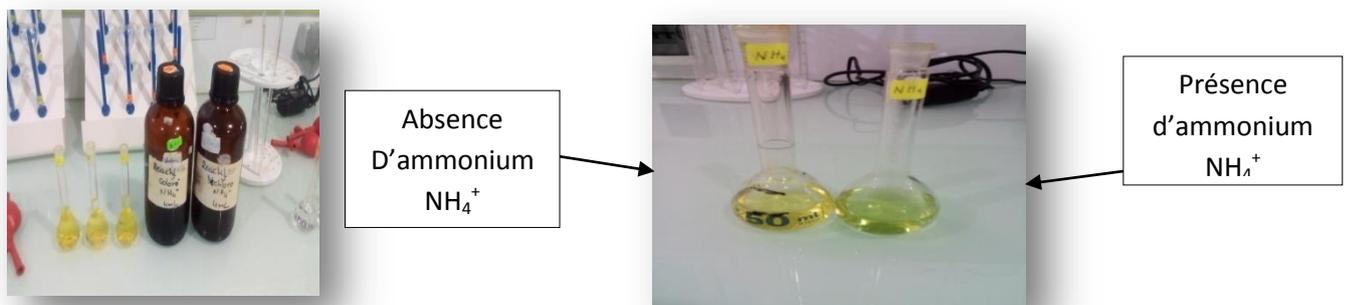


Figure 34: Résultats d'analyse sur l'ammonium.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Le résultat donne la teneur en azote ammoniacal exprimée en mg/l de N pour obtenir la teneur en NH_4^+ en multiplier ce résultat par 1,28.

🌈 Détermination des phosphates (PO_4^{3-})

❖ Objectif

On mesure les phosphates parce que sa présence dans l'eau atteste que la source de pollution est à cause du détergent.

❖ Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec molybdate d'ammonium et le tartrate doublée d'antimoine et de potassium, réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption.

❖ Réactifs :

- Solution molybdate acide.
- Solution d'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ à 100g/l.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1 ml d'acide ascorbique, et agiter.
- ✓ Ajouter 2 ml de la solution de molybdate.
- ✓ Compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée.
- ✓ Laisser reposer pendant 10 à 30 minutes. (résultats positifs ,changement de couleur : transparent à bleu)
- ✓ Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

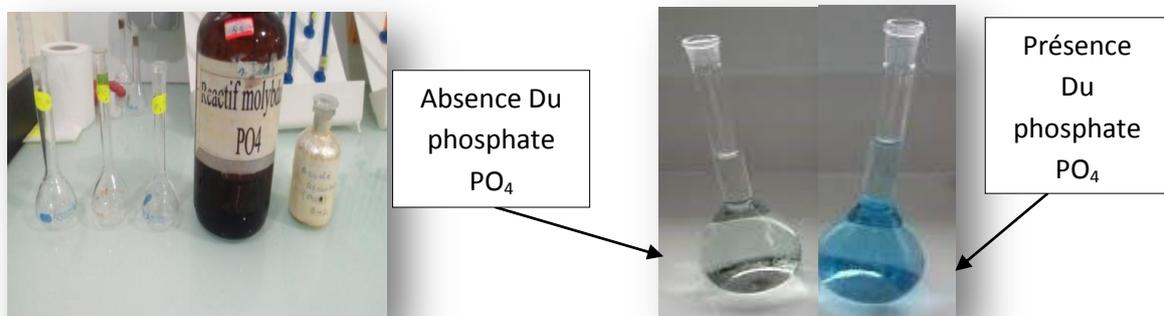


Figure 35: Résultats d'analyse sur le phosphate. (Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

Le résultat donne la teneur en phosphore est exprimée en mg /l Pour obtenir la teneur en ortho phosphates PO_4^{3-} , multiplier le résultat par 3,06.

🚦 Dosage des nitrates (NO_3^-) :

Méthode spectrophotométriquement.

❖ Objectif :

On mesure les nitrates parce que sa présence dans l'eau atteste que la source de pollution est organique.

❖ Principe :

En présence salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitroslicylate de sodium, coloré en jaune qui est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda=415$ nm.

Pour le dosage de nitrate, n'utiliser qu'une solution claire et les échantillons turbides doivent être filtré sur membrane 0,45 μ m.

❖ Réactifs :

- Solution de salicylate de sodium à 1% : à renouveler toutes les 24 heures
- Acide sulfurique concentré (d=1,84).
- Solution d'azoture de sodium NaN_3 .
- Solution d'hydroxyde de sodium NaOH .
- Acide acétique.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Prendre 10 ml d'eau à analyser.
- ✓ Alcaliniser faiblement avec la solution Na OH .
- ✓ Ajouter 0,5 ml de la solution azoture de sodium NaN_3 .
- ✓ Ajouter 0,2 ml d'acide acétique.
- ✓ Attendre 5 minutes puis évaporer à sec au bain marie ou dans une étuve porter à 75-80°C. Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, mélangé puis évaporer, laisser refroidir.
- ✓ Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique concentré ayant de soin de l'humecter complètement, attendre 10minutes.
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée avec un distributeur.
- ✓ Ajouter 10 ml de solution de l'hydroxyde de sodium Na OH qui développe la couleur jaune.
- ✓ Laisser reposer pendant au moins 15 minutes.
- ✓ Effectuer la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm.

❖ Expression des résultats :

Le résultat donne la teneur en azote nitrique exprimé en mg/l pour obtenir la teneur en nitrates NO_3^- , multiplier ce résultat par 4,43

III-2-1-3-Minéralisation globale**🌈 Détermination de calcium (Ca^{2+})**

Méthode titrage à l'E.D.T.A

❖ Objectif

On mesure le calcium pour connaître la concentration de Ca^{2+} dans l'eau

❖ Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA (éthylène diamine tétra acétyle) à PH compris entre 12-13.

Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE, l'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calcium libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur vire alors de la couleur rouge à la couleur violette.

❖ Réactifs :

- Solution d'EDTA ($C_{10}H_{14}N_2O_9 \cdot 2H_2O$).
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 2N.
- Indicateur colorée Murexide ($C_9H_8N_6O_6$).

❖ Mode opératoire :

- ✓ prendre 50 ml de l'échantillon dans un Erlenmeyer de 100 ml.
- ✓ Ajouter 2 ml de Na OH à 2 N.
- ✓ Ajouter du Murexide (0,2g) puis mélanger.
- ✓ Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A (verser lentement) jusqu'au virage violet.

La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A.

Virage violet
après titrage
par l'E.D.T.A



Figure 36: Résultat de Dosage de Calcium.(Auteurs, 2019)

❖ Expression des résultats :

- $[Ca^{2+}] = V \times 8 \times F$
- $[Mg^{2+}] = [V_1 - V_2] \times 4,8 \times F$

V : le volume de l'EDTA nécessaire pour la détermination de la concentration de Ca^{2+}

V_1 : Le volume de TH.

V_2 : Le volume de Ca^{2+}

F : facteur de correction du titre d'EDTA (F=1)

🧪 Détermination de la dureté totale (TH)

Dosage de la somme de calcium et magnésium ; complexométrie E.D.T.A

❖ Objectif

Pour classer l'eau si elle est dure ou moyennement dure.

❖ **Principe**

Les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont titrés par complexométrie avec une solution de l'EDTA à un PH de 10, le mordant noir est utilisé comme indicateur qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence de ces ions.

L'EDTA réagit avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libres puis au point d'équivalences, avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

❖ **Réactifs :**

- Solution de l'EDTA ($\text{Ca}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}_2, 2\text{H}_2\text{O}$) = 0,01 mol/l
- Solution tampon pH=10,1
- Indicateur colorée : mordant noir 11 (Noir erichrome).

❖ **Mode opératoire :**

- ✓ Prendre 50 ml d'échantillon dans un Erlenmeyer de 100 ml.
- ✓ Ajouter 4 ml de la solution tampon.
- ✓ Ajouter 3 gouttes de noir eriochrome.
- ✓ (La solution doit se coloré en rouge foncé violet et sont pH doit être de 10)
- ✓ Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A (verser rapidement au début puis lentement vers la fin) jusqu'au virage bleu.
- ✓ La couleur ne doit plus changée avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A.



Figure 37:Résultat de Dosage de TH.(Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**

❖ A partir des concentrations de Ca et Mg en peut déterminer la dureté de l'eau selon la formule suivante : $\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$

❖ Cette loi est applicable lorsque la dureté est en F° , et lorsque la dureté est en (mg/l) on applique la loi suivants : $\text{TH} = \text{VTH} \cdot 20 \cdot \text{F}$

✚ Détermination de l'alcalinité (T.A.C)

La méthode utilisée repose sur le principe de l'alcalimétrie

❖ Objectif

Pour avoir l'alcalinité de l'eau à la présence d'hydrogencarbonates et de carbonate et d'hydroxydes

❖ Principe

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates, carbonate et hydroxydes.

Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates (HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^-)

❖ Réactifs

- Solution d'acide chlorhydrique à 1N.
- Solution Acide chlorhydrique HCl 0,02N.
- Solution de méthylorange à 0,5%.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Prendre 100 ml d'échantillon à analyser
- ✓ Ajouter 2 gouttes de solution de méthyle orange (coloration jaune).
- ✓ Titrer avec la solution HCl à 0,02 N jusqu'au virage du jaune ou jaune orange (pH = 4,3)
- ✓ S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration jaune orange ou rose orange (pH = 4).
- ✓ Soit V' le volume d'acide versés depuis le début du dosage, retrancher de ce volume 0,5ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur

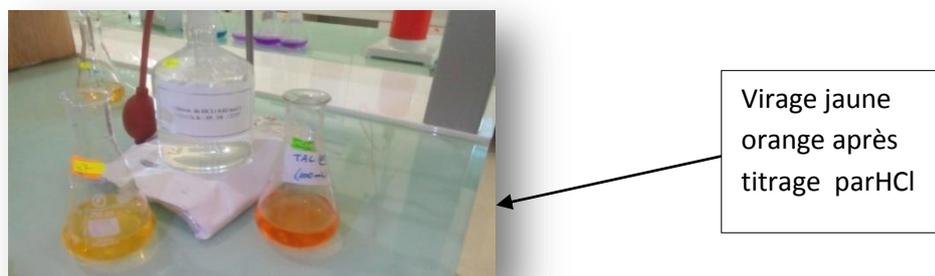


Figure 38:Résultat de dosage de TAC. (Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**❖ **TAC:** mg/l CaCo₃; $TAC = (V' - 0,5) \cdot 10$ $F^{\circ}_{TAC} = V' - 0,5$.

❖ V': le volume de titrage.

❖ Voici un exemple d'analyse effectué au sein du laboratoire de Bouira pour le TAC (changement de couleur orange ver jaune)

Remarque : Le TA est nul, ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le PH est inférieur à 8,3.

🧪 Dosages des chlorures (Cl⁻)

Titration au nitrate d'argent- méthode de Mohr.

❖ **Objectif**

Le but de cette analyse est de connaître la teneur en ions chlorures présents dans l'eau.

❖ **Principe**

Les ions chlorures réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui précipitent quantitativement, addition d'un petit excès d'ions argent et formation de chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate 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.

❖ **Réactifs**

- Nitrate d'argent (0,02 mol/l).
- Chromates de potassium (K₂CrO₄)

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1 ml de chromate de potassium K₂CrO₄ (coloration jaunâtre).
- ✓ Titrer avec nitrate d'argent Ag NO₃ à 0,02N jusqu'à coloration brun rougeâtre.
- ✓ après addition d'une goutte de la solution Na Cl.
- ✓ Cette coloration doit disparaître.

❖ **Essai à blanc**

Utiliser 100 ml de l'eau distillée à la place de l'échantillon (la valeur ne doit pas dépasser 0,2 ml d'Ag NO₃).



Virage brun
rougeâtres après
titrage par AgNO_3 à
0,02N

Figure 39: Résultat de dosage de Chlorure. (Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**

$$\text{mg/l Cl}^- = (V_{\text{AgNO}_3} - V_{\text{blanc}}) \times 7,1 \times F.$$

V_{AgNO_3} = Volume AgNO_3 à 0,02 mole /l nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

V_{blanc} = Volume AgNO_3 à 0,02 mole /l pour le dosage du blanc.

F : facteur de correction du titre d' AgNO_3

✚ **Dosages des sulfates (SO_4^{2-})**

Méthode spectrophotométriquement

❖ **Objectif**

On mesure le sulfate parce qu'il indique la présence des effluents et de dépôts industriels.

❖ **Principe**

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé à l'aide d'une solution de Tween 20 ou de polyvinyle-pyrrolidone, les suspensions homogènes sont mesurées au spectrophotomètre à $\lambda = 650 \text{ nm}$.

➤ **Réactifs**

- Solution d'acide chlorhydrique au 0,1 N.
- Solution stabilisante de chlorure de baryum ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 10g.

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1ml de HCL N/10.
- ✓ Ajouter 5ml de la solution BaCl_2 , stabilisée.
- ✓ Agiter 2 ou 3 fois énergiquement, laisser au repos pendant 15mn, agiter à nouveau, effectuer les lectures à $\lambda = 650 \text{ nm}$.



Figure 40: Analyse des sulfates.(Auteurs, 2019)

III-2-1-4-Paramètres indésirables :

🌈 Le fer (Fe^{2+})

Méthode spectrophotométrique

❖ Objectif

On mesure le fer pour rechercher la pollution dans les eaux de distribution.

❖ Principe

Addition d'une solution de phénanthroline-1,10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge à une longueur d'onde d'environ 510 nm.

Pour le dosage du fer total et de fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le fer III et fer II.

Si du fer non dissous, des oxydes de fer ou des complexes du fer sont présent, un prétraitement est nécessaire pour mettre ces composés en solution.

Le complexe fer II –phénanthroline-1.10 est stable dans l'intervalle de PH de 2,5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de fer II présent, la relation entre la concentration et l'absorbance est linéaire jusqu'à une concentration de 5 mg de fer par litre, le maximum d'absorbance se situe à environ 510 nm.

➤ Réactifs :

- Acide sulfurique pur ($d = 1,84 \text{ g/ml}$).
- Solution acétate tampon.
- Solution chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Solution phénanthroline.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Prendre 50 ml d'eau analysée acidifié (1 ml $\text{H}_2\text{SO}_4/100 \text{ MI}$)
- ✓ Ajouter 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylamine
- ✓ Mélanger bien la solution

- ✓ Ajouter 2 ml de solution Tampon acétate, le pH doit être compris entre 3,5 et 5,5
- ✓ Ajouter 2 ml de la solution phénanthroline 1-10
- ✓ Conserver à l'obscurité pendant 15 mn
- ✓ Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 510 nm



Figure 41: Analyse de fer. (Auteurs, 2019)

❖ **Expression des résultats :**

Le résultat est exprimé en mg/l de Fe^{2+}

🧪 **Oxydabilité au permanganate de potassium en milieu acide (matière organique)**

Méthode volumétrie

❖ **Principe**

Le but de cette méthode est d'appréhender la teneur en matière organique présente dans l'eau. 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.

➤ **Réactif**

- Acide sulfurique à 735 g/l.
- Solution mère de KMnO_4 à 0,1N.
- Solution fille de KMnO_4 à 0,01, N.
- Solution d'acide sulfurique à 196 g/l.
- Solution mère d'oxalate de sodium ($\text{C}_2\text{Na}_2\text{O}_4$) à 0,01 N
- Solution fille d'oxalate de sodium à 0,01N

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 25 ml d'eau à analyser
- ✓ Ajouter 5 ml d'acide sulfurique (196 g/l) et mélanger en agitant doucement
- ✓ Placer le flacon au bain-marie pendant $10 \text{ mn} \pm 2 \text{ mn}$
- ✓ Ajouter 5 ml de la solution de KMnO_4 . 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 KMnO_4 à 0,01N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistant environ 30 s .Noter le volume $V_{\text{Écha}}$.
- ✓ Procéder à un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sur 25 ml d'eau distillée, soit V_0 le volume de KMnO_4 utilisé (V_0 doit être inférieur à 0,3ml)

❖ **Expression des résultats :**

La quantité de matières oxydables par le permanganate exprimée en mg/l



Figure 42: Analyse de la matière organique.(Auteurs, 2019)

Chapitre III : Résultats et discussions

Les principaux résultats des analyses physico-chimiques réduites et complètes, des paramètres de pollution et des analyses bactériologiques de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) et de l'eau de consommation de forage Ouadhia (**AB1**) destinée à la consommation sont récapitulés respectivement dans les tableaux (3,4,5 et 6).

I-Analyses physico-chimiques réduites (ACR)

Les Analyses chimiques réduites sont des analyses journalières qui se font pour déterminer la qualité d'eau destinée aux consommateurs, et ça sur la base des normes adoptées.

Les résultats d'analyse de 4 échantillons prélevés pendant la période du 04/03/2019 au 21/05/2019 sont récapitulés dans le tableau 3 :

Tableau3: Résultats d'analyses physico-chimiques réduites (ACR)

A.C.R Dates	T°		PH		Cond		TDS		Sal		Tur		Test de chlore	
	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2
04/03/2019	18.3	18.5	7.51	7.87	1128	767	566	374	0.7	0.4	0.30	0.36	0.3	0.3
19/03/2019	17.4	18.8	9.96	7.88	1146	670	541	369	0.6	0.3	0.85	0.46	0.5	0.3
29/04/2019	14.3	16.2	7.91	8.20	1113	687	545	334	0.5	0.3	0.10	0.19	0	0.4
21/05/2019	19.6	21.9	7.51	8.01	1100	688	541	335	0.5	0.3	0.42	0.41	0.2	0.1
La moyenne	17.4	18.8	7.47	7.99	1121	703	549	353	0.5	0.3	0.41	0.35	0.2	0.2
Les normes	25		6.5_9		2800		-		1,5%		5		0.6	
Unité	C°		-		µs/Cm		-		-		NTU		Mg/l	

I-1-Température

La température de l'eau, est un facteur écologique qui entraîne d'importantes réparations écologiques_(T°c'est un facteur limitant qui détermine la distribution des organismes). Elle agit sur la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous de même sur les réactions chimiques, le développement et la croissance des organismes vivants dans l'eau et particulièrement les micro-organismes.

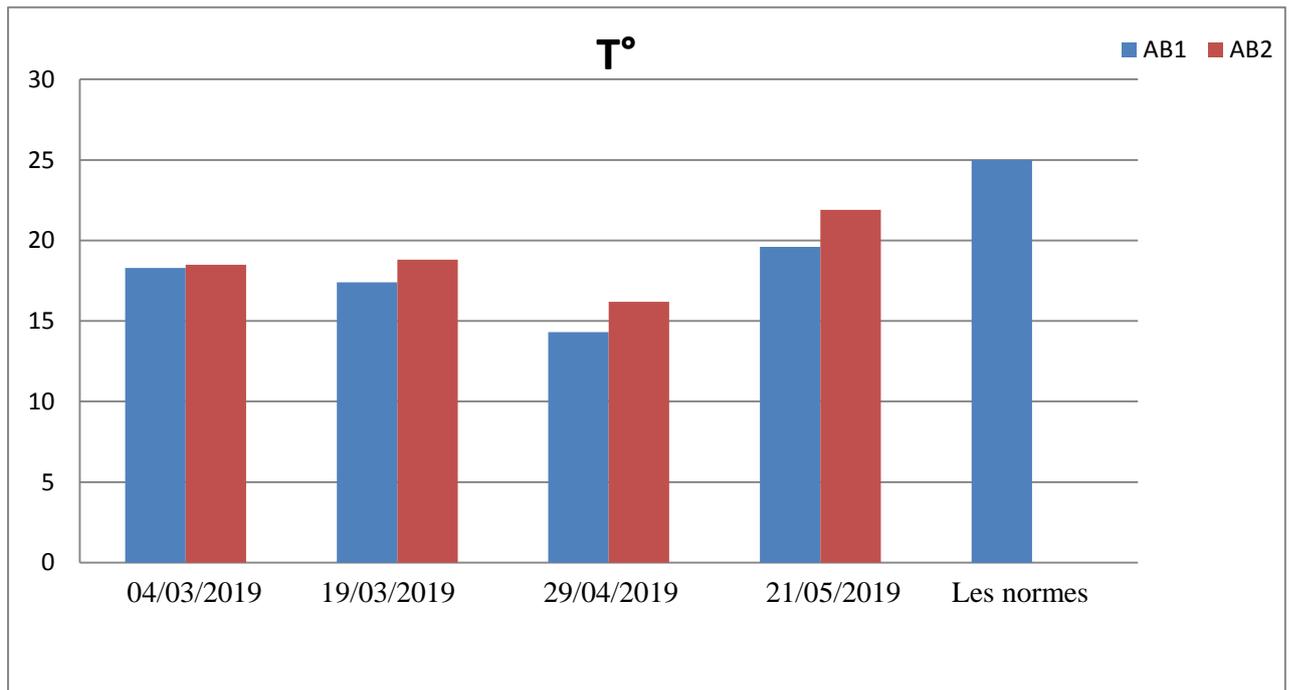


Figure 43: Histogramme d'évolution de la température

A partir du graphe de la figure 43, on remarque que la température de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (AB2) varie entre 16,2°C et 21,9°C, ce qui est due aux températures saisonnières; par contre la température de l'eau de consommation de forage Ouadhia (AB1) varie entre 14,3°C et 19,6°C. Au moyenne, un écart de température de l'ordre de 1,4°C est enregistrée (Tableau 3) entre l'eau de consommation de barrage Tilesdite (AB2) et l'eau de consommation de forage Ouadhia(AB1), cette dernière est plus froide que l'eau de barrage de Tilesdite. Sachant que la température des eaux souterraines est toujours constante mais les prélèvements ont été faits chez le consommateur c'est pourquoi il y a une légère fluctuation de la température à cause de réseau de distribution.

Ces valeurs restent conformes aux normes Algériennes dont la valeur admissible est de 25°C.

I-2-PH

Le PH de l'eau mesure la concentration en ions H^+ contenant dans l'eau, le PH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci, de la nature des terrains traversés. Il interfère avec d'autres paramètres de qualité dans de complexes réactions chimique.

Le PH joue un rôle primordial à la fois dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) qui influe sur le réseau de distribution surtout si le PH acide il ya le phénomène de corrosion et si le PH est basique il ya le phénomène d'entartrage et dans les processus biologique.

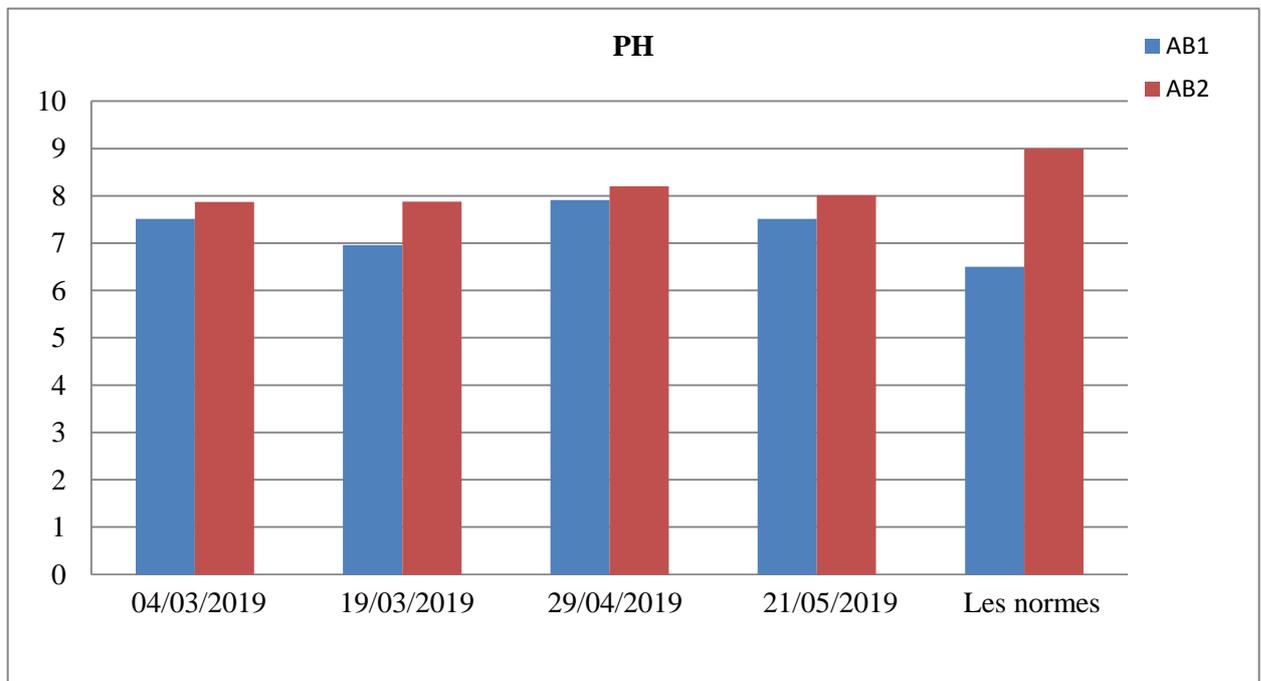


Figure 44: Histogramme d'évolution de PH

Selon les résultats obtenus et l'analyse du graphe de la figure 44, les valeurs de PH de l'eau de consommation du forage Ouadhia(**AB1**) varie de (6,5 à 7,91), ces résultats révèlent que le PH est généralement de neutre à alcalin.

La variation de PH de l'eau de consommation de barrage Tilesdite(**AB2**) varie de (7,87 à 8,1), ces valeurs représentent un eau légèrement alcalin, liées à la nature des terrains traversés, cette valeur est conforme aux normes qui donne un pré justice de l'efficacité des traitements.

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes donc la valeur admissible est de (6,5 à 9).

I-3-Conductivité

La mesure de la conductivité constitue une bonne appréciation du degré de minéralisation d'une eau, elle est liée à la présence des sels dissous. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 45.

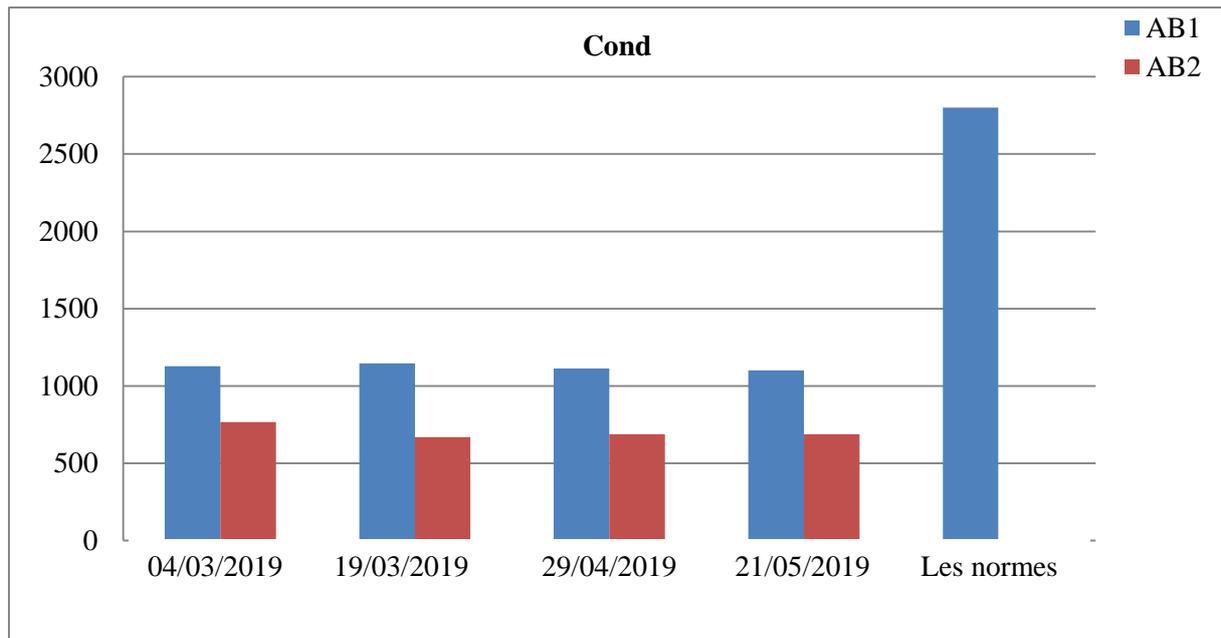


Figure 45: Histogramme d'évolution de la conductivité

A partir du graphe de la figure 45, on remarque que la conductivité de l'eau de consommation de barrage Tilesdite(AB2) varie de ($670\mu\text{s}/\text{cm}$ à $767\mu\text{s}/\text{cm}$) ce qui traduit une eau de bonne qualité en termes de conductivité d'après le guide des analyses de l'eau potable 1998, liée à la nature géologique des terrains traversés (cela est dû au type de sol, AB1 est riche en sels minéraux par rapport au barrage Tilesdite (AB2).

La conductivité de l'eau de consommation de forage Ouadhia(AB1) varie de $1100\mu\text{s}/\text{cm}$ à $1146\mu\text{s}/\text{cm}$, nous remarquons que les valeurs sont élevées par rapport à l'eau de barrage et ça est dû à la richesse de terrain géologique par les sels minéraux sachant que plus l'eau est chargée des sels minéraux plus sa conductivité est élevée .

Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes dont la valeur maximale admissible est de $2800\mu\text{s}/\text{cm}$, et elles traduisent une eau de bonne qualité en terme de conductivité.

I-5-TDS

Taux des solides dissous (TDS) Il représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent les cations tels : ion calcium, ion magnésium, ion potassium et ion sodium et les anions comme les ions carbonate, les ions nitrate, les ions chlore et les ions sulfate. Les sources d'eau minérales contiennent de

l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles se sont formées à travers des roches riches en sels. (Wahiba BENCHEIKH.,2012)

Selon les résultats obtenus en remarque que la concentration des eaux de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) varie entre (334 – 374 mg/l) et celle de forage Ouadhia (**AB1**) varient entre (541 – 566mg/l).

Remarque : tout ce que les valeurs de la TDS est élevée tout ce qui affectait le goût de l'eau.

I-4-Salinité

La salinité traduit le caractère salin de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre. Les mesures de la salinité de l'ensemble des échantillons ont montré des valeurs comprises entre 0.3 à 0.7% qui sont inférieures à celle exigée par la norme algérienne 1,5%.

La salinité de l'eau de consommation de forage Ouadhia(**AB1**) est plus élevée que celle de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**).

La salinité est la masse des sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations et d'anion régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. (GAUJOUS D)

Lorsque la salinité est élevée, la conductivité augmente parce qu'elle est liée aux sels minéraux présents dans l'eau.

I-6-Turbidité

La turbidité de l'eau c'est la présence de matière en suspension (MES) qui donne un aspect trouble à l'eau.

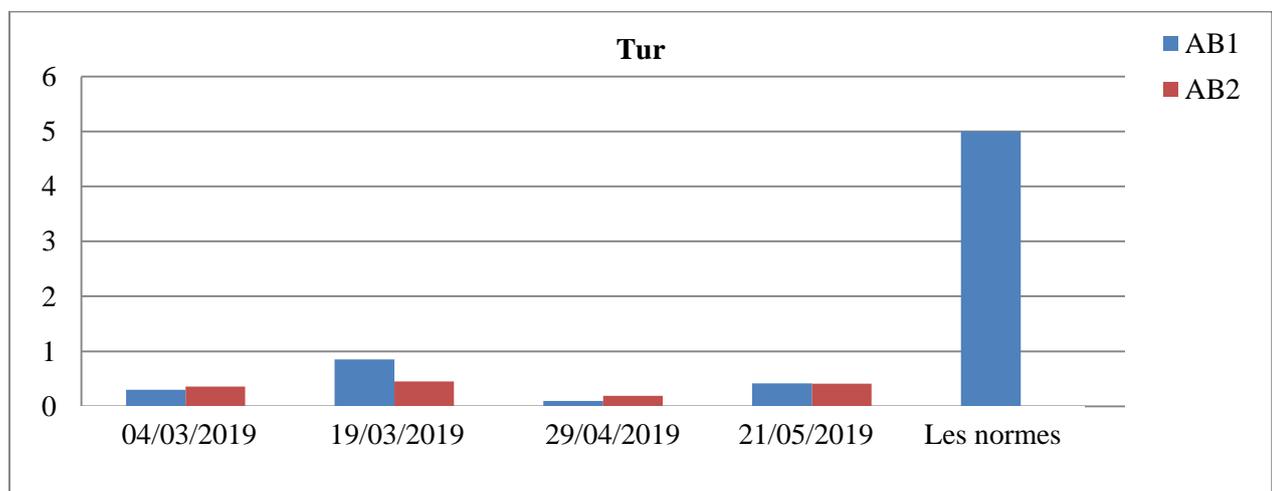


Figure 46: Histogramme d'évolution de la turbidité

Selon les résultats obtenus et l'analyse du graphe de la figure 46, la turbidité de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) varie de (0,19 à 0,45) NTU(ou UTN en français) correspond à l'unité de Turbidité Néphélométrique et indique que l'instrument mesure la lumière diffusée dans l'échantillon à un angle de 90° par rapport à la lumière incidente, ce qui traduit une bonne qualité d'eau en termes de turbidité et cela est dû à un bon traitement de clarification qui élimine les matières en suspension.

La turbidité de l'eau de consommation du forage Ouadhia(**AB1**) varie de (0,10 à 0,85) NTU, cela signifie que cette eau a subi une bonne filtration à travers les différentes couches terrestres du forage.

Ces résultats sont conformes aux normes algériennes et à celle de l'OMS exigent 5NTU comme une valeur maximale admissible.

I-7-Test de chlore

Selon les résultats obtenus, l'eau étudiée contient des quantités modérées de chlore, pour l'eau de consommation de forage (**AB1**) la valeur de chlore du troisième échantillon égale à 0, ce qui indique qu'aucune quantité appropriée de l'eau de Javel n'a été placée dans le réservoir d'eau de forage OuadhiaF11.(ceci est dû à la non application d'eau au réservoir ou à un retard de préleveur).

Cette analyse permet de déterminer la qualité et de contrôler l'eau ainsi que la sécurité et l'efficacité à partir de plusieurs paramètres tels que la température, le Ph, la conductivité, etc.

Cette analyse a été complétée par une autre série de paramètres de pollution considérés aussi comme (ACR) qui sont : NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} donc leurs résultats sont résumés dans le tableau 4 :

Tableau 4: Paramètres de pollution pour l'eau de consommation de barrage et de forage

	<i>Paramètres de pollution</i>					
	NO_2^-		NH_4^+		PO_4^{3-}	
	<i>AB1</i>	<i>AB2</i>	<i>AB1</i>	<i>AB2</i>	<i>AB1</i>	<i>AB2</i>
<i>04/03/2019</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>19/03/2019</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>29/04/2019</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>21/05/2019</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>La moyenne</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Les normes</i>	<i>0.1</i>		<i>0.5</i>		<i>0.5</i>	
<i>Unité</i>	<i>mg/l</i>		<i>mg/l</i>		<i>mg/l</i>	

I-8-Paramètres de pollution

Nitrites (NO_2^-):

L'ion nitrite (NO_2^-) s'oxyde facilement en ion nitrate (NO_3^-), c'est la raison pour laquelle cette forme se retrouve rarement en concentration importante dans les eaux naturelles.

Azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal est toxique pour la vie aquatique. Le critère de toxicité n'est pas fixe mais variable selon le pH et la température. Dans les eaux naturelles, l'azote ammoniacal provient principalement du lessivage des terres agricoles (nitrate d'ammonium) ainsi que de l'infiltration éventuelle des eaux usées d'origine municipale et industrielle.

Phosphate (PO_4^{3-})

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...)

Le contenu en phosphore total comprend non seulement les orthophosphates mais également les polyphosphates et les phosphates organiques. L'eutrophisation peut se

manifester à des concentrations relativement basses en phosphates ($50 \mu\text{g/l}$). (BARKAT Kenza.,2016)

Selon les résultats d'analyse des indices de pollution relatifs, on observe une absence totale des composés de Azote ammoniacal (NH_4^+), Nitrites(NO_2^-)et de Phosphate (PO_4^{3-}) dans l'eau de consommation de forage Ouadhia(**AB1**) et ceci s'explique par l'implantation adéquate de puits de forage ainsi que la densité démographique faible et absence de contamination par l'infiltration de polluants de nature domestique, agricole ou industrielle, ainsi qu'une protection), aussi pour l'eau de consommation de barrage Tilesdite(**AB2**) enregistre une absence totale de NH_4^+ , NO_2^- et de PO_4^{3-} , ce qui est du premièrement à l'efficacité de traitement (la désinfection et l'absence de fuites au niveau des réseaux de distribution qui causent l'infiltration des eaux d'assainissement avec les eaux potables d'origine souterraine ou bien de surface) et deuxièmes à la bonne manipulation au niveau de laboratoire et pendant le transport des échantillons.

II-Analyses physico chimiques complètes (ACC)

ACC sont fait une fois par semaine à cause du cout élevé des réactifs qui sont indisponibles. Ces analyses ce fait pour déterminer la qualité d'eau.

Les principaux résultats des analyses physico-chimiques complètes de l'eau de consommation de barrage Tilesdite et forage Ouadhia sont dans le tableau 5 :

Tableau N°05 : Résultats d'analyses physico-chimiques complètes (ACC)

A.C.R Les dates	TH		TAC		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Cl		SO ² ₄		NO ₃		Fe ₃		Al ³		MO	
	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB2	AB1	AB1	AB1	AB2	AB1	AB2
04/03/2019	396	222	275	163	112	49.6	28.1 8	23.8 1	169. 69	61.6	102. 51	76.4 4	8.23	0.48	0	0	0	0.20	0.596	0.347
19/03/2019	420	220	253	125	92.8	44	45.1 2	27.2 1	180. 47	95.2 1	70.2 3	45.1 2	16.4 2	0.43	0	0	0	0.24	0.598	0.330
29/04/2019	350	210	255	183	85.6	45.6	43.1 8	25.1 2	153. 36	80.9 4	19.3 3	35.1 3	3.20	0.13	0	0	0	0.19	0.590	0.348
21/05/2019	364	212	245	187	80	36	39.8 5	29.6 4	178. 65	68.2 3	21.5 3	23.2 5	3.98	0.36	0	0	0	0.20	0.589	0.339
La moyenne	382. 5	216	257	164. 5	92.6	43.8	39.0 4	26.4 4	170. 54	76.4 9	53.4	44.9 8	7.95	0.45	0	0	0	0.20	0.593	0.341
Les normes	500		500		200		150		500		400		50		0.3	0.3	0,2	0,2	3	3
Unité	Mg/l Caco ₃		Mg/l Caco ₃		Mg/l		Mg/l		Mg/l		Mg/l		Mg/l		Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l d'O2	Mg/l d'O2

II-1- Titre Hydrométrique ou bien c'est la dureté totale TH

La dureté totale d'une eau est un caractère naturel liée au lessivage des terrains traversés est produite par les sels de calcium et magnésium une eau à titre hydrométrique (TH) élevé est dite eau (dure) dans le cas contraire, il s'agit d'une eau (douce).

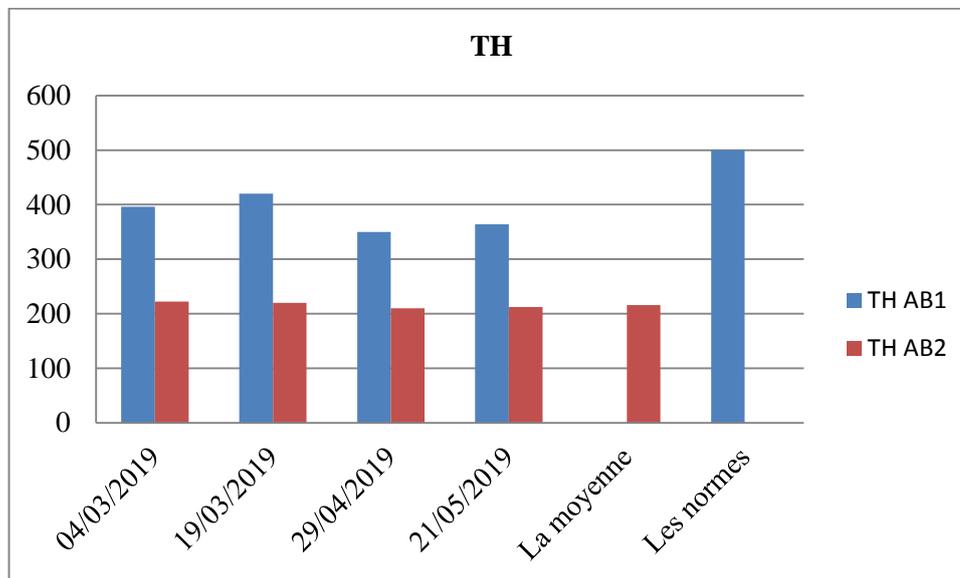


Figure 47: Histogramme d'évolution de la dureté totale

A partir de l'histogramme de la figure 47, on remarque que la dureté de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) varie de 210 à 222 mg/l CaCo₃ ces résultats donnent une dureté moins importante par rapport aux normes ce qui signifie que cette eau est plus douce. ce qui est due aux terrains traversés qui sont moins riches en calcium et magnésium, par contre pour l'eau de consommation du forage Ouadhia(**AB1**), la TH varie entre 350 et 420 mg/l CaCo₃ ce qui est acceptable pour une eau potable par rapport aux normes algérienne dont la valeur admissibles est de (500 mg/l CaCo₃). établies et ça est peuvent être en contact avec la formation rechausses contenant les métaux alcalino-terreux responsable de la dureté.

Donc on peut dire que l'eau de consommation de forage Ouadhia qui est une eau souterraine est plus dure que l'eau de consommation de barrage Tilesdite qui est une eau de surface ce qui pourrait être due à la nature des terrains traversés.

II-2- Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet correspond à la teneur en alcalins libre carbonate et hydrogénocarbonate

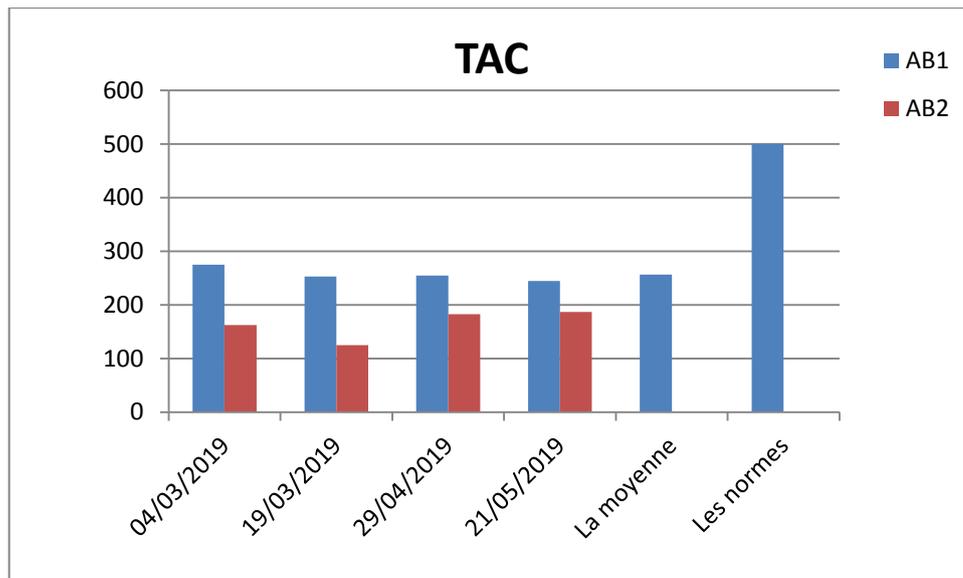


Figure 48: Histogramme d'évolution de TAC.

L'analyse des résultats du graphe de la figure 48, montre que les valeurs de TAC de l'eau de consommation de forage Ouadhia (**AB1**) s'étalent sur une plage de 245 à 275 mg/l CaCO₃, ces concentrations englobent la somme des sels hydroxydes, carbonate et bicarbonate.

Le titre alcalimétrique complet de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) varie de 125 à 187 mg/l CaCO₃ cette variation est liée à la nature des terrains traversés.

Alors l'eau de consommation de forage Ouadhia est très alcalin que l'eau de consommation de barrage Tilesdite, L'eau de forage Ouadhia a une tendance de précipiter le calcaire plus que l'eau de barrage Tilesdite à cause de la présence de la dureté temporaire qui représente les ions calcium et magnésium liés à l'ion hydrogénocarbonate (HCO₃⁻).

On note que ces valeurs restent toujours dans les normes de potabilité algérienne (500 mg/l CaCO₃)

II-3-Ca²⁺ et Mg²⁺

Les teneurs en calcium et magnésium des eaux de consommation de forage Ouadhia (**AB1**) est élevé que les eaux de consommation de barrage Tilesdite (**AB2**) mais ne dépassants pas les normes.

II-4-Cl⁻

Les eaux trop riches en chlorures sont des eaux corrosives, sa concentration dans l'eau dépend de la nature du terrain traversé.

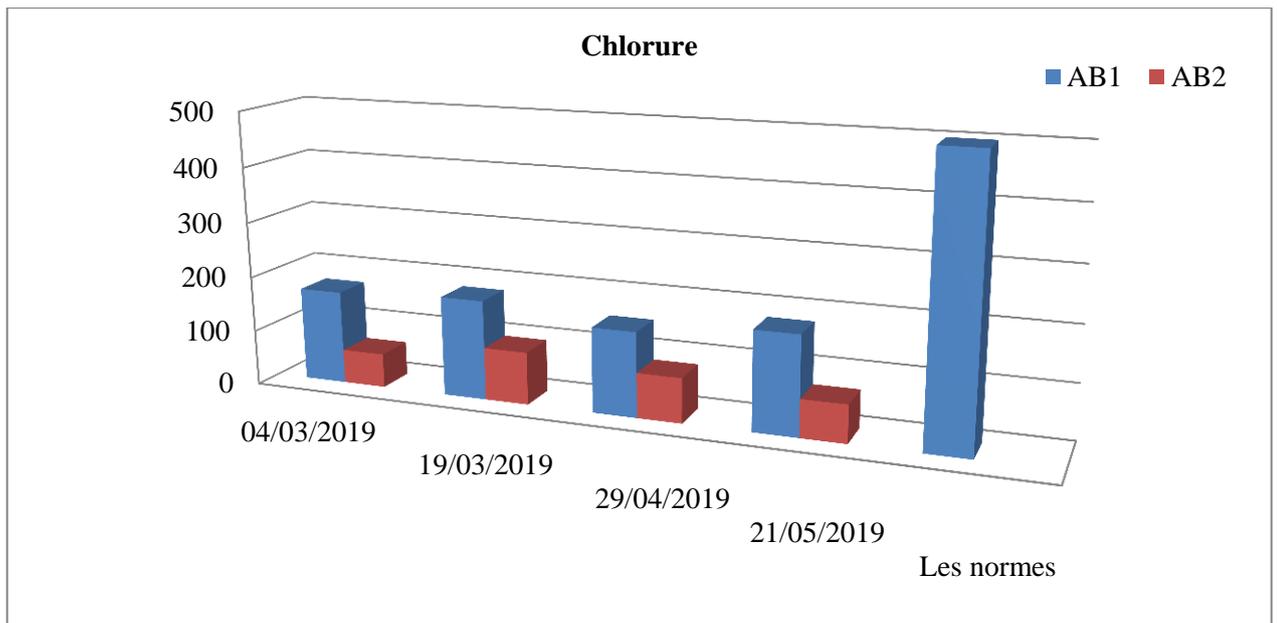


Figure 49: Histogramme d'évolution des Chlorures

Sur la base des résultats d'analyse effectuées Figure 49, on remarque que les chlorures des eaux de consommation de forage Ouadhia(AB1) varient de 153,36 à 180,47 mg/l par contre pour les eaux de consommation de barrage Tilesdite(AB2) leurs teneurs en chlorures sont faibles et varient entre 61,6 et 95,21 mg/l, ce qui est due à l'efficacité des procédés de traitement dans la station .

La qualité d'eau est excellente par rapport au chlorure, notant que la concentration en chlorure maximale recommandée est de 500 mg/l .

II-5- Ion sulfate (So^{2-}_4)

Le soufre (S) est un élément non métallique qui existe à l'état naturel dans les sols et les roches sous formes organiques et à l'état minéral, il se combine à l'oxygène pour donner l'ion sulfate (So^{2-}_4).

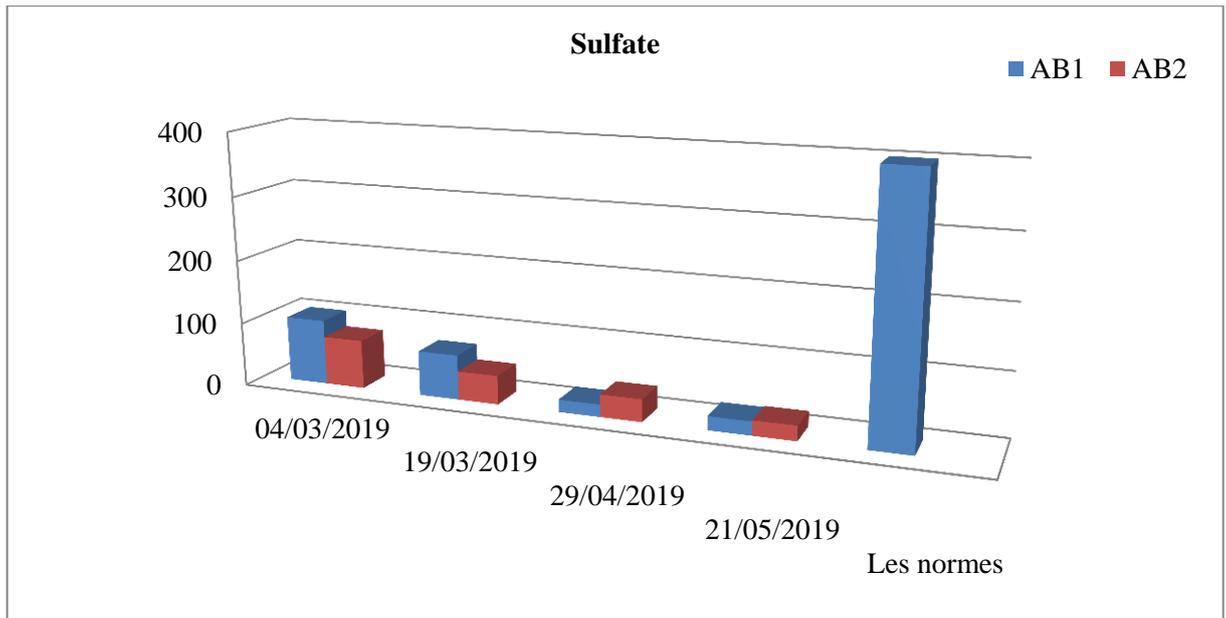


Figure 50: Histogramme d'évolution des Sulfates

A partir de l'histogramme de la figure 50, les teneurs de sulfate dans l'eau de consommation de barrage Tilesdite(**AB2**) varient entre 23,25 et 76,44 mg/l et ceci est lié aux roches traversées par ces eaux, et aussi par l'ajout de coagulant $Al(SO_4)_3$ qui est une source de sulfate, par contre les eaux de consommation souterraine sont fournies par la dissolution du gypse, le gypse est un sulfate de calcium hydraté qui faiblement soluble.

Les teneurs en sulfate dans l'eau de consommation de forage Ouadhia(**AB1**) qui varient du 19,33 à 102,53 mg/l ce qui traduit une eau de bonne qualité en terme de sulfate.

Les résultats obtenus restent conformes à la norme de potabilité algériennes 400 mg/l.

II-6- Ion nitrate (NO^{-3})

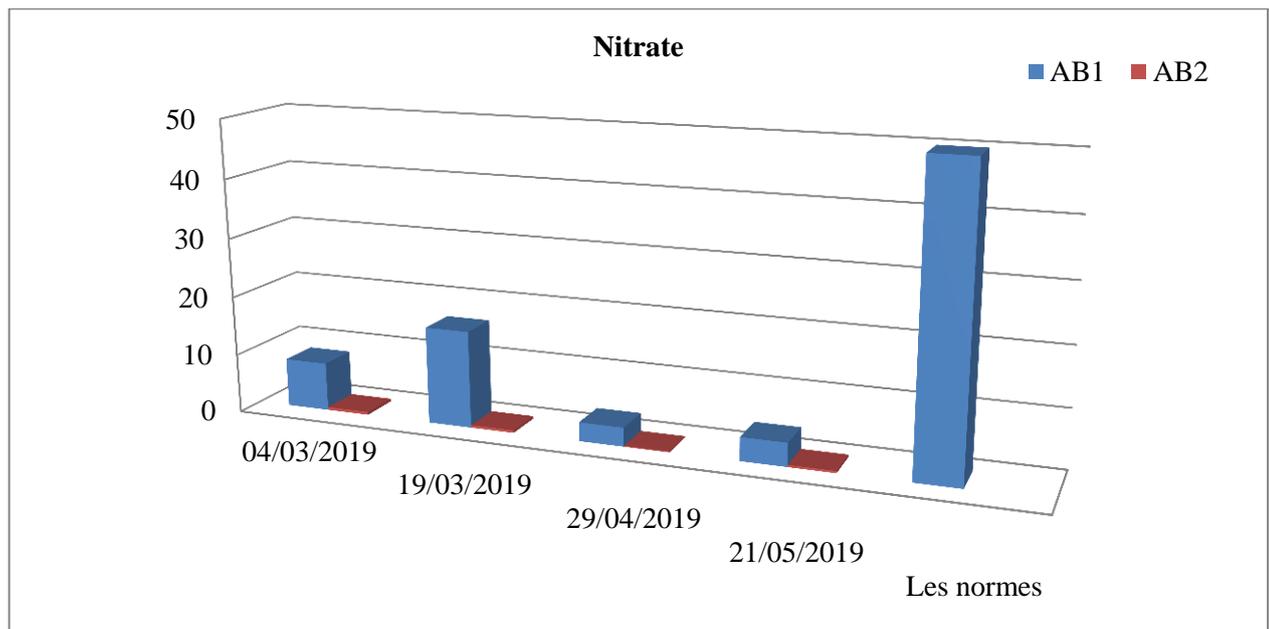


Figure 51: Histogramme d'évolution des nitrates

Les résultats de la figure 51, montrent que les valeurs de (NO_3) de l'eau de consommation de barrage Tilesdite (AB2) sont très faibles variant entre 0,13 et 0,48mg/l par rapport aux valeurs de 3,20 et 16,42 mg/l pour l'eau de consommation de forage Ouadhia(AB1). Ceci s'explique par la situation géologique du forage dans une zone rurale et agricole, où ils utilisent des engrais chimiques contenant de l'azote.

II-7-Ion fer (Fe^{3+})

Une absence totale de fer est obtenue dans les résultats d'analyse de l'eau de consommation de forage Ouadhia (AB1) et de barrage Tilesdite (AB2). Ceci s'explique par l'implantation adéquate du puits de forage pour (AB1).

Et l'efficacité de traitement des eaux au niveau de la station et au niveau de laboratoire, pour (AB2); pour les deux eaux l'efficacité de la désinfection au niveau des réservoirs et des conduites de distribution d'eau est efficace.

II-8- Ion aluminium (Al^3)

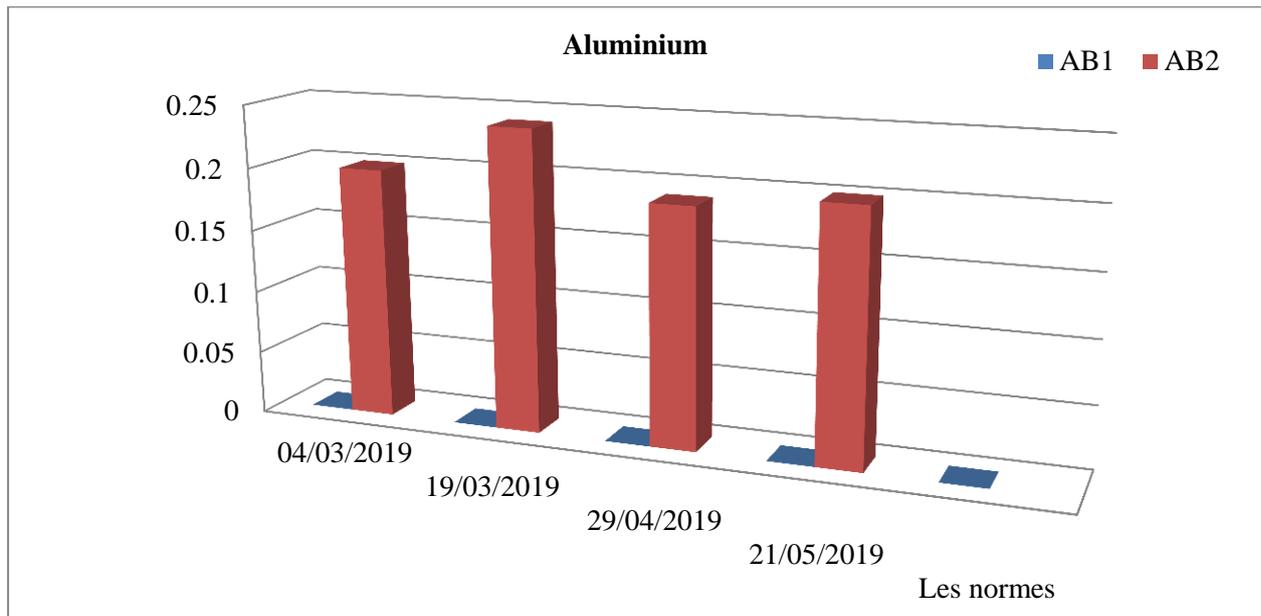


Figure 52: Histogramme d'évolution d'aluminium

Selon le graphe de la figure 52, on remarque bien l'absence de Al^3 dans l'eau de consommation de forage Ouadhia(AB1) qui est un élément d'origine métallique et qui n'existe pas dans les roches par contre des traces de faibles valeurs de Al^3 sont enregistrées dans l'eau de consommation de barrage Tilesdite(AB2)qui reste toujours dans les normes de potabilité 0,2 mg/l et ça est dû à la bonne maîtrise de procédé de coagulation-floculation qui utilise Al^3 comme un sel de coagulant sulfate d'alumine $Al(SO_4)_3$.

II-9-Matière organique(MO)

La MO est présente dans l'eau et généralement constituée d'un mélange de composés organiques provenant de la décomposition de matériaux d'origine végétale, animale et microbienne présent dans l'eau.

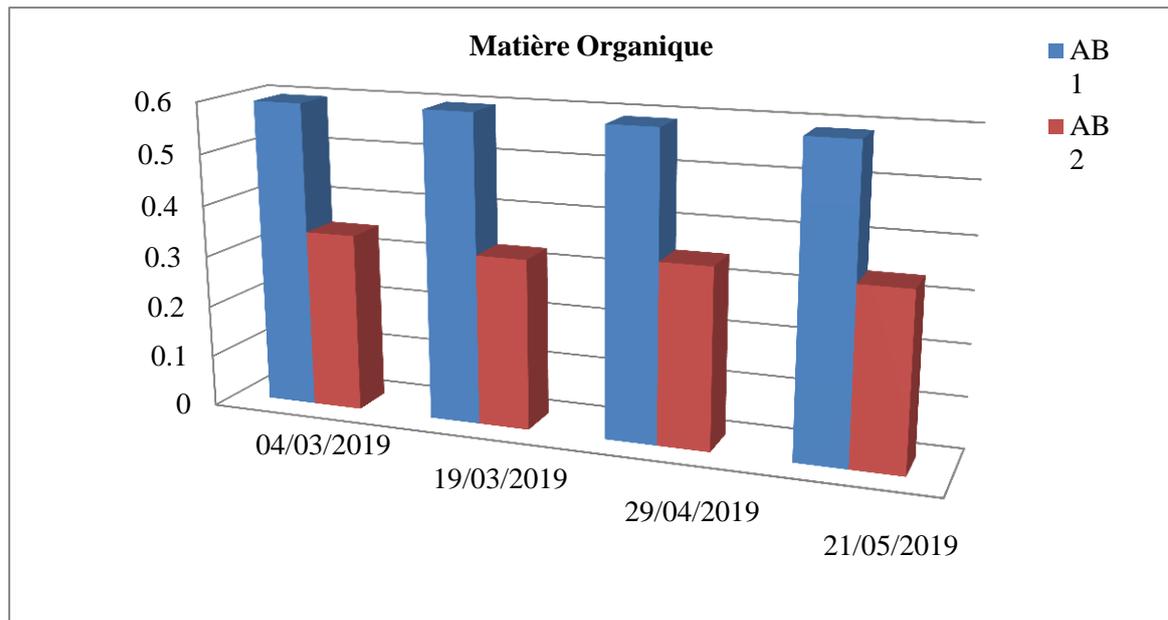


Figure 53: Evolution de la matière organique

Le graphe de la figure 53, illustre la variation des teneurs en MO dans l'eau de consommation de barrage Tilesdite(**AB2**) (0,330 à 0,348 mg/l) et dans l'eau de consommation de forage Ouadhia(**AB1**) (0,589 à 0,598) qui restent toujours dans les normes algériennes dont la valeur admissible est de 3 mg/l.

III-Résultats bactériologique Complètes (ABC)

Un examen bactériologique permet de rechercher et d'identifier et de quantifier les bactéries dans le cas d'une infection ou d'une contamination par ces bactéries.

Cette analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans les milieux extérieurs qui sont : *les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et le E. coli* (Ayade.,2016).(Tableau 6).

Tableau n°6 : Résultat d'analyse bactériologique :

Germes recherchés Dates	C.T		C.th.t		E.COLI		Streptoc oque		G .à 22		G .à 37		Clostridi um		
	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	AB 1	AB 2	
04/03/2019	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Ab s	Ab s	Ab s
19/03/2019	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Ab s	Ab s	Ab s
29/04/2019	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Ab s	Ab s	Ab s
21/05/2019	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	Ab s	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Ab s	Ab s	Ab s
Les normes	0		0		0		0		100		10		0		

D'après le tableau 6, les résultats bactériologiques de l'eau de consommation de fourrage Ouadhia et de l'eau de consommation de barrage Tilesdite, enregistrent une absence totale des germes recherchés :

Les germes totaux, Les coliformes (totaux et fécaux), Escherichia coli, Les streptocoques fécaux et Les Clostridium.

L'eau des deux régions sont attribuées aux propriétés caractéristiques et à l'efficacité de la désinfection ou niveau des réseaux de distribution et les réservoirs ;

En général, on peut dire que l'eau de consommation de ces deux régions est d'une bonne qualité bactériologique et ne présente aucun danger pour la consommation humaine.

Les résultats de ces analyses sont conformes à la norme algérienne et cette conformité peut avoir pour l'explication :

- Respect des normes de potabilisation.
- Un temps de contact suffisant du chlore avec l'eau.
- Une bonne manipulation.

Conclusion

Conclusion

Une eau potable est une eau peut être consommée sans danger pour la santé, elle doit donc répondre à des critères de qualité qui sont fixés par la loi et définis selon des critères du code de la santé publique. Si l'un des paramètres dépasse les concentrations limitées autorisées, l'eau devienne inconsommable. Mais si on est en présence d'un faible dépassement limité dans le temps et en absence de pollution accidentelle importance. Le dépassement de la norme ne doit pas être systématiquement considère comme introduisant un risque significatif pour la population.

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer la potabilité de l'eau de consommation du forage Ouadhia et l'eau de consommation de barrage Tilesdite par des analyses physicochimiques et bactériologiques au niveau de laboratoire de l'ADE de la wilaya de Bouira.

Il en ressort de ce travail les constatations suivantes :

- Du point de vue physico-chimique, les eaux étudiées (l'eau de consommation de barrage Tilesdite (AB2) et l'eau de consommation de forage Ouadhia (AB1)) sont classé dans la catégorie d'une eau de très bonne qualité. En effet, la caractéristique organoleptique (turbidité très faible) et les paramètres physico-chimiques (conductivité dans la moyenne, absence des métaux lourds) et les paramètres de pollution (absence de l'ammonium, de phosphate, de nitrite) obéissent tous aux règles des normes de potabilité des eaux exigées par la réglementation algérienne ainsi qu'à la réglementation internationale exigée par l'OMS (les valeurs des résultats d'analyse étant tous inférieures par rapport aux limites).
- Du point de vue bactériologique, il y a une absence totale des germes totaux (*Coliformes totaux*, *Coliformes Fécaux*, *Escherichia. Coli*, *Streptocoque* et les *Clostridium sulfite réducteurs*), ceci s'explique par l'efficacité de traitement et la désinfection.
- Sur le plan temporel, la qualité des eaux n'a pas changé tout au long de l'étude réalisée du 04/03/2019 au 21/05/2019.

Conclusion

En effet ces travaux préliminaires montrent que l'eau du forage Ouadhia est d'une qualité chimique meilleure que l'eau de barrage Tilesdite; car elle est très riche en sels minéraux nécessaires au corps humain.

Nous pensons qu'il est extrêmement intéressant de figoles les analyses sur la qualité des ressources en eaux dans la Wilaya de Bouira par la réalisation d'une étude physico-chimique et bactériologique exhaustive.

Bibliographie

- [1] : Allouche.C et Aissaoui.R , 2011: les analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de consommation de la région de mchedallah. Mémoire institut national spécialité de la formation professionnelle kebabi mohand-Ouali Bouira, (p : 01-15)
- [2] : Anderea.H, 1970 : nouveau procédés de mesures en hydrologie. Edition duaod p190
- [3] : Almas.N et Miloudi.K, 2011 : étude de l'effet de la désinfection par le chlore sur la qualité bactériologique d'une eau de puis .institut Kebabi mohand-Ouali Bouira (p : 13)
- [4] : Akkouche L et Z, 2017 : Essai d'étude de la qualité d'une eau de barrage, mémoire de BTS de l'institut Abou-bakr Belkaid Bouira (p : 38-42)
- [5] : Aouadi.I et Boubaiche.S : étude comparative de caractéristiques physico- chimique et microbiologiques des eaux souterraines, mémoire de licence en eau et environnement 2014-2015 (p : 19)
- [6] : Ayad.w, 2016 : Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines, cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de SKIKDA), mémoire de doctorat, université Badji Mokhtar, ANNABA, Algérie.
- [7] : Bouzidi.z. Terchone.N, 2011. Caractérisation de l'eau de consommation de la ville de Haizer ; Mémoire de BTS de l'Institut KEBABI Mohamed Ouali Bouira. (p : 12-54)
- [8] : Benjamin. H, 1999, chimie de distribution d'eau potable. Edition cated, paris (p : 8-9)
- [9] : Bahia. S et Bensari. F, 2014, épuration des eaux usées domestique par les boues activées : étude de la performance de la STEP de Ain El Houtz. Mémoire de master, université de Tlemcen : hydraulique (p : 10)
- [10] : Barkat Kenza, 2016 : Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun, mémoire master de Université des Frères Mentouri Constantine (p :6)
- [11] : Catalogue eaux et environnement 2ème Edition

- [12] : Cours, 2016-2018, N° 01, Module : Désinfection et oxydation (madame Amarouche), spécialité traitement des eaux
- [13] : Dupant : Hydraulique urbaine-tome 1.hydraulique. Captage et traitement des eaux 1981, Edition .EYROLLE, Paris
- [14] : Dégréement, mémento Technique de l'eau, 2ème Edition tome 1 et 2, 2015
- [15] : Docteur Kebab. A, traitement des eaux potable office des publications universitaires, Document de l'unité Centrale de l'ADE de laboratoire Alger OPU.
- [16] : Guiraud. J et Galzy. P, 1980, analyses microbiologiques dans l'industrie alimentaires. les Editions de l'usine nouvelle- Paris (P : 85-89)
- [17] : Gérard. G et Al, 2009, fiche de recommandations alimentaires. Edition ALN, (p : 30)
- [18] : Gaujous . D : La pollution des milieux aquatiques, aide-mémoire 2ème édition.
- [19] : Haslay. C et Leclerc. H, la microbiologie des eaux alimentaires, Edition Tec et doc. (p : 71 – 75)
- [20] : ISO, 1980, qualité de l'eau, technique d'échantillonnage 2^{ème} Edition
- [21] : Jean Claude, 1983, Contrôle des eaux douces et de consommation humaine. Edition technique Ingénieur (p : 8)
- [22] : Jean juc. C, 2002, la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux. Paris
- [23] : Lourdai. S et Bouchima. A, étude de l'évolution de l'eau traité du barrage tilesdite dans le réseau de distribution, mémoire BTS, institut Kbabi Mhaned Ouali (p : 80)
- [24] : Lakhdar. Z, l'eau pénurie ou incurie Edition 4894 (p : 45-47)
- [25] : Moretti. A, 1994, précis d'hydrologie, Edition Masson (p : 38)

[26] : Mayet. J, traitement de l'eau points d'utilisation, comportement de l'eau (p : 675)

[27]. Mohammedi I, Mayou .O, 2015 : Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza . Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.

[28] : Ouali. M, 2001, collection cours universitaires, Génie civil : hydraulique, Edition OPU, (p : 14)

[29] : OMS, 2006, les lignes directrices de l'OMS en ce que concerne la qualité de l'eau potable.

[30] : Photos prise (personnellement) 2019, laboratoire de Draa-Bordj, wilaya de Bouira

[31] : Rodier, 1996 : l'analyse de l'eau : eau naturelles, résiduaires, eau de mer.6^{ème} Edition, Dunod, Paris (p : 148-150)

[32] : Rodier. J, 1987, analyse de l'eau naturelle, résiduaire, mer, 7^{ème} Edition (p : 151 et p163)

[33] : Rodier. J, Bernard et Nicole et Coll., analyse de l'eau 2009,9^{ème} Edition Dunod (p : 181 et 326)

[34] : Rodier, 1975 et All : analyse de l'eau naturelles, résiduaires, mer /5^{ème} Edition Dunod, Paris, Vol2 (p : 629)

[35] : Rodier, 1997 : analyse de l'eau naturelles, résiduaires et eau de mer 8^{ème} Edition (p : 66)

[36] : Raymond des jardins. Le traitement des eaux, 1997. Livre 2^{ème} Edition de l'école polytechnique de Montréal (p : 263-264)

[37] : Roland vilaginée, eau et environnement et santé publique2ème Edition

[38] : Reggam 1, Bouchelegem H, Houhamdi M, 2015: Qualité Physico-Chimique des eaux de l'Oued Seybouse (Nord Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales. Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie.

[39]: WWW.Google.dz/Search:en

[40] : Wahiba BENCHEIKH 2012 : Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux thermales de Hammam El-Charef, Hammam Zelfana et l'eau minérale de Zamzam ainsi que leur activité antibactérienne et anti oxalocalcique, Mémoire Magister en Contrôle de la qualité et analyses alimentaire Université ZIANE ACHOUR de DJELFA (p:32)

Annexe 1

NORMES ALGERIENNES (NA 6360)

**Le Tableau indiquant les Concentrations Maximales Admissibles Algériennes
(chimiques et bactériologiques)**

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration Maximale Admissible	Méthodes
Facteurs Organoleptiques				
Odeur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6371
Saveur	Seuil de perception à 25 °C	0	4	NA 6346
Couleur	mg/l échelle Pt/Co	-	25	NA 745
Turbidité	NTU	1	5	NA 746
Facteurs physico-chimiques				
pH	/		6.5 - 9	NA 751
Conductivité	µs/cm à 20 °C	-	2800	NA 749
Température	°C	-	≤25	
Calcium Ca²⁺	mg/l	75	200	NA 1655
Magnésium Mg²⁺	mg/l	-	150	NA 752 Et NA 1655
Sulfates SO₄²⁻	mg/l	200	400	NA 6361
Chlorures Cl⁻	mg/l	200	500	NA 6362

FACTEURS DE POLLUTIONS				
Nitrates NO ₃ ⁻	mg/l	-	50	NA 1656
Nitrites NO ₂ ⁻	mg/l	-	0,1	NA 1657
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	0,5	NA 1879 Ou NA1852
Phosphate PO ₄ ³⁻	mg/l	-	0,5	NA 2364
FACTEURS BACTERIOLOGIQUES				
Germe Totaux	Nbr./ 1 ml	10	-	NA 763
	Nbr./ 1 ml 37°C 24h	100	-	
	Nbr./ 1 ml 22°C 24h			
Coliformes totaux	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 764
Streptocoques fécaux	Nbr./ 100 ml	-	0	NA 765 Ou NA 766
clostridium sulfito- réducteurs	Nbr./10 ml	-	0	NA 6369 Ou NA 6370

Annexe 2

Préparation des solutions et des réactifs :

❖ Nitrite NO₂⁻ :

➤ Réactifs colorés (réactifs dangereux) :

- Amino-4bénéne sulfonamide20g.

- mélange {
 - H₃PO₄ (d=1,7)50ml.
 - Eau distillée..... 250ml.

- Dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane..... 1g.
- Eau distillée q.s.p 500ml.

Conserver cette solution dans un flacon en verre brun. Elle est stable pendant un mois ; si elle est conservée entre 2 et 5 C°

➤ **Solution mère étalon d'azote nitreux (NO₂) 100 mg/l :**

- nitrite de sodium (Na NO₂) 0,4926g.

(Sécher à 105C° pendant 2h)

- Eau distillée 750ml.

Compléter à 1 litre : Conserver cette solution dans un flacon bouché en verre brun. Elle est stable pendant un mois .Si elle conserver entre 2 et 5C°.

➤ **Solution fille étalon d'azote nitreux (NO₂) 1 mg/l :**

- Solution mère 1ml.
- Eau distillée q.s.p 100 ml.

Préparer cette solution chaque jour avant l'emploi.

➤ **Solution de nettoyage :**

Toute la verrerie doit être soigneusement lavée avec une solution d'acide chlorhydrique (d=1,12g/ml, 25%) et rincer abondamment à l'eau.

❖ **L'Ammonium NH₄⁺ :**

➤ **Réactif coloré :**

- Salicylate de sodium C₇H₆O₃Na 13g
- Citrate triso digue dihydrati C₆H₅O₇Na₃ ,2H₂O 13g
- Nitroisopentacyanoferrate III de Na..... 0,0976g
- Eau distillée 100ml

➤ **Solution de dichloroisocyanurate de sodium :**

- Hydroxyde de sodium NaOH 3,2g
- Eau distillée 50ml

Refroidir la solution et ajouter :

- Dichloroisocyanurate dihydrate 0,2g

- Eau distillée q.s.p 100g

➤ **Solution de lavage :**

- Hydroxyde de potassium 100g
- Eau distillée q.s.p 100g

Refroidir la solution et ajouter :

- Ethanol 95% V/V 900ml

➤ **Solution d'acide phosphorique :** (elle est utilisée si l'échantillon est coloré)

- Acide phosphorique (85%)..... 25ml.
- Eau distillée 150ml.

Après refroidissement à la température ambiante, on complète à l'eau distillée jusqu'à 250ml, conserver cette solution dans un flacon en verre brun. Elle est stable pendant six mois.

❖ **Phosphate PO_2^{3-} :**

➤ **Solution de molybdate acide :**

Solution d'acide sulfurique à 9mol /l

- A** {
- Eau distillée 250ml.
 - $H_2 SO_4$ (d=1,84) (sous agitation)250ml.

- B** {
- Heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté..... 13g.
 - Eau distillée q.s.p100ml.

- C** {
- Tartrate de potassium d'antimoine hémi hydraté 0 ,35g.
 - Eau distillée q .s.p. 100ml.

Sous agitation ajouter : (B+300 mol de A) +C

Conserver cette solution dans une bouteille en verre inactinique, ce réactif est stable pendant au moins deux mois.

➤ **Solution acide ascorbique $C_6H_8O_6$ à 100 g/l :**

- Dissoudre d'acide ascorbique 10g.

- Eau distillée q.s.p 100ml.

Conserve dans une bouteille en verre foncé au réfrigérateur, au quel cas le réactif reste stable pendant deux semaines ; il peut être utilisé tant qu'aucune coloration n'apparaît.

➤ **Solution acide sulfurique à 4,5mol/l :**

- H₂SO₄ à 9 mol /l (sois agitation)..... 250ml.
- Eau distillée q.s.p 250ml.

➤ **Solution de nettoyage de la verrerie**

- Toutes la verrerie doit être soigneusement lavée avec une solution chaude d'acide chlorhydrique (d=1,12g/ml 25 %) et rincée abondamment à l'eau
- Ne pas utiliser de détergents contenant des phosphores après l'usage elle doit être et conservée fermée.
- La verrerie utilisée pour la phase de développement de la coloration doit être rincée de temps en temps avec une solution de Na OH (2ml).

❖ **Le fer Fe²⁺ :**

➤ **Acide sulfurique pur (d=1,84g/ml)**

➤ **Acide sulfurique (4,5 mol/l) :**

- Eau distillée3Volume
- H₂SO₄ pur (agiter énergiquement)1Volume

➤ **Acide chlorhydrique HCl (d=1,12g/ml)**

➤ **solution Acétate Tampon :**

- Acétate d'ammonium CH₃COONH₄40 g

(Dissoudre dans l'eau)

- Acide Acétique CH₃COOH (d=1,06g/ml) 50ml
- Eau distillée ..,.....q.s.p 100 ml

➤ **Solution Chlorhydrate d'hydroxylamine :**

- chlorhydrate d'hydroxylamine NH₂OH.HCl.....10g (5g)
- eau distilléeq.s.p 100ml (50ml)

Cette solution est stable pendant une semaine au moins

➤ **Solution de phénantroline-1,10:**

- phénantroline -1,10 monohydratée C₁₂H₈N₂.H₂O.0,429 (0.21g)

- 100ml (50 ml) d'eau distillée contenant 2 gouttes de la solution de HCl (d=1,12/ml)

Conservée cette solution à l'obscurité, elle est stable pendant une semaine

➤ **Solution mère du fer à 0,1 g/l :**

- Fil de fer (pureté 99,99%)50 mg
- Eau distillée 20 ml
- Solution HCl (d=1,12 g/ml).5 ml
- Chauffer légèrement pour dissoudre et compléter avec de l'eau distillée jusqu'à 500ml.
- Conservée cette solution dans une bouteille en verre ou en plastique, elle est stable pendant au moins une semaine.

➤ **Solution mère du fer en utilisant le sulfate de fer et d'ammonium à 0,1 g/l :**

- Sulfate de fer et d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,7 g
(Dissoudre dans l'eau)
- H_2SO_4 pur (d=1,84).....0,7 ml
- Refroidir et diluer avec de l'eau distillée à 1 litre
(Cette solution n'est pas stable)

❖ **Dosage de sulfate SO_4^{2-} :**

➤ **Solution stabilisante :**

- Acide chlorhydrique concentré60 ml.
- Ethanol200 ml
- Glycérol100 ml.
- Chlorure de sodium150 g.
- Eau distillé600 ml.

➤ **Solution de chlorure de baryum :**

- Chlorure de baryum150g.
- Acide chlorhydrique 5ml.
- Eau distillé1000 ml .

❖ **TA - TAC :**

➤ **Solution acide chlorhydrique HCl à 0,02N :**

- HCl (1N)2ml.
- Eau distilléeq.s.p 100ml.

➤ **Solution alcoolique de phénophtaléine à 0,5% :**

- Phénophtaléine5g.
- Alcool éthylique500ml.
- Eau distillée500ml.

➤ **Solution de méthyle orange à 0,5 :**

- Méthyle orange 0,5g.
- Eau distillée q .s.p 100ml.

Eau distillée exempte d'anhydride carbonique libre (par ébullition de 15 mn).

❖ **TH :**

➤ **Solution tampon pH =10,1 :**

- Chlorure d'ammonium NH_4Cl 6,75g.
- Solution ammoniacale (25 %) $d=0,91\text{g/ml}$ 57ml.
- L'E.D.T.A de Mg ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2\text{Mg}$) 0,5g.
- Eau distillée q.s.p 100ml.

Conserver cette solution dans une bouteille de polyéthylène (durée de conservation limitée).

Diluer 10ml de la solution à 100ml avec de l'eau.

Si cette solution n'a pas un pH de 10, rejeter la solution originale.

➤ **Indicateur coloré : mordant noir 11 (noir ériochrome)**

- Introduire 0,5 g de noir ériochrome dans 25 ml d'éthanol

❖ **Le Calcium Ca^{2+} :**

➤ **Solution d'E.D.T.A ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\text{-2H}_2\text{O}$) 0,01 mol /l:**

- E.D.T.A (sécher à 80C° pendant deux heures) 3,725g.
- Eau distillée q.s.p 1000ml.

Conserver cette solution dans une bouteille en polyéthylène, et en vérifier la concentration de temps à autre avec la solution étalon de calcium CaCO_3 .

➤ **Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) 2N :**

- Na OH (pastilles) 8g.
- Eau distillée q.s.p 100ml.

Conserver cette solution dans une bouteille en polyéthylène.

➤ **Solution d'indicateur coloré de murexide $\text{C}_8\text{H}_8\text{N}_6\text{O}_6$:**

- Introduire 0,2g de murexide dans 100g de Na Cl

➤ **Solution étalon de référence de calcium (CaCO_3) 0,01mol/l :**

- Sèches une quantité CaCO_3 pur pendant deux heurs à 105C° , et laisser refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur.
- Introduire 1g de CaCO_3 dans une fiole conique de 500ml.
- Humide fier avec de l'eau.
- Ajouter goûte à goûte de HCL à 4mol/l jusqu' à la dissolution complète de carbonate.
- Eviter un excès d'acide.
- Ajoute 200ml d'eau et porter à ébullition quelque minutes afin d'éliminer le CO_2 .
- refroidir et ajouter quelques gouttes d'indicateur au rouge de méthyle.
- ajouter une solution ammoniacale à 3 mol/l jusqu' à ce que la solution de vienne orangée de 100ml.
- transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1litre.
- compléter avec de l'eau distillée.

1ml de la solution contient 0 ,4008 ml /l (0 ,01m moles /l) de calcium.

❖ **Chlorure Cl⁻:**

➤ **Nitrate d'argent (0,02mole /l) :**

- Nitrate d'argent (sécher à 105C°).....3, 3974g.
- eau distillée..... q.p.s1000 ml.

Cette solution est stable pendant plusieurs moi, si elle est conserver à l'obscurité dans une bouteille en verre brun muni d'un bouchon en verre.

➤ **Solution étalon de référence de Na cl à 0,02mole/l :**

- Na cl (sécher à 105C°) 1, 169g.
- Eau distillée..... q .s.p 1000ml.

➤ **Solution d'indicateur de chromate de potassium K_2CrO_4 à 10% :**

- K_2CrO_4 10g.

Eau distillée q.p.s100ml.

Annexe n°3

Préparation des milieux culture :

❖ **Streptocoques**

➤ **Milieu de slanet :**

Dans 1 litre d'eau permutée, dissoudre :

- Peptone 20g.
- Extrait de viande 5g.
- Glucose 2g.
- Monohydrogénophosphate 4g.
- Azide de sodium 0,4g.

Ajuster le pH à 7,2. Ajouter 10g d'agar et dissoudre par chauffage doux, sans dépasser 100°C. Refroidir à 50°C. Ajouter 10ml d'une solution stérile de chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium (TTC) à 1 %. Couler en boîtes de pétri de 60 mm. Laisser refroidir. Se conserve 3 à 4 semaines à 2-3°C.

➤ **Milieu BEA « bile Esculine acide » :**

Dans 1 litre d'eau permutée dissoudre en portant à l'ébullition.

- Tryptone 17g.
- Peptone 3g.
- Extrait de levure 5g.
- Bile déshydratée de bœuf 10g.
- NaCl 5g.
- Citrate de sodium 1g.
- Esculine 1g.
- Citrate de fer ammoniacal 0,5g.
- Acide de sodium 0,25g.
- Gélose 15g.

Ajuster le pH de telle façon qu'après stérilisation il soit à $7,1 \pm 0,1$ à 25°C. Répartir à raison de 100 mL dans des flacons de 200mL. Stériliser pendant 15 minutes à 21 ± 1 °C.

Pour l'emploi, couler ce milieu après fusion et refroidissement à 50-60 °C, dans des boîtes de pétri de 90 mm de diamètre, à raison de 20mL par boîte.

❖ **Coliforme**

➤ **Milieu TSI (triple Sugar Iron) :**

- Peptone de viande 15g.

- Proteose peptone..... 5g.
- Extrait de viande..... 3g.
- Extrait de levure 3g.
- Glucose 1g.
- Saccharose 10g.
- Lactose..... 10g.
- Citrate de Fe vammonia.....10,3g.
- Chlorure de sodium 5g.
- Thiosulfate..... 0,3g.
- Rouge de phénol.....0,05g.
- Agar 18g.

❖ **Coliforme fécaux**

➤ **Milieu Schubert (INDALE- MANITOL) :**

- Sulfate de magnésium 0,7g.
- Acide glutaminique 0,2g.
- Sulfate d'ammonium 0,4g.
- Citrate de sodium 0,5g.
- Chlorure de sodium 2g.
- Trypt Tryptophane..... 0,2g.
- Suone oxyde 10g.
- Mam Titur 7,5g.
- Eau distillée..... 500ml.
- Tampon phosphate (pH =7)..... 500ml.

❖ **E-coli**

➤ **Réactif kovacs :**

- Paramythylamine-
benzaldehyde.....5g.
- Alcool iso amylique 75ml.

❖ **Clostridium :**

➤ **Gélose Viande-foie (VF) : pH=7,6**

- Extrait viande de foi 30g.
- Glucose 02g.

Annexes

- Amidon02g
- Gélose 12 g.

Autoclave 20 mn à 115 °C

Résumé

L'eau est une ressource naturelle essentielle dans la vie humaine pour plusieurs usages et nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique pour les conditions de protection du consommateur.

Notre tâche consiste uniquement à déterminer le contenu physico-chimique et bactériologique de l'eau de Forage Ouadhia et de l'eau du barrage de Tilesdite qui sont les sources les plus importantes pour fournir de l'eau potable à la population de Bouira ; Huit échantillons ont été obtenus auprès des consommateurs et analysés sur une période de 3 mois au niveau du laboratoire central de Bouira. Les résultats ont montré que l'eau des barrages et l'eau de forage étaient de bonne qualité car la proportion des substances étalonnées était inférieure à celle de l'Organisation mondiale de la santé. Mais l'eau de forage Ouadhia reste le meilleur par rapport à celle de barrage de Tilesdite car elle est le plus riche aux sels minéraux. En ce qui concerne le niveau bactériologique, il y avait une absence totale des bactéries et des germes, ce qui permettait une distribution normale de la population.

Les mots clés : eau potable, échantillons, bactéries, germes, distributions, l'organisation mondiale de la santé, substances étalonnées.

Abstract

Water is an essential natural resource in human life for many uses and requires excellent physicochemical and microbiological quality for the conditions of consumer protection.

Our task is solely to determine the physicochemical and bacteriological content of the Ouadhia water and Tilesdite dam water which are the most important sources for providing drinking water to the population of Bouira; Eight samples were obtained from consumers and analyzed over a period of 3 months at the central laboratory of Bouira. The results showed that dam water and borehole water were of good quality because the proportion of calibrated substances was lower than that of the World Health Organization. But Ouadhia water remains the best compared to the Tilesdite dam because it is the richest mineral salts. Regarding the bacteriological level, there was a complete absence of bacteria and germs, which allowed a normal distribution of the population.

Key words: drinking water, samples, bacteria, germes, distributions, the World Health Organization, calibrated substances.

ملخص:

تعتبر المياه مورد طبيعي أساسي في حياة الإنسان للعديد من الاستخدامات وتتطلب جودة فيزيائية كيميائية وبيولوجية ممتازة من أجل حماية المستهلك

تقتصر مهمتنا في تحديد المحتوى الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي لمياه منبع واضية و ماء سد تيلزديت والتي تعد أهم المصادر لتوفير مياه الشرب لسكان البويرة ؛ تم الحصول على ثماني عينات من المستهلكين وتحليلها على مدى فترة 3 أشهر في مختبر البويرة المركزي. أظهرت النتائج أن مياه السد ومياه المنبع كانت جيدة النوعية لأن نسبة المواد التي تم معايرتها كانت أقل من نسبة منظمة الصحة العالمية. لكن تبقى مياهواضية الأفضل مقارنة بسد تيلزديت لأنها غنية بالأملح المعدنية.

فيما يتعلق بالمستوى البكتريولوجي ، كان هناك غياب تام للبكتيريا والجراثيم ، مما سمح بالتوزيع الطبيعي للسكان.

الكلمات المفتاحية : مياه الشرب ، العينات ، البكتيريا ، الجراثيم ، التوزيعات ، منظمة الصحة العالمية،المواد معايرة.