

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO -ECOLOGIE



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER

Option : Eau et Environnement

Thème :

***Caractérisation des paramètres physico- chimiques et bactériologique des
eaux du robinet de la ville de Blida- Mouzaia-***

Présenté par:

BESKRI Amira

Devant le jury composé de :

M. Amirouche	USDB	MAA	Président
M Zella.L	USDB	PRFS	Promoteur
Mme Khaddar	USDB	MAA	Examinatrice
Mme. Degui	USDB	MAA	Examinatrice

2021/2022

Remerciement

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné le privilège, la chance d'étudier, de m'avoir donné la force, santé, courage et patience pour accomplir ce travail. Avec une rigueur et un intérêt constant, M.Zella, Professeur à l'université Blida a dirigé ce travail avec beaucoup d'enthousiasme en me faisant bénéficier de ses compétences scientifiques. Je tiens à lui exprimer ma très grande reconnaissance et le témoignage de mon profond attachement pour l'attention qu'il a porté à ce travail, pour les encouragements, pour la confiance qu'il m'a toujours témoignée, sa constante disponibilité et la gentillesse dont il a fait preuve à notre égard. Je remercie également M. AMIROUCHE. Professeur à l'université de blida 1 pour avoir accepté de faire partie de jury et juger et sans oublier les encouragements et ses conseils durant tout notre parcours universitaire.

Et on remercie également l'examineur Mme KHEDDAR et Mme DEGUI. Je remercie également tous mes enseignants qui ont contribué à mon apprentissage depuis la licence jusqu'à en master, je leur adresse mes sentiments respectueusement reconnaissant pour tout le savoir qu'ils m'ont prodigués. Je remercie également tous ceux qui ont contribué de près ou loin qui nous ont apporté une aide et encouragement qu'ils trouvent ici l'expression de mes profondes gratitude.

En fin, je remercie également toutes les personnes qui travaillent dans laboratoire de l'ADE « Chiffa », qui m'ont accueilli et contribué à mon stage pratique durant la période 28/11/2021 au 28/12/2021.

Je remercie le chef de service de laboratoire Mme Thabet aouel Kenza de m'avoir laissé une entière liberté au sein du labo, de m'avoir donné l'information et les conseils durant mon stage.

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail : A mes chers parents : Affable, honorable, aimable: Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessés de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

Allah, le tout puissant, vous préserver et vous accorde santé, longue vie et bonheur.

Je dédie ce travail aussi à tous mes chers enseignants qui méritent tout mon respect.

Résumé

Ce travail a porté sur l'étude des caractères physico-chimique et bactériologique des eaux de robinet de la commune de **Mouzaia**, wilaya de **Blida**.

Le but de ce travail consiste à évaluer in vitro la qualité des eaux prélevés selon trois sites : **Mouzaia**, **Benaichouba**, et **Haouch El Gaada** pour évalué leurs potabilité.

Les échantillons ont été analysés au niveau du laboratoire régional de l'Algérienne des eaux (**ADE**) situé à **Chiffa**. Les analyses ont concerné les paramètres physico-chimiques suivants:

Température, turbidité, pH, conductivité électrique, résidu sec, Oxygène Dissous, et la minéralisation : calcium et chlorures. En plus certains éléments indésirables : phosphates, ammonium, nitrites et nitrates.

D'après les résultats obtenus, les eaux de robinet des sites étudiés montrent une qualité physicochimique et organique acceptable, car la majorités des échantillons sont conformes aux normes nationale et internationale.

Le site (**Mouzaia**) est considéré comme le point le plus minéralisé. Il dépasse les normes (Algériennes et OMS) pour turbidité. Les autres éléments sont acceptables.

Le diagnostic des eaux analysées présente une bonne qualité bactériologique pour les trois sites.

Mots clés: eau potable, eaux de robinet, physico-chimiques, bactériologique, Blida

Abstract

This work focused on the study of the physico-chemical and bacteriological characteristics of tap waters of the municipality of **Mouzaia**, wilaya of **Blida**.

The aim of this work is to evaluate in vitro the quality of the water collected according to three sites: **Mouzaia**, **Benaichouba**, and **Haouch El Gaada** to estimate their potability.

The samples were analyzed at the regional laboratory of the Algerian Water (**ADE**) located in **Chiffa**. The analyses concerned the following physico-chemical parameters:

Temperature, turbidity, pH, electrical conductivity, dry residue, dissolved oxygen, and mineralization: calcium and chlorides. In addition some undesirable elements: phosphates, ammonium, nitrites and nitrates.

According to the results obtained, the natural waters of the sites studied show an acceptable physico-chemical and organic quality, since the majority of the samples comply with national and international standards.

The site (**Mouzaia**) is considered the most mineralized point. It exceeds the standards (Algerian and WHO) for turbidity. The other elements are acceptable.

The diagnosis of the analyzed waters present a good bacteriological quality for the three sites.

Keywords: drinking water, natural waters, physico-chemical, bacteriological, Blida

الملخص

ركز هذا العمل على دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية لماء الصنبور لبلدية موزاية بولاية البليدة.

الهدف من هذا العمل هو تقييم نوعية المياه المجمعة في المختبر وفقا لثلاثة مواقع: موزاية، بن عيشوية،

حوش القعدة، من اجل تقييم قابليتها للشرب.

تم تحليل العينات في المختبر الإقليمي للمياه الجزائرية (ADE) الموجود في شقة. وتتعلق التحليلات بالمعايير الفيزيائية الكيميائية التالية:

درجة الحرارة ، التعكر ، الرقم الهيدروجيني ، الموصلية الكهربائية ، المخلفات الجافة ، الأكسجين المذاب ، والتمعدن: الكالسيوم والكلوريدات. بالإضافة إلى بعض العناصر غير المرغوب فيها: الفوسفات والأمونيوم والنترات.

ووفقا للنتائج التي تم الحصول عليها، تظهر المياه الطبيعية للمواقع التي تمت دراستها جودة فيزيائية وكيميائية وعضوية مقبولة، حيث أن غالبية العينات تطابق للمعايير الوطنية والدولية

يعتبر موقع (موزاية) النقطة الأكثر تمعدنا. إنه يتجاوز المعايير (الجزائرية ومنظمة الصحة العالمية) للتعكر. والعناصر الأخرى مقبولة..

يقدم تشخيص المياه التي تم تحليلها جودة بكتريولوجية جيدة للمواقع الثلاثة.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب، مياه الصنبور ، الفيزيائية الكيميائية، البكتريولوجيا، البليدة

Liste des abréviations

ADE : Algérienne des Eaux

°C : Degré Celsius

CE : signification de conductivité

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

E. Coli : Escherichia coli

EDTA : acide éthylène diamine tétra

H₂O : Oxygène dissous

JORA : Journal officiel de la République algérienne

OMS : Organisation mondiale de la santé

Mg : milligramme

Min : minute

ml : millilitre

MO : Matière organique (mg/l)

NH₄ : Ammonium

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

O₂ : Dioxygène

pH : Potentiel d'Hydrogène

SF : Streptocoques fécaux

UFC : Unité formant colonie

µm : micron mètre

Liste des Figures

Figure 1 : la molécule d'eau	4
Figure 2: Schéma explicatif d'un cycle de l'eau (E. Godet 2006)	5
Figure 3: Le cycle domestique de l'eau (ONEMA).....	7
Figure 4: la ville de Mouzaia par satellite (Source : google maps).	13
Figure 5: Réservoir Benaichouba par satellite (Source : google maps).	13
Figure 6: Station de Mouzaia par satellite (Source : google maps).	14
Figure 7: Forage Haouch el gaada	14
Figure 8: Résultats macroscopique lors d'un dénombrement d'Escherichia coli	32
Figure 9: Variation du pH	35
Figure 10: Variation de la température	36
Figure 11: résultats de conductivité.....	37
Figure 12: résultats de la turbidité	38
Figure 13: Variation de chlorure en (mg/l) pour les trois sites en fonction des années	39
Figure 14: Résultats Du Nitrite NO ₂ ⁻ (Mg/L)	40
Figure 15: Résultats d' Ammonium mg/l.....	41
Figure 16: Résultats des Coliformes totaux	41
Figure 17: Résultats de CF	42
Figure 18: Résultats des SF	43

Liste des Tableaux

Tableau 1: Calibrage phosphore	25
Tableau 2: paramètres conformité lors du dénombrement d'Escherichia coli	31
Tableau 3: Résultats de la température	36
Tableau 4: Conductivité	37
Tableau 5: résultats de chlorure en (mg/l) au niveau des trois sites.....	39

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Table de Matière

Introduction	3
Chapitre I : Revue Bibliographique.....	3
1 Définition de l'eau.....	3
2 la molécule d'eau :	3
3 Le cycle de l'eau	4
4 L'eau naturelle.....	6
5 L'eau potable.....	6
6 .1 le cycle domestique de l'eau	6
7 Les traitements de l'eau.....	8
7.1 Traitement des eaux souterraines.....	8
7.2 Traitement des eaux de surface.....	8
8 Les propriétés de l'eau	8
8.1 Les propriétés organoleptiques	8
8.1.1. La couleur.....	8
8.1.2. Le goût et l'odeur	8
8.2 Les propriétés physiques	8
8.3 Les propriétés chimiques	9
8.4 Les propriétés bactériologique.....	10
Chapitre II : Matériel et Méthode.....	12
II .1. Présentation et caractéristiques de la zone d'étude	12
✓ La commune de Mouzaia	12
➤ Points des prélèvements	13
Reservoir Benaichouba :pour l'echetiollonage des eaux du Robinets	13
Mouzaia : pour les eaux traités	14
Forage Houch El Gaada :pour les eaux naturelles	14
II .2.Analyse physico-chimique	14
➤ Analyses.....	14
II .2.1. Paramètres physiques	15

Réactifs	15
Matériel	15
Mode opératoire	15
Expression des résultats.....	15
➤ Détermination de la température.....	15
➤ Détermination de la conductivité.....	16
Matériel	16
Mode opératoire	17
Expression des résultats.....	17
➤ Détermination de la turbidité	17
Mode opératoire	17
Expression des résultats.....	17
Matériel	18
Mode opératoire	18
Expression des résultats.....	19
➤ Détermination de l'alcalinité.....	19
Réactifs	19
Mode opératoire	19
Expression des résultats.....	19
➤ Expression des résultats.....	20
➤ Détermination des résidus secs	20
Matériel	20
Mode opératoire	20
Expression des résultats.....	21
➤ Dosage des nitrates	21
Réactifs	21
Matériel	21
Mode opératoire	22
Expression des résultats.....	22
➤ Dosage du calcium	22
Réactifs	22
Matériel	23
Mode opératoire	23
Expression des résultats.....	23
➤ Dosage des chlorures	23
Réactifs	23

Matériel	24
Mode opératoire	24
Expression des résultats.....	24
➤ Détermination du phosphore.....	24
Réactifs	25
Matériel	25
Mode opératoire	25
Expression des résultats.....	26
➤ Dosage de la somme du calcium et magnésium.....	26
Réactifs	26
Matériel	26
Mode opératoire	26
Expression des résultats.....	27
$TH = V_2 \times 2 \times F \times Fc$	27
➤ Dosage de l'ammonium.....	27
Réactifs	27
Matériel	27
Mode opératoire	28
Expression des résultats.....	28
II .3. Analyse bactériologique	30
3.3.1. Détermination des germes totaux	30
3.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	30
3.3.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	32
Chapitre III : Résultats et discussion	35
III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques.....	35
III.1.1. Paramètres physiques	35
III.1.1.1. pH.....	35
III.1.1.2. Température.....	35
III.1.1.3. Conductivité électrique	37
III.1.1.4. Turbidité	38
III.1.2. Paramètres chimiques	39
III.1.2.1 Alcalinité	39
Les analyses montrent une absence totale des alcalin.....	39
III.1.2.3Clorure.....	39
.....	39

III.1.2.5. Nitrites	40
III.1.2.5. Ammonium.....	41
9 III.2. Résultats Des Paramètres Bactériologiques	41
9.1 III.2.1. Coliformes totaux	41
9.2 III.2.2. Coliformes fécaux	42
9.3 III.2.3. Streptocoques fécaux	43
Conclusion	56

Introduction

L'eau recouvre 70% de la planète, cette ressource naturelle est indispensable pour la survie de l'humanité et de toute espèce animale ou végétale et pour l'environnement. Pour ce faire elle a besoin d'être protégée, traitée et économisée.

Par ailleurs, La qualité de l'eau est essentielle au développement humain et au bien-être. L'accès à une eau sans risque sanitaire est donc l'un des moyens les plus efficaces de promouvoir la santé et de réduire la pauvreté **(OMS, 2017)**.

Les eaux souterraines constituent près de 99 % de toutes les réserves en eau douce liquide de la planète et correspondent actuellement à un quart de toute l'eau douce utilisée par les êtres humains. Partout sur la planète, de larges volumes d'eau douce se trouvent présents sous toute la surface du sol, mais leur abondance varie considérablement d'un endroit à l'autre.

À l'échelle mondiale, la consommation d'eau devrait augmenter d'environ 1 % par an au cours des 30 prochaines années. Compte tenu la meilleure qualité.

Pour cela , le traitement et la bonne conservation de l'eau constituent une intervention de santé publique adaptée pour améliorer la qualité de l'eau et réduire les maladies **(OMS, 2016)**.

Les besoins en eau de l'homme augmentent considérablement dans le temps et touchent à des domaines de plus en plus nombreux pour satisfaire ses exigences de confort et d'agrément et pour répondre à une demande économique croissante (Gilli *et al.*, 2008).

Les eaux souterraines sont traditionnellement des ressources en eau privilégiées pour l'eau Potable, car elles sont plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface. Toutefois certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit-elle- même satisfaire à des normes de qualité physicochimique et biologique **(Guergazi, 2005)**.

Dans la majeure partie du temps elle demeure à même le sol et constamment exposé à la chaleur du soleil qui par la force du temps altère la qualité physico-chimique et microbiologique.

Donc, l'eau destinée à la consommation doit être nécessairement analysée et surveillée ,car il n'est pas sur quelle soit toujours conforme aux normes de potabilité nationales et internationales.

Dans le contexte de la potabilité des eaux, nous avons procédé à l'étude des caractéristiques physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la ville de Mouzaia-wilaya de Blida.

L'objectif de notre travail est d'estimer la conformité des eaux naturelles, et de robinet de la commune de Mouzaia aux normes nationales et internationales.

Ce mémoire s'articule autour de deux parties:

La partie théorique consiste à une étude bibliographique dans laquelle nous avons présenté des généralités sur l'eau, leurs propriétés, cycle de vie, traitement, les eaux naturelles, l'eau potable et l'eau de robinet.

La deuxième partie est réservée à l'étude pratique de notre recherche.

Enfin une conclusion générale.

Chapitre I : Revue Bibliographique

1 Définition de l'eau

Le terme « eau » se réfère au mélange naturel de ces différentes formes. C'est une molécule simple composée de deux atomes d'hydrogène et d'un oxygène, d'un poids moléculaire de 18. Il peut se produire sous forme liquide, solide (glace) et gazeux (vapeur) (**Satinder ,2016**).

C'est un composé chimique simple, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation.

Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, un fleuve, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique.

Ce constituant biologique est très important, essentiel sous sa forme liquide pour tous les organismes vivants connus. Compte tenu de son caractère vital, de son importance dans l'économie et de sa répartition inégale sur Terre, l'eau est une ressource naturelle dont la gestion est l'objet de forts enjeux géopolitiques. (**Zerluth et Gienger, 2006**).

2 la molécule d'eau :

La molécule d'eau Composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène, l'eau présente une masse moléculaire de 17,915 g/mol. C'est un mélange de plusieurs espèces de différentes masses moléculaires, puisqu'il existe trois isotopes connus de l'hydrogène (^1H , ^2H ou deutérium et ^3H ou tritium) et six de l'oxygène (^{14}O , ^{15}O , ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O et ^{19}O), dont trois ont des périodes radioactives trop faibles pour être présents dans les eaux naturelles (^{14}O , ^{15}O et ^{19}O).

La période radioactive, ou période d'un isotope radioactif, est le temps nécessaire pour que la moitié des atomes se désintègrent naturellement. La décroissance de ce nombre d'atomes est exponentielle.

Il existe donc 18 possibilités de combinaisons avec, pour les plus abondantes, $^1\text{H}_2\ ^{16}\text{O}$, $^1\text{H}_2\ ^{18}\text{O}$ (0,2 %), $^1\text{H}_2\ ^{17}\text{O}$ (0,04 %) et $^1\text{HD}\ ^{16}\text{O}$ (0,03 %).

En effet, il est considéré qu'une goutte d'eau occupe un volume de 0,05 millilitre, soit 50 milligrammes (à la température de 4 °C), soit encore 0,00278 mole (18 g/mole). Sachant qu'une mole correspond à $6,022 \times 10^{23}$ molécules (nombre d'Avogadro), il y a environ 1 672 milliards de milliards de molécules dans une goutte. La planète contient 1 390 millions de milliards de m³ d'eau sous toutes ses formes. (Zerluth et Gienger, 2006).

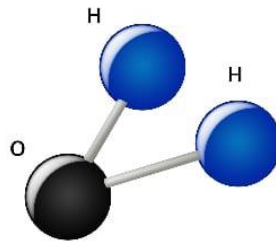


Figure 1 : la molécule d'eau

3 Le cycle de l'eau

L'eau circule continuellement dans les enveloppes superficielles de la Terre, au sein de plusieurs grands compartiments : les océans, la cryosphère (neige et glaces), la lithosphère (sols et sous-sol), l'atmosphère et la biosphère.

Ces compartiments sont les éléments constituant du système climatique, dont la masse d'eau totale est quasiment constante. Le rayonnement solaire, absorbé par la surface du globe, provoque l'évaporation des océans, lacs, rivières et sols, la transpiration des plantes, et la sublimation de la glace et de la neige.

Le Cycle d'eau se répète indéfiniment suivant plusieurs étapes:

- évaporation et évapotranspiration: une partie des eaux de mer se transforme en vapeur d'eau sous l'action du soleil ainsi que l'eau des plantes et des animaux par évapotranspiration.
- Condensation: les nuages se forment dans le ciel.
- Précipitations: les nuages s'agrègent puis se transforment en eaux pluviales, neige ou grêle.
- Infiltration: une partie des eaux pluviales s'infiltrant dans les nappes souterraines.

- Ruissellement: une partie des eaux rejoint les eaux de surfaces: rivières, fleuves, lacs.
- Stagnation: l'eau est stockée dans les réservoirs naturels sur des périodes plus ou moins longues (ex: 8 jours de stagnation dans l'atmosphère, 17 ans dans les lacs, 2500 ans dans les océans)
- Retour à la mer: l'eau des réservoirs naturels s'évapore sous l'action du soleil puis regagne la mer et les océans. (www.cieau.com)

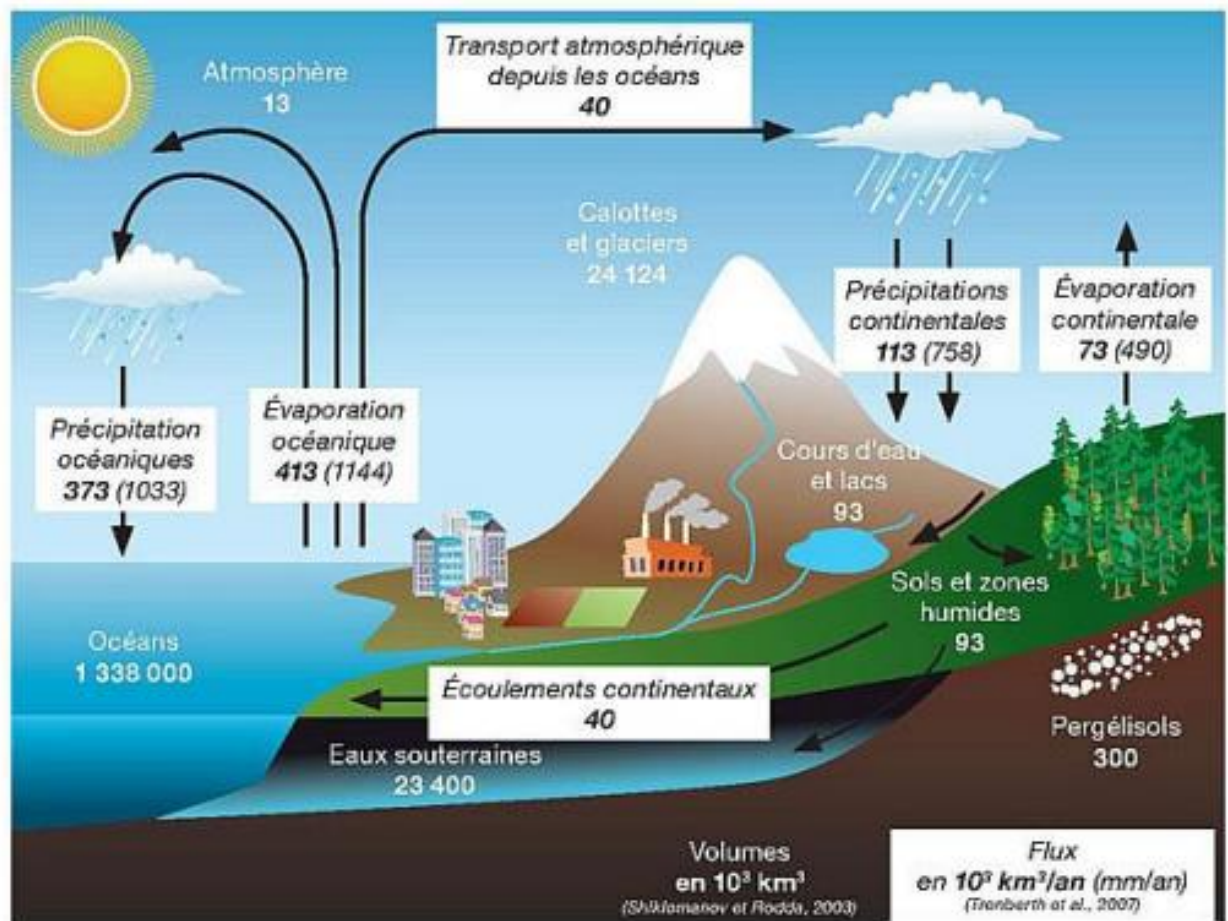


Figure 2: Schéma explicatif d'un cycle de l'eau (E. Godet 2006)

4 L'eau naturelle

Selon Delarras et Trebaol (2003), une eau minérale est une eau bactériologiquement saine, ayant pour origine une nappe ou un gisement souterrain et provenant d'une source exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées.

Les eaux minérale naturellement effervescentes dégagent, à l'origine ou après embouteillage, spontanément et de façon nettement perceptible, du gaz carbonique dans les conditions normales de températures et de pression. Elles se répartissent en 3 catégories :

- Eau minérale naturelle naturellement gazeuse ;
- Eau minérale naturelle renforcée au gaz de la source ;
- Eau minérale naturelle avec adjonction de gaz carbonique

5 L'eau potable

L'eau dite « du robinet » est une eau destinée à la consommation humaine qui respecte les valeurs limites fixées au niveau européen, et intégrées dans Code de la Santé Publique français avec quelques ajouts, pour 56 paramètres de qualité chimique, microbiologique et radioactive, quelle que soit son origine.

De plus, l'eau du robinet doit être conforme aux normes de qualité faute de quoi, elle pourrait apporter des risques de contamination chez ceux qui lui font confiance pour assurer leur propreté. L'eau du robinet doit être conforme à des critères de qualité définis par le Code de la Santé publique.

6 .1 le cycle domestique de l'eau

La masse d'eau totale de l'hydrosphère n'évolue pas au cours des années, elle reste toujours constante : l'eau s'évapore, forme la vapeur d'eau qui, en se transformant en pluie, va alimenter les mers, les cours d'eau et les nappes souterraines.

On peut appliquer au cycle de l'eau la fameuse phrase de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ».

L'eau change d'état au cours de son cycle, passant de l'état gazeux à l'état liquide ou à l'état solide. Cependant, Sa quantité globale est restée inchangée depuis trois milliards d'années, date de son apparition sur terre.

Dans l'atmosphère, l'eau est surtout présente à l'état de vapeur. Puis sous l'effet du refroidissement, l'eau passe de l'état de vapeur à l'état liquide. Cette eau liquide est

concentrée dans les nuages puis des précipitations.

Une fois que l'eau a atteint le sol, son cycle va se dérouler de façon essentiellement liquide. Seul, une toute petite partie de cette eau est en mouvement, la grande majorité étant stockée dans les nappes souterraines. Une partie de l'eau est utilisée par les plantes, le reste est drainé vers les rivières ou dans les nappes. Les racines des plantes vont capter l'eau, qui s'évaporerait ensuite par le système de transpiration des feuilles. Cette transpiration constitue de la vapeur d'eau. De la même façon, les lacs les océans, vont évaporer une partie de leur eau.

(<https://www.eau-artois-picardie.fr/>)

La somme des évaporations, soit 500 000 km³/an, est toujours égale à la somme des précipitations. Or, sur les continents, les précipitations sont supérieures de 40 000 km³/an à l'évaporation. Sur les océans, en revanche, on observe le phénomène inverse pour la quantité d'eau. Les continents vont donc renvoyer chaque année une masse d'eau de 40 000 km³ aux océans, de façon à ce que le cycle de l'eau soit équilibré.

Le moteur de ce cycle est le soleil, ou plus exactement l'énergie solaire qu'il dégage. En effet, c'est cette dernière qui entraîne les changements d'état de l'eau : la formation et la fonte des glaces, ou encore l'évaporation de l'eau et son élévation dans l'atmosphère (Maurel, 2001).

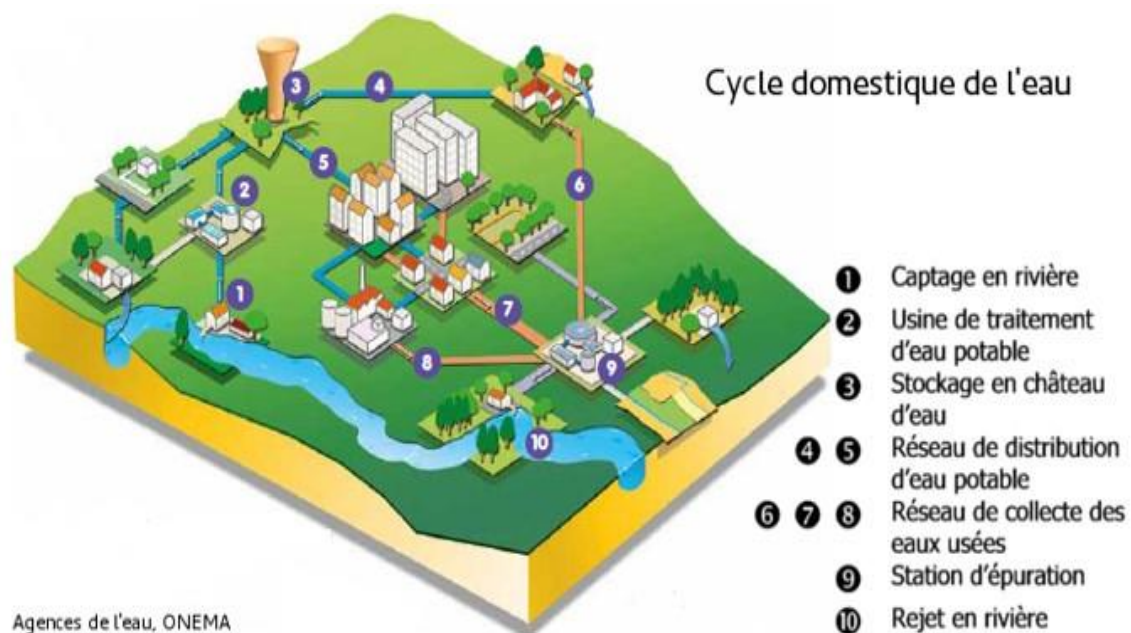


Figure 3: Le cycle domestique de l'eau (ONEMA)

7 Les traitements de l'eau

7.1 Traitement des eaux souterraines

Les eaux qui ne sont ni évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrant dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines.

La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui permet la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (Vilagines, 2003).

7.2 Traitement des eaux de surface

Les eaux de surface sont issues essentiellement des précipitations. Elles sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eaux superficielles, elles sont constituées plus particulièrement des eaux de lacs, des fleuves, des rivières et retenues d'eau de pluie (Bouziyani, 2006).

8 Les propriétés de l'eau

8.1 Les propriétés organoleptiques

- La couleur
- Odeur
- Saveur
- Chlore résiduel libre

8.2 Les propriétés physiques

La température

La température de l'eau exprimée en [° C] est un paramètre d'une grande utilité pour le diagnostic hydrologique (la profondeur de l'écoulement souterrain, le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère, son origine et la présence d'éventuelles pollutions ou influences humaines) (Degremont, 1978). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, et donc sur la conductivité et dans la détermination du pH (Rodier *et al.*, 2005).

Le potentiel d'hydrogène

La valeur du pH permet de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, autrement dit la concentration en ions hydrogène. Cette valeur est définie par l'échelle suivante : pH de 0 à 6,9 : acide ; pH de 7 : neutre ; pH de 7,1 à 14 : basique.

Une eau pure a une valeur de pH égale à 7 car elle possède exactement 10^{-7} particules acides (ions hydrogène H^+) et 10^{-7} particules basiques (ions hydroxydes OH^-) par litre. On dit qu'elle est neutre, ni acide ni basique (**Zerluth et Gienger, 2006**).

La conductivité électrique

La conductivité de l'eau mesure la capacité de l'eau à se laisser traverser par une charge électrique. Ce type de mesure permet notamment de se rendre compte si l'eau analysée est fortement chargée en sels minéraux ou proche de ce que l'on appelle une eau chimiquement pure, c'est-à-dire dépourvue de sels minéraux (**Bekkada, 2004**). L'unité de la conductivité est le siemens par mètre (S /m) (**Rodier et al., 1996**).

La turbidité

La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organiques, micro-organismes...). C'est ce qui caractérise le trouble de l'eau, celui-ci étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes, karsts). Ces particules en suspension peuvent aussi entraîner des saveurs et des odeurs désagréables (**Graindorge et Landot, 2007**).

8.3 Les propriétés chimiques

Selon BEAULIEU, 2018 :

L'eau est une substance qui a une forte propension à dissoudre d'autres éléments. De ce fait, elle peut attaquer les parois d'un récipient qui la contient, sculpter des paysages. Elle peut aussi dissoudre des gaz présents dans l'air comme le gaz carbonique ou l'oxygène (oxygène dissous). L'eau contenue dans le corps humain sert de support à la multitude de réactions et d'échanges qui sont nécessaires à la vie.

L'eau vraiment pure n'existe pas. La définition de l'eau pure diffère suivant les usages que l'on veut en faire. Ainsi, un buveur d'eau n'aura pas les mêmes critères d'appréciation qu'un chimiste. Le premier voudra une eau débarrassée des germes mais pas des sels minéraux sans laquelle elle serait imbuvable. Le second cherchera à la débarrasser de ses cations et de ses anions mais ne se préoccupera pas de la présence de matières organiques.

La première opération chimique réalisable avec l'eau est sa dissociation en protons H^+ et en ions hydroxydes OH^- . La répartition entre les deux se mesure avec le pH (potentiel hydrogène). L'échelle va de 0 à 14 : plus on se rapproche de 0, plus l'eau est acide, plus on

se rapproche de 14, plus elle est basique. L'eau est neutre lorsque son pH est à 7. L'eau joue un rôle très important dans toutes les réactions chimiques qui impliquent des matières chargées électriquement.

8.4 Les propriétés bactériologique

Selon le journal officiel algérien (2006), les examens concernant les critères microbiologiques de l'eau minérale doivent comporter la détermination quantitative et le dénombrement des micro-organismes suivants :

Les germes totaux (revivifiables)

Ils s'agit des bactéries capables de former des colonies sur milieu nutritif gélosé (**Tampo et al., 1992**), ne sont pas des germes indicateurs de contamination fécale ; cependant, ils sont recherchés dans certaines eaux à 22 °C et à 37 °C, car ils peuvent parfois exprimer un risque de contamination microbienne au-delà d'un certain seuil. Ils sont encore appelés « bactéries revivifiables » (**Delarras et al., 2010**).

Les coliformes totaux

Les coliformes se sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, oxydase-, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) , avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h à une température de 35-37°C (+ 0.5°C) (**Haslay et al., 1993**).

Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants sont des coliformes qui présentent les même propriétés de structure et de culture caractéristiques des coliformes, mais après incubation à la température de 44°C. Celle-ci permet de sélectionner les espèces de coliformes d'origine fécale, tous les coliformes d'origine fécale sont thermotolérants mais tous les coliformes thermotolérants ne sont pas forcément d'origine fécale (**Rodier et al., 2005**).

Si ces coliformes thermotolérants produisent de l'indole à partir d'une peptone riche en tryptophane à 44°C, ils sont alors fortement présomptifs d'*Escherichia coli* (**Hasly et al., 1993**), qui est habituellement une bactérie commensale, c'est l'hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud ; c'est un coliforme fécale (**Delarras et al., 2010**), Il est très utile à l'analyse de la contamination fécale des eaux (**Prescott et al., 2010**).

Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux ou les entérocoques fécaux figurent parmi les paramètres

microbiologiques à rechercher, plus précisément, cette appellation correspond à des streptocoques du groupe D (**Dellarras et Trebaol, 2003**), ont été choisis comme indicateurs d'une pollution fécale (**Satin et Selmi, 1999**).

Ils s'agit des cocci ovalaires ou sphériques, de 0.6 à 1 µm en moyenne, isolé, en diplocoques, chaînettes ou chaînes, Gram positif, immobile en général, anaérobies facultatifs, catalase- (**Delarras et al., 2010**). Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Et ne sont pas considérés comme pathogènes (**Potelon et Zysman, 1998**).

Les spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs

Selon Lebras (2002), le genre *Clostridium* est constitué de bacilles à Gram positifs, anaérobies stricts, mobiles par ciliature péritriche, mais parfois immobiles et capsulés. Ces bacilles subsistent sous forme sporulée lorsque les conditions de vie deviennent défavorables à leur multiplication et font partie pour la plupart de la flore normale intestinale de l'homme et des animaux. Les spores sont ovoïdes ou sphériques, naturellement thermorésistantes. Les *Clostridium* sont donc capables de survivre dans l'environnement et de contaminer n'importe quel type d'aliment ou matériel si les conditions d'hygiène et de stérilisation ne sont pas respectées.

Leur dénomination est due au fait que ces espèces sont capable de produire de l'hydrogène sulfure (H₂S) à partir du sulfite de sodium présent dans le milieu ; celui-ci se combine avec du citrate de fer ammoniacal ou de l'alun de fer pour donner du sulfure de fer noir (**Champait et Larpent, 1988**).

Pseudomonas aerogenosa

Pseudomonas aeruginosa est un bacille Gram négatif, aérobie strict, mobile à ciliature polaire monotriche, oxydase+, catalase+ (**Delarras et al., 2010**), pathogène opportuniste pour l'homme, capable de croître dans l'eau, à des très faibles concentrations en nutriments (**AFNOR, 2005**). C'est la seule espèce de *Pseudomonas* produisant 2 pigments, la pyocyanine et la pyoverdine.

Elle se retrouve fréquemment dans certains réseaux d'eau et dans l'environnement. Son origine peut être humaine et éventuellement fécale. Sa mise en évidence dans les eaux souterraines peut traduire une contamination par des eaux superficielles (**Delarras et Trebaol, 2003**).

Objectif du contrôle de la qualité :

Les contrôles de la qualité sont effectués sur les matières premières et les produits finis, mais aussi pendant la fabrication et sur les équipements. Ils visent à assurer la mise sur le marché de produits sains (exempts de risques microbiologiques, chimiques ou physiques) et conformes à la réglementation en vigueur (Beal et Sodini, 2003).

Chapitre □ : Matériel et Méthode

L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et bactériologique. L'eau distribuée par réseau constitue un des produits alimentaires les plus contrôlés, ses analyses sont réalisées depuis son origine jusqu'au robinet, l'eau de distribution constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ; elle doit également être conforme vis-à-vis d'un ensemble de normes de potabilité. Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation dans la ville de Mouzaia.

Notre étude a porté sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau matériel, l'eau traitée et l'eau de robinet dans la région de Mouzaia – Wilaya de Blida, pour apprécier la qualité de ces eaux, les analyses ont été effectuées par les préleveurs du laboratoire de contrôle de la qualité de l'eau de la société Algérienne des eaux de Chiffa durant les années 2019-2020 -2021 les résultats obtenus ont été pris de la base de données du laboratoire de l'ADE sous la supervision de Mme Thabet Aouel KENZA.

Il est recommandé d'étudier la qualité des eaux de robinet pour assurer leur potabilité, non seulement de se conformer aux normes de qualité de l'eau, mais aussi de prendre des mesures pour améliorer le processus de filtrage.

II.1. Présentation et caractéristiques de la zone d'étude

✓ La commune de Mouzaia

Cette commune située à l'ouest de la wilaya de Blida, à environ 14 km et de 59 km au Sud-ouest de la wilaya d'Alger, elle est limitée par la wilaya de Médéa au Nord.

Cette ville est très riche en ressources d'eau superficielles et souterraines, avec une quasi-totalité de sa population raccordée au réseau de distribution en eau potable.



Figure 4: la ville de Mouzaia par satellite (Source : google maps).

✓ Laboratoire de l'ADE

Le laboratoire de l'ADE (l'Algérienne des eaux, unité de Blida) localisé à la station de pompage de **Chiffa** route N°01 Blida.

Tel : 0555.02.36.07

Fax : 025.21.36.43

site web : www.ade.dz

Ce dernier contrôle en permanence la qualité des eaux de la Wilaya de Blida par une surveillance bactériologique et physico-chimique. Les paramètres physico-chimiques, ainsi que la colimétrie et la streptométrie y sont réalisés.

➤ Points des prélèvements

Les sites où ont lieu les prélèvements d'eau sont :

Reservoir Benaichouba : pour l'échantillonnage des eaux du Robinets



Figure 5: Réservoir Benaichouba par satellite (Source : google maps).

Mouzaia : pour les eaux traités



Figure 6: Station de Mouzaia par satellite (Source : google maps).

Forage Houch El Gaada :pour les eaux naturelles



Figure 7: Forage Haouch el gaada

II .2.Analyse physico-chimique

Selon Rodier et al., (2009), les bouteilles doivent être rincées **3 fois** au moment du prélèvement avec l'eau étudiée. Selon la norme **Afnor T90-012** modifié par l'**ADE**, l'Échantillonnage d'eau pour les analyses physico-chimiques est effectué dans des bouteilles en polyéthylène de **1L** et conserver entre **4°C** et **6°C** jusqu'à utilisation (Annexe).

➤ Analyses

Les analyses sont effectuées selon les protocoles établis par le laboratoire **ADE** de Chiffa.

II.2.1. Paramètres physiques

➤ Détermination du pH

La détermination électrométrique 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.

Réactifs

- ◆ 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 pH 10,00 ($\pm 0,02$ à 25°C)
- ◆ Solution tampon à pH 7,00 pour le contrôle qualité ($\pm 0,02$ à 25°C)
- ◆ Solution de KCl à 3 mol/l

Matériel

- ◆ pH-mètre
- ◆ Electrode
- ◆ Bécher de 50 ml.

Mode opératoire

La mesure est faite à l'aide du pH-mètre par trempage de l'électrode dans l'échantillon.

Expression des résultats

La mesure du pH se fait selon l'instruction de travail du pH-mètre concerné, les mesures sont exprimées en unités de pH, à la température de 25°C.

(Mode d'emploi du fabricant, NA 751 : eaux potables, eaux minérales - Détermination du pH)

➤ Détermination de la température

La mesure de température a été faite à l'aide de l'analyseur portable parallèle Hach SL1000, son récepteur est trempé dans l'échantillon et la valeur est prise après la stabilisation du thermomètre. Les résultats sont exprimés en °C

➤ Dosage de l'Oxygène dissous (DO₂)

Le dosage est effectué par la méthode électrochimique, il s'agit d'une mesure ampérométrique d'un courant produit à l'intérieur d'une sonde à oxygène.

Le dosage de l'oxygène dissous est d'une importance capitale dans les études portant sur la qualité des eaux, et ce, parce qu'il régit les réactions d'oxydoréduction. Sa solubilité en fonction de la température

Mode opératoire

La mesure du l'oxygène dissous est effectuée par l'oxymétrie électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé (Rodier et al., 2005).

Matériel

- Échantillon de l'eau
- L' oxymétrie

Expression des résultats

Les résultats de la DO sont exprimé par (mg d'O₂/l) soit en pourcentage de saturation en oxygène.

**(Mode d'emploi du fabricant, NA 751 : eaux potables, eaux minérales -
Détermination du pH)**

➤ Détermination de la conductivité

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.

Réactifs

- Standard de conductivité HACH à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Standard de conductivité à 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0.01 M de KCl)

Matériel

- Conductimètre HACH SL1000
- Conductimètre WTW inoLab 720.
- Electrode de conductivité. Becher de 50 ml.
- Agitateur magnétique, barreaux magnétiques.

Mode opératoire

Les mesures de conductivité se font à l'aide l'analyseur portable parallèle Hach SL1000, en insérant l'électrode dans le bécher contenant la solution où l'eau a analysé.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la température de 25°C . (Mode d'emploi du fabricant.

(Mode d'emploi du fabricant, NA 749 : Qualité de l'eau – détermination de la conductivité électrique)

➤ Détermination de la turbidité

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale.

La mesure se fait à l'aide du turbidimètre optique (HACH TL2300).

Mode opératoire

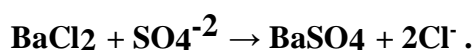
- Remplir la cuvette de mesure
- Insérer la cuvette dans le puit de mesure
- Fermer le capot
- Appuyer sur entrer
- Prendre la valeur la plus haute puis enlever la cuvette

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en NTU (Nephelometric Turbidity Units) si cette unité est sélectionnée.

➤ Détermination des sulfates

Ce protocole est pour but de déterminer le sulfate spectrophotomètre d'absorption moléculaire. Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction.



Réactifs

a) Solution stabilisante

Dans une fiole jaugée de 1000 ml, mettre 100 ml d'eau distillée, ajouter successivement 60 ml d'acide chlorhydrique pur (HCl : $d = 1.19$), 200 ml d'éthanol ($\text{C}_2 \text{H}_5 \text{OH}$), 150 g de chlorure de sodium (NaCl) et 100 ml de glycérol ; compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.

b) Solution de chlorure de baryum (BaCl_2) à 0.01N

Peser 150g de chlorure de baryum (BaCl_2), ajouter 5 ml d'acide chlorhydrique ; dans une fiole de 1000ml et compléter jusqu'au trait de jauge. Cette solution se conserve deux semaines en flacon brun à 4°C.

c) Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de sulfate de sodium ($\text{Na}_2 \text{SO}_4$)

Peser 1,479 g de sulfate de sodium (Na_2SO_4), la mettre dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. La solution se conserve pendant 2 mois si elle est mise à l'abri de la lumière dans un flacon brun à 4°C.

Matériel

- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers ...)
- Spectrophotomètre UV/Visible
- Agitateur magnétique

Mode opératoire

- Prendre 20 ml de l'eau à analyser et on ajoute l'eau distillé jusqu' à 100 ml
- Ajouter de 05 ml de la Solution stabilisante
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- Ajout de 2 ml de la Solution BaCl_2
- Agiter énergiquement pendant 1 mn. (2eme fois)
- Faire la lecture et enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre

(HACH DL6000) à la longueur d'onde 420 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en SO_4^{-2} mg/L.

ISO 7027:1999 (F) Qualité de l'eau — Détermination de la turbidité (troisième édition).

Manuel du fabricant

Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l'eau – Échantillonnage.

➤ Détermination de l'alcalinité

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, au niveau de pH 8.3 et 4.3, le volume d'eau à analyser. la première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Réactifs

- Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N
- Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.

Mode opératoire

- Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; soit V2 le volume total d'acide employé.
- Si $\text{pH} > 8.3$ verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur, noter le volume V1 lu au dosimat..

Expression des résultats

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimé en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions

- $\text{TA} = (\text{V1} \times \text{N} \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates} / \text{V}$
- $\text{TAC} = (\text{V2} \times \text{N} \times 1000) \times \text{masse molaire des bicarbonates} / \text{V}$
- Masse molaire des bicarbonates = 61mg
- Masse molaire des carbonates = 60mg
- Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc $\text{TA} = 0$.
- $\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} = \text{V1} \times 61$.
- Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc
- $\text{TA} = (\text{CO}_3^{2-}) \text{ mg/l} / 2$.
- $\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} + 2\text{TA}$.

- Où ;
- V est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml.
- V1 est le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N versé de la burette.
- V2 est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.
- N est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique = 0.01N.

➤ **Expression des résultats**

- Les résultats sont exprimés en SO_4^{-2} mg/L.

(NF T90-036)

➤ **Détermination des résidus secs**

Évaporation au bain d'eau bouillante d'un volume d'eau choisie en fonction des quantités de matières fixes présentes, dessiccation à l'étuve à température donnée et pesée du résidu.

La de détermination des résidus secs dans les eaux à 100-105°C et à 175-185°C.

Matériel

- Capsule en porcelaine, en verre borosilicaté ou, de préférence, en silice ou en platine.
- Balance permettant d'effectuer la pesée de la capsule et de son contenu à 0.1 mg près.
- Etuve réglable à 100-105°C ou 175-185°C
- Four réglable à 525°C

Mode opératoire

- Nettoyez la capsule à l'acide chlorhydrique (HCl), puis à l'eau distillée. La sécher par passage à l'étuve.
- Laisser refroidir presque jusqu'à la température ambiante puis placer dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser. Soit M0 la masse de la capsule vide.
- Faire évaporer progressivement au bain d'eau bouillante la prise d'échantillon introduite dans la capsule
- Une fois l'eau évaporée, placer la capsule dans l'étuve, réglée à 100-105°C et l'y laisser pendant 1 heure

- Placer la capsule ensuite dans un dessiccateur pendant ¼ d'heure environ et peser.
- Recommencer le cycle chauffage à 100-105°C- refroidissement- pesés jusqu'à ce que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0.5 mg. Soit **M1** la masse trouvée.

Expression des résultats

Le résidu sec à 100-105°C exprimé en milligrammes par litre est donné par l'expression

$$(M1-M0)*1000/V$$

- **V** : Le volume, en millilitres, de la prise d'essai.
- **M0** : La masse, en milligramme de la capsule vide.
- **M1** : La masse, en milligrammes, de la capsule et de son contenu après étuvage à 100-105°C.*
- **(Norme NA 6945 – Détermination des résidus secs, du résidu calciné et du résidu sulfaté)**
- **(Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l'eau – Échantillonnage).**

➤ **Dosage des nitrates**

Cette méthode d'essai a pour objet le dosage spectrométrique des nitrates par la méthode au salicylate de sodium. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs

- Solution de Salicylate de Sodium à 0.5%
- Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.
- Solution de tartrate double de sodium et de potassium
- Acide sulfurique (H₂SO₄) concentré.

Matériel

- Balance analytique de laboratoire précision 0.1 µg
- Capsules de 100 ml
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml
- Paires à pipeter
- Etuve pour séchage
- Spectrophotomètre UV-Visibl

Mode opératoire

- Introduire 10ml d'eau à analyser
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30% ;
- Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 % ;
- Évaporer à sec au bain-marie ou à l'étuve 75 - 88°C ;
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré ;
- Laisser reposer 10 minutes ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium ;
- Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre UV-Visible en mg/l des nitrates.

(ISO 6777 NA 1657. Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire)

(Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l'eau Échantillonnage)

➤ Dosage du calcium

Cette méthode par methodotitrimetrique a l'EDTA, Titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium. Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Réactifs

- Hydroxyde de sodium, solution 2 N
- Calcium, solution de référence à 100 mg/l
- EDTA, solution titrée 0,01 mol/l

- Mordant noir 11 (indicateur)

Matériel

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA
- Matériel courant de laboratoire

Mode opératoire

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde 2 N et une pincée d'indicateur (Mordant noir 11).
- Bien mélanger le tout.
- Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement.
- Le virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

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

Expression des résultats

La teneur en calcium, exprimée en mg/l

(ISO 6058 -1984 (F) Qualité de l'eau – Dosage du calcium – Méthode titrimétrique à l'EDTA)

➤ Dosage des chlorures

Réaction des ions chlorures avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage.

Réactifs

- a) Solution de nitrate d'argent (AgNO_3) à 0,02 mol/l
- b) Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4) à 100 g/l

Matériel

- Burette ;
- Capsules en porcelaine de 100 ml ;
- Pipettes ;
- Fioles ;
- Bécher

Mode opératoire

- Introduire 100 ml de l'échantillon dans un b cher, placé sur un fond blanc.
- Ajouter 1 ml d'indicateur de chromate de potassium
- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent jusqu' ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.

Expression des résultats

La concentration en chlorure P_{Cl} exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule

$$P_{Cl} = \frac{(V_s - V_b)}{V_a} * C_f$$

P_{Cl} : est la concentration en milligramme par litre de chlorure.

(ISO 9297 – NA 6917 - Qualité de l'eau – Dosage de chlorures – Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur Méthode de Mohr)

(Méthode ISO 5667-3 :2003 (F) Techniques généralement appropriées pour la conservation des échantillons)

➤ Détermination du phosphore

C'est une réaction des ions orthophosphates avec une solution acide contenant des ions molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl- phosphomolybdate.

L'objet est de décrire la mesure des orthophosphates par spectrométrie.

Réactifs

- Réactif mélange (solution molybdate acide)
- Acide ascorbique

Matériel

- Balance analytique
- Spectromètre

Mode opératoire

- Introduire 40 ml d'échantillon
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique
- Ajouter 2mL de réactif mélange.
- Après un laps de temps compris entre 10 à 30 min faire passer dans le spectromètre a une longueur d'onde de 880 nm
- Calibration

Tableau 1: Calibrage phosphore

N° Fiole	0	1	2	3	4	5	6
S.fille à 2.0 mg/l P (mL)	0	0,8	1,6	2	4	6	8
qsp 40 ml eau distillée (mL)	40	39,2	38,4	38	36	34	32
Conc. mg/l en P	0,0	0,04	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4
Conc. mg/l en PO_4^{-3}	0,0	0.1224	0.2448	0.306	0.612	0.918	1.224
Formule : $\text{P} \times 3.06 = \text{PO}_4^{-3}$							
Acide ascorbique (mL)	1	1	1	1	1	1	1
Réactif –mélange (mL)	2	2	2	2	2	2	2
qsp 50 ml eau distillée en mL	7	7	7	7	7	7	7

Expression des résultats

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique (NA 2364/1994 – Qualité de l'eau— dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium.)

(ISO 6878/ 1:1998 (F) Qualité de l'eau — dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium.)

(Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l'eau – Échantillonnage)

➤ Dosage de la somme du calcium et magnésium

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau.

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium.

Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Réactifs

- EDTA, solution titrée à 0,01 mol/l
- Solution tampon pH 10
- Mordant noir 11, indicateur

Matériel

- Burette de 25 à 50 ml utilisée pour l'EDTA.
- Matériel courant de laboratoire.
- pH-mètre

Mode opératoire

- Prélever une prise d'essai de 50 ml de l'échantillon
- Ajouter 4 ml de la solution tampon et une pincée d'indicateur NET
- Bien mélanger, la solution doit se colorer en rose.
- Titrer immédiatement avec la solution d'EDTA, en versant lentement

jusqu'au virageau bleu.

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

Expression des résultats

Le facteur de correction F_c est égal à

$$F_c = \frac{\text{volume theorique (12.5ml)}}{v_0}$$

La concentration totale en ions calcium et magnésium ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$), exprimée en °F, ou mg/l (1°F = 4mg/l)2408, elle est donnée par la formule

$$\text{TH} = V_2 \times 2 \times F \times F_c$$

TH : dureté exprimée en °F ;

V2 : est le volume, en millilitres, d'échantillon dosé ;

Fc : facteur de correction ;

F : facteur de dilution ;

(ISO 6059 –Qualité de l'eau – Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA)

➤ Dosage de l'ammonium

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Réactifs

- Réactif coloré
- Solution de Dichloroisocyanurate de sodium

Matériel

- Matériel courant de laboratoire

- Spectrophotomètre UV/VIS.

Mode opératoire

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre
- 4 ml du réactif coloré homogénéisé ;
- 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur. Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium.

(ISO 7150/1 – Qualité de l'eau – Dosage de l'ammonium – Méthode spectrométrique manuelle).

(Norme ISO 5667: 2004(F) Qualité de l'eau – Échantillonnage).

➤ Dosage des nitrites

La réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1,9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec mesurage de l'absorbance à 540nm.

Réactifs

- Réactif mixte

Matériel

- Matériel courant de laboratoire
- Spectrophotomètre UV-Visible.

Mode opératoire

- Introduire 50 ml d'échantillon,
- Ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 mn.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂-
- Mesurer l'absorbance de chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l des nitrites.

(ISO 6777 NA 1657. Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire).

(Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l'eau –Échantillonnage).

Dosage du fer

Addition d'une solution de phénantroline-1.10 a une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge- orange à une longueur d'onde de 510 nm.

Réactifs

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau distillée exempte de toutes traces de fer.

- Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l
- Solution de phénantroline-1,10
- Solution tampon acétate.

Matériel

- La verrerie et flacons de prélèvement.
- Spectrophotomètre UV-Visible.
- Cuve photométrique,
- Balance analytique de laboratoire.
- Fioles.
- Pipettes.

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'échantillon.
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5.
- Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.

- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm².
- Établir une courbe d'étalonnage en portant la concentration en fer en mg/l, en abscisses et l'absorbance mesurée correspondante, en ordonnée.

Expression des résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l du fer.

(ISO 5667-1, Qualité de l'eau – Échantillonnage)

(ISO 6332, Qualité de l'eau – Dosage du fer – Méthode spectrométrique à la phénantroline-1,10)

II.3. Analyse bactériologique

Une analyse bactériologique d'une eau destinée à l'usage humain comporte la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques fécaux dans deux milieux différents en milieu liquide 5 x 5

3.3.1. Détermination des germes totaux

• Mode opératoire

Préparées et numérotées deux boîtes de Pétri vides, à partir d'une solution d'eau à analyser porter aseptiquement deux fois une quantité de 1 ml au fond des deux boîtes. Compléter avec une quantité de 15 à 20 ml de gélose TGEA fondue, laisser refroidir à 45°C.

Puis maintenir une agitation délicate pour mélanger l'eau avec la gélose, laisser 10 minutes pour solidifier et ajouter 5 ml de la même gélose, L'incubation se fait à 37 °C pendant 48h pour la première boîte et à 22 °C pendant 72h.

Après 72h on peut effectuer la lecture.

(NA 763, ISO 6222 : « Dénombrement des micro-organismes revivifiables comptage des colonies par inoculation dans ou sur un milieu de culture nutritif gélosé)

(Instruction de travail : ITAB-LAB 01 « conditions générales de manipulation en microbiologie)

3.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

La gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA) permet le dénombrement des *Escherichia coli* et des coliformes dans les eaux à faible teneur en bactéries (moins de 100

colonies totales). Ces eaux peuvent être l'eau potable, l'eau de piscine désinfectée ou l'eau propre sortant des usines de traitement.

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les germes coliformes. Ces bactéries fermentent le lactose avec un dégagement du gaz en utilisant bouillon la cotisé ou Bromocrésol (bouillon BC PL)

Mode opératoire

- Filtrer 100 ml de l'échantillon à analyser sur une membrane filtrante .
- Placer la membrane filtrante sur la gélose chromogène pour bactéries coliformes (CCA) en veillant à ce qu'il n'y ait pas d'air en dessous ,retourner la boîte de Pétri
- Incuber à $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant (21 ± 3) heures.

Lecture

- Dénombrer séparément les Escherichia coli et les coliformes selon le tableau ci-après

confirmation

Le test de confirmation est basé sur la norme ISO 9308-1, les coliformes doivent être confirmés par l'obtention d'un résultat négatif du test oxydase. Réaliser de préférence cet essai sur la totalité ou sur au moins 10 colonies de couleur rose ou rouge

Tableau 2: paramètres conformité lors du dénombrement d'Escherichia coli

Microorganismes	Phénotype typique	Coloration des colonies
Escherichia coli	GUD+/ β – <i>gal</i> +	Bleu foncé à violette
Coliformes non Escherichia coli	GUD-/ β – <i>gal</i> +	Rose à rouge

• Dénombrement

A partir du nombre de colonies confirmées dénombrées sur la membrane filtrante , calculer le nombre d'E.coli et de bactéries coliformes présentes dans 100 ml de l'échantillon.

Le dénombrement des bactéries coliformes est la somme de toutes les colonies négatives à l'oxydase de couleur rose à rouge et de toutes les colonies de couleur bleu foncé à violet, les E. coli.

(Dérivé de l'ISO 9308-1: 2000 et ISO 9308 – 1 : 2000 / correctif 1 : 2007. Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes)

(Instruction de travail : ITAB-LAB 01 « conditions générales de manipulation en microbiologie)

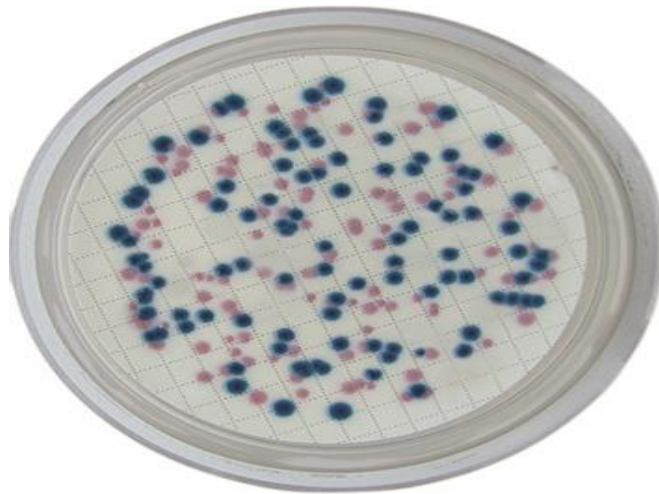


Figure 8: Résultats macroscopique lors d'un dénombrement d'Escherichia coli

3.3.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

Mode opératoire

Une quantité de 100ml d'eau est filtré à travers une membrane de porosité 0,45µm. Le filtre est placé sur une gélose SLANETZ contenant de l'azoture de sodium pour supprimer la croissance des bactéries Gram⁻ et du chlorure de 2, 3,5-triphenyl-tetrazolium, qui est réduit en formazan rouge par les Streptocoques fécaux. L'incubation se fait à 36±2°C pendant 44±4 heures.

Lecture

Les colonies typiques sont bombées, de couleur rouge, marron ou rose soit au centre ou sur l'ensemble de la colonie.

Confirmation

Le filtre est ensuite transféré sur la gélose contenant de la bile et de l'esculine (B.E.A)

et incuber à 44°C pendant 2 heures.

Dénombrement

Retirer la boîte de pétri et compter les colonies entourées d'un halo noir indiquant l'esculines positif.

- Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille.
- Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot.
- Verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100 ml).
- Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.
- Libérer l'entonnoir et le déposer sur la verrerie prévue à cet effet.
- Retirer la membrane de son support à l'aide de la pince préalablement passée à la flamme et la placer à l'endroit sur le milieu Slanetz et Bartley (T.T.C.) préalablement séché sur une plaque histologique en s'assurant que des bulles d'air ne soient pas emprisonnées sous la membrane.

❖ Incubation

Incuber les boîtes de Pétri à l'envers, à 36 °C ± 2 °C pendant 44 heures ± 4 heures.

Lecture

Examiner les membranes et considérer comme Entérocoques fécaux présumés toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration rouge, marron ou rose, soit à leur centre, soit à leur périphérie

Confirmation

Préchauffer le milieu Bile Esculine à 44°C ± 0,5°C pendant quelques minutes. A l'aide d'une pince stérile, transférer la membrane présentant la ou les colonies suspectes et le déposer (sans retournement) sur la gélose Bile Esculine. Incuber le milieu à 44°C ± 0,5°C pendant 2 heures.

Dénombrement

La mesure est à exprimer en UFC pour 100 ml d'eau.

Les résultats sont notés sur le formulaire FRAB-LAB 04 (Méthode sur membrane : autocontrôle) et sur le formulaire FRAB-LAB 05 (Méthode sur membrane : intervention) puis dans une trame informatique

(Norme NA 766 en ISO 7899-2 : « recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux. Partie 2 : Méthode par filtration sur membrane)

(ITAB-LAB 01 : « conditions générales de manipulation en microbiologie)

(ITAB-LAB 03 : « contrôle qualité en bactériologie)

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques

III.1.1. Paramètres physiques

III.1.1.1. pH

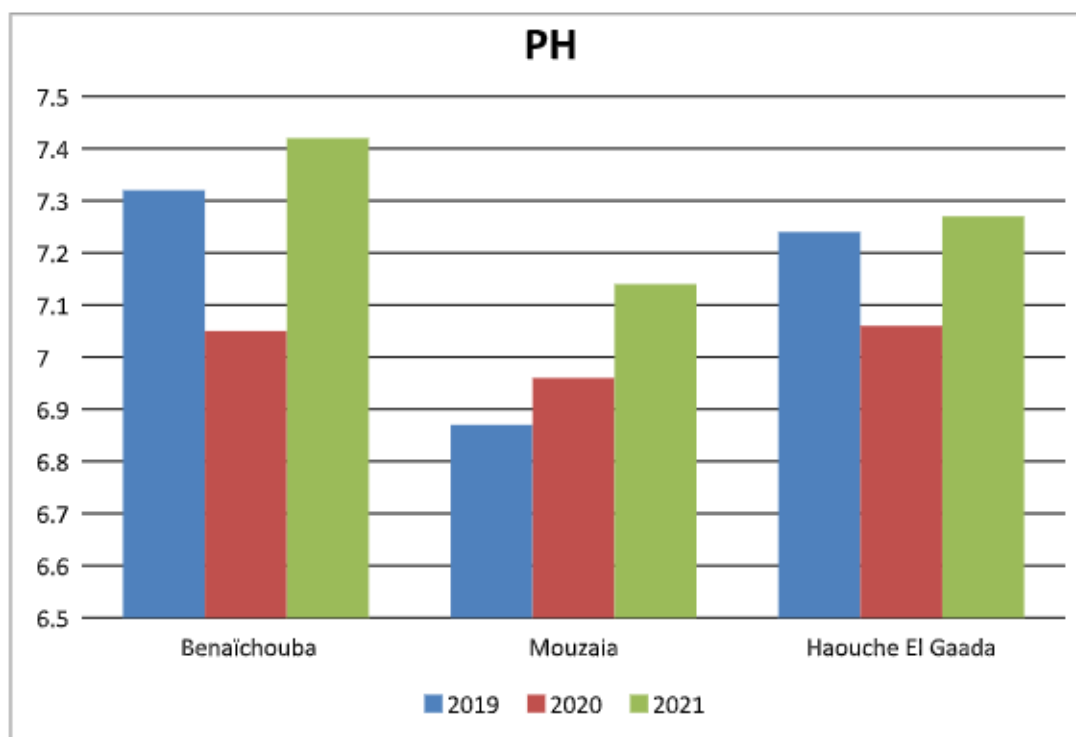


Figure 9: Variation du pH

Les résultats obtenus indiquent que pour tous les prélèvements effectués durant les période d'étude 2019/2020/2021 pour Benaichouba (eau de robinet), Mouzaia (eau traités) et Haouche El Gaada (eau naturel) ont une moyenne de pH fluctue entre 6.89 et 7.42. A cet effet les valeurs du pH sont conforme à la norme de potabilité internationale (6,5-9,5) d'après l'OMS 2017 et les normes de JORA 2006.

Le pH n'a pas d'effets directs sur les consommateurs, il est l'un des paramètres opérationnels les plus importants de la qualité de l'eau (OMS, 2017).

III.1.1.2. Température

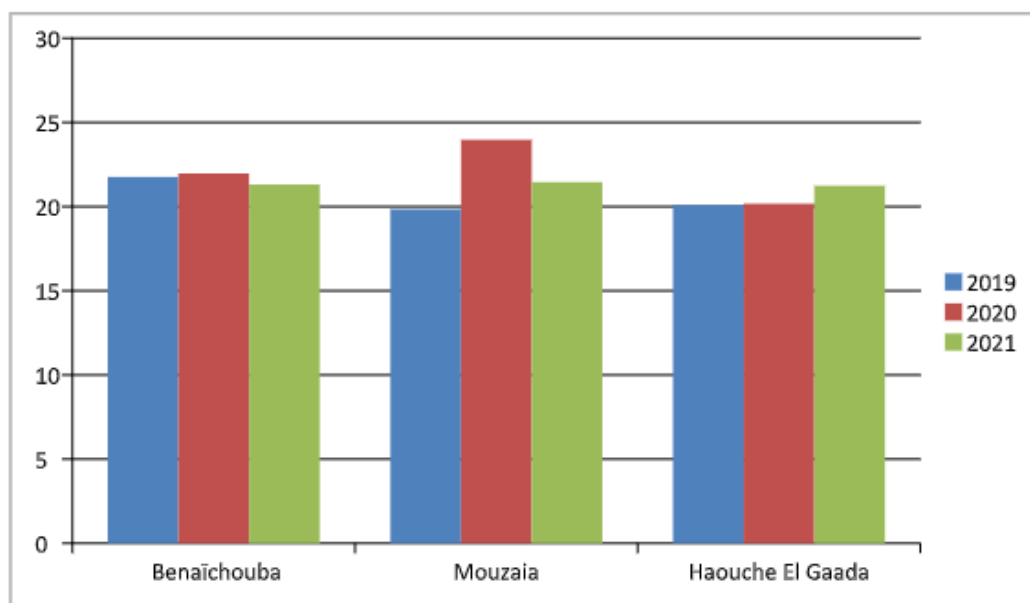


Figure 10: Variation de la température

La température constitue un facteur important dans l'étude de la qualité de l'eau. La température est mesurée par un thermomètre électronique au moment du prélèvement.

Tableau 3: Résultats de la température

Lieu	Benaichouba	Mouzaia	Haouche El Gaada
Variation (période de 2019 à 2021)	20°C et 22°C	20°C et 24°C	20°C et 21°C

On estime que les valeurs de température changent dans l'intervalle (20 à 25 °C) pour les trois stations durant les périodes (2019/2020/ 2021).

Selon **Rodier (2005)** la température augmente la vitesse des réactions chimiques et biochimiques ainsi que l'activité métabolique des organismes aquatique.

Pour la majorité des échantillons obtenus pour cette étude, les valeurs de température ne dépassent pas la norme (<25°C) (**JORA, 2011**).

III.1.1.3. Conductivité électrique

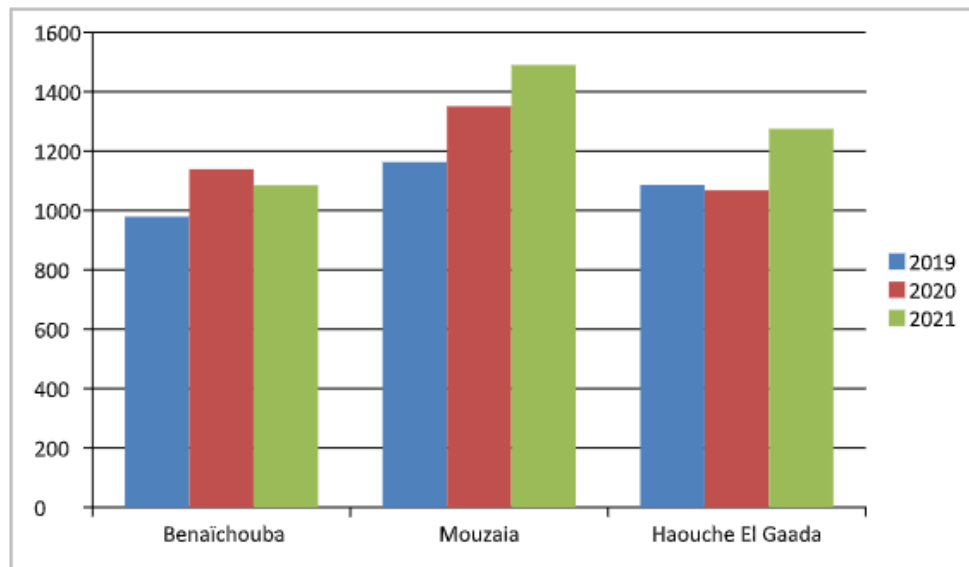


Figure 11: résultats de conductivité

Tableau 4: Conductivité

Conductivité	Benaïchouba	Mouzaia	Haouche El Gaada
Valeurs (µs/cm)	900 à 1100	1190 à 1500	1100 à 1220

Les résultats obtenus durant la période d'étude varient entre 900 µs/cm et 1500 µs/cm (figure) avec une moyenne de 1096.6 µs/cm.

Après l'observation des résultats on a constaté que la conductivité dans la station Mozaia avec une moyenne de 1320 µs/cm est plus supérieure que les sites Benaïchouba (1026 µs/cm) et Haouche El Gaada (1136 µs/cm).

Les valeurs de la conductivité correspondent aux normes des eaux destinées à la consommation, elles sont toutes < 2800 µs/cm (**JORA, 2011**).

Selon **Belghiti et al., 2013**, la conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé.

La conductivité électrique des eaux souterraines à partir d'ions majeurs prédominants définit le faciès hydrogéochimique des eaux (**Kouassi et al., 2017**).

III.1.1.4. Turbidité

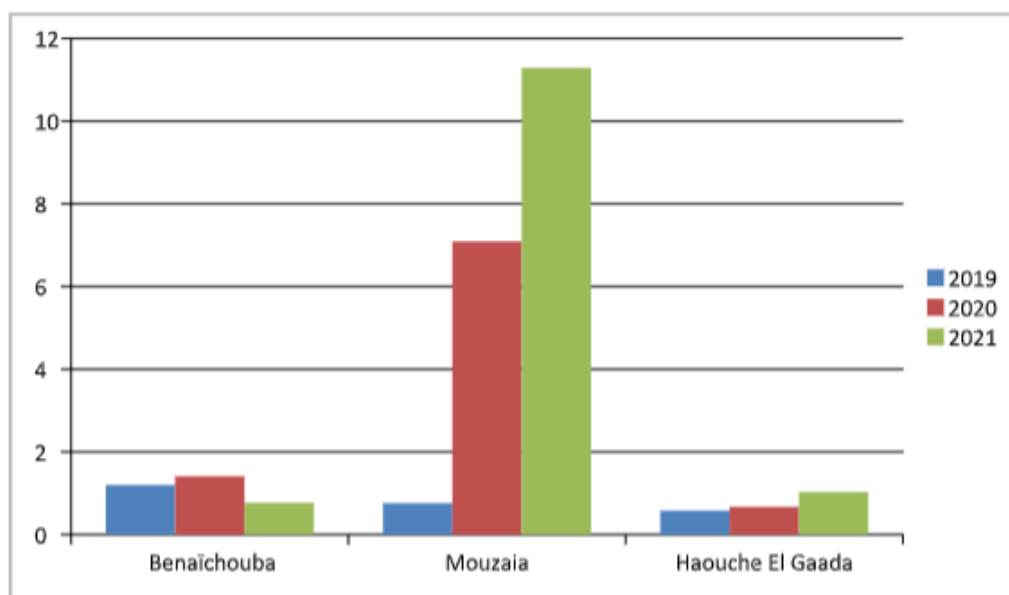


Figure 12: résultats de la turbidité

D'après la figure , les valeurs de turbidité s'échelonnent entre 0.5 NTU et 1 NTU pour la majorité des sites des points et elle augmente jusqu'à 11.5 NTU pour la station de Mouzaia.

L'augmentation de la turbidité de la station Mouzaia pour les années 2020 et 2021 est due au mélange avec des eaux superficielles, aussi une possibilité de manque d'aménagement. Ces valeurs supérieures à la norme nationale >5 NTU (**JORA, 2011**) sont inacceptables.

III.1.2. Paramètres chimiques

III.1.2.1 Alcalinité

Les analyses montrent une absence totale des alcalin

III.1.2.3Chlorure

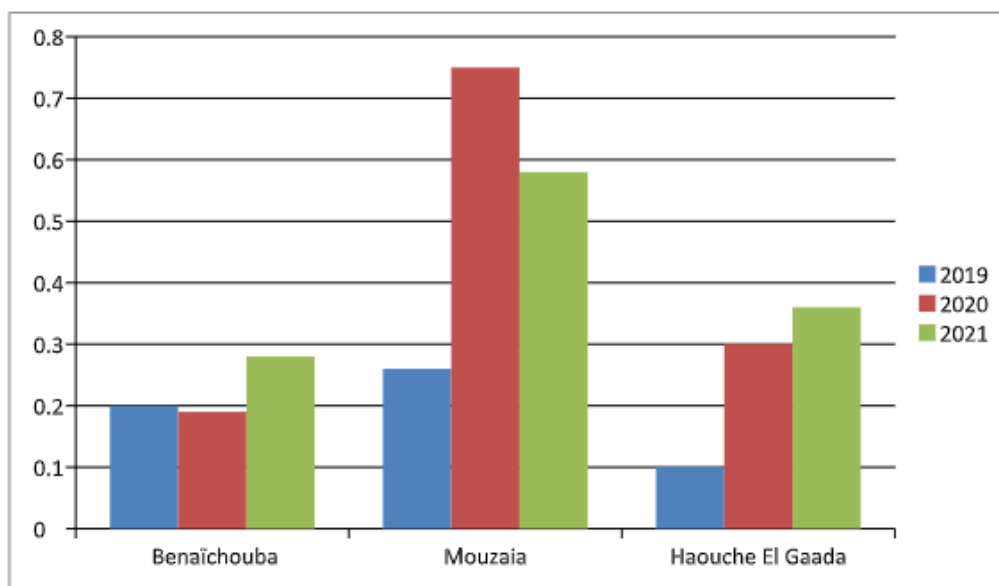


Figure 13: Variation de chlorure en (mg/l) pour les trois sites en fonction des années

Tableau 5: résultats de chlorure en (mg/l) au niveau des trois sites

	Site Année	Benaichouba	Mouzaia	Haouch El Gaada
chlorure en (mg/l)	2019	0.2	0.25	0.1
	2020	0.19	0.75	0.3
	2021	0.28	0.59	0.35

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (**Rodier et al., 2009**). Les résultats des analyses des eaux pour les trois sites indiquent des concentrations qui varient entre une valeur maximale de 0.75 mg/l enregistrée au niveau de la station Mouzaia et une concentration minimale de 0.1 pour Haouch El Gaada avec une moyenne de 0.2 ± 1.95 mg/l

La réglementation algérienne autorise une valeur de 500mg/l pour les eaux potables. Donc ces valeurs sont tous conformes à la normes.

III.1.2.5. Nitrites

Le nitrite est le premier résultat de la dégradation des organismes végétaux et animaux en milieu aqueux. Très toxique, il est rapidement et naturellement.

Les fortes teneurs en nitrite proviennent de l'oxydation de l'ammoniaque. Les valeurs des nitrites sont présentées en figure.

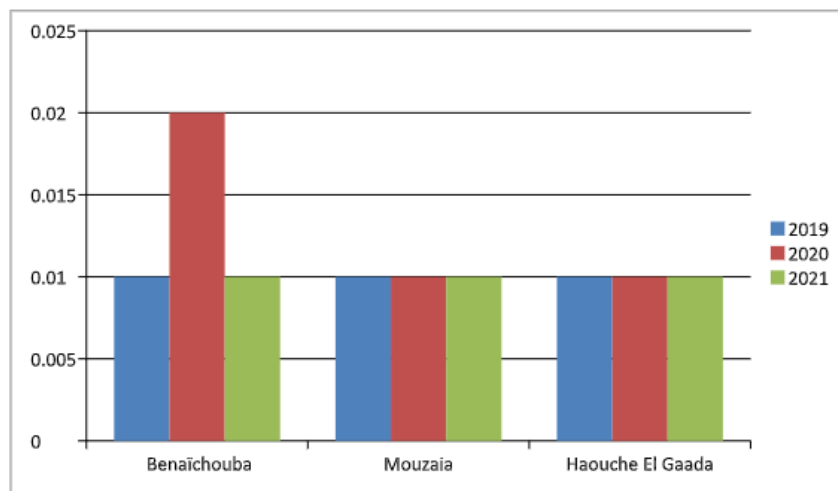


Figure 14: Résultats Du Nitrite NO₂⁻ (Mg/L)

Selon les résultats on observe concentration constante (1 mg/l) pour tous les sites pendant les trois années ,avec une concentration maximale de 0.2 mg/l pour Benaichouba (2020).

Toutes les concentrations sont inférieures a la valeur limite nationale 0.2mg/l (**JORA, 2011**)

III.1.2.5. Ammonium

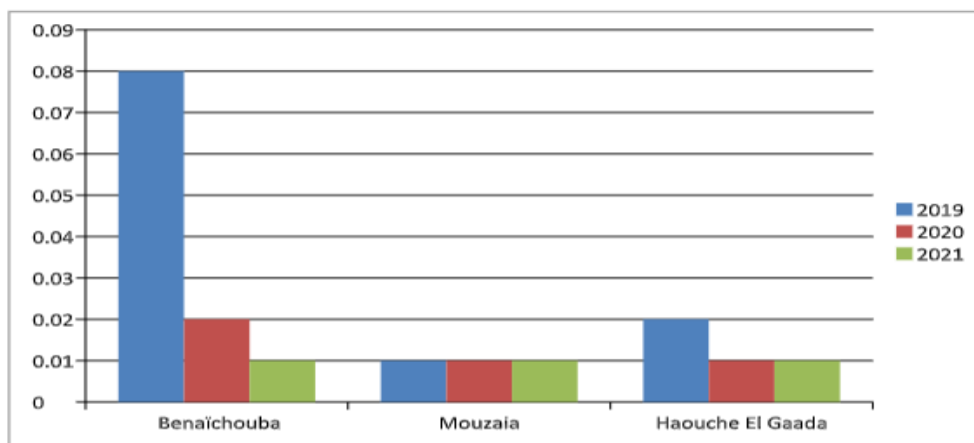


Figure 15: Résultats d' Ammonium mg/l

La figure montre que Toutes les concentrations sont entre 0.01 mg/l et 0.08 mg/l

Les valeurs enregistrées sont toutes inférieures aux normes de potabilité nationale 0.5 mg/l (JORA, 2011) et internationale 0.2 mg/l (OMS, 2017).

9 III.2. Résultats Des Paramètres Bactériologiques

9.1 III.2.1. Coliformes totaux

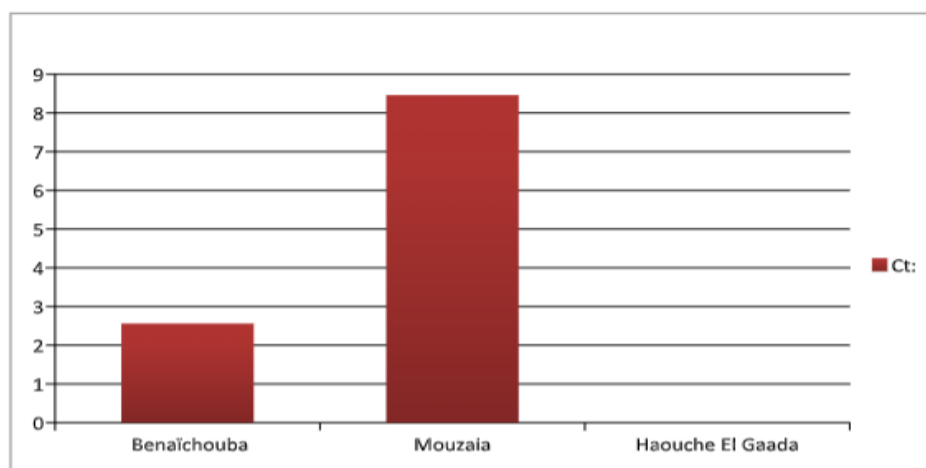


Figure 16: Résultats des Coliformes totaux

D'après les résultats de l'histogramme, nous avons observés une , nous avons observé une présence des CT au niveau des sites **Benaichouba** et **Mouzaia** avec une valeur très élevé pour ce dernier(**8.5 UFC/100 ml**) .

En outre, à l'exception du site **Haouche El Gaada** qui son taux est indénombrable, on a une absencetotale de ces germes (0 UFC/100 ml)

Le journal officiel Algérienne (**JORA, 2011**) n'a pas cité valeur limite donc on ne peut pas dire si les résultats sont conformes en vertu du règlement.

9.2 III.2.2. Coliformes fécaux

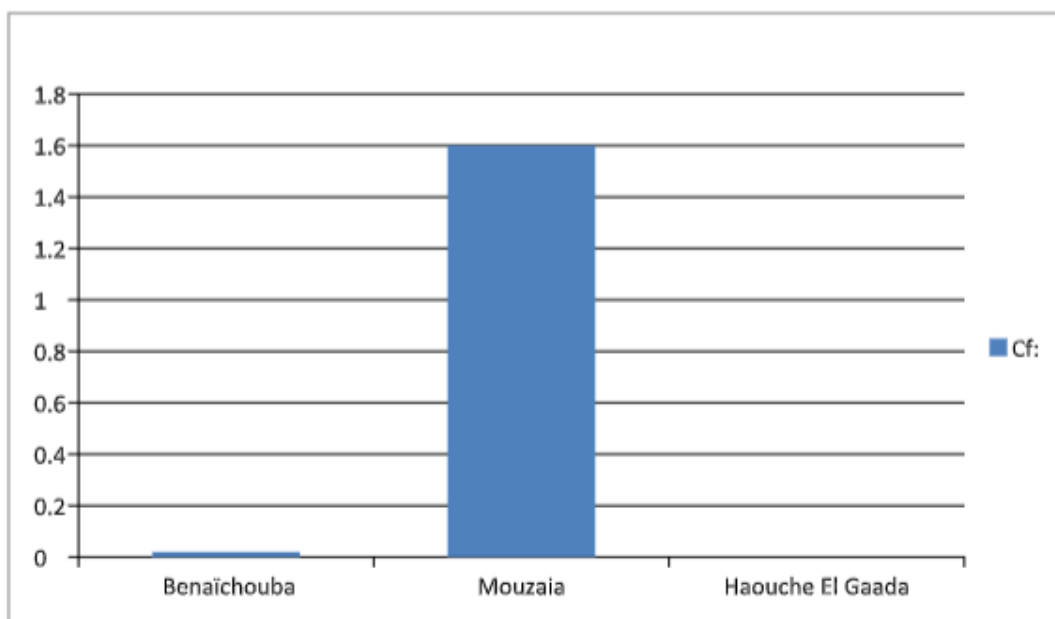


Figure 17: Résultats de CF

On marque une dominance des CF au niveau de la station **Mouzaia** avec 1.6 UFC/100 par rapport au sites **Benaichouba** et **Haouche El Gaada** qui ont des normes très faibles 0 UFC/100

Pour l'eau traité les charges bactériennes sont nuls cela montre l'efficacité de traitement et la bonne acceptabilité pour la consommation.

La présence de coliformes fécaux peut être une indication de la présence de microorganismes entéropathogènes (**Zmirou et al., 1987**) comme les salmonelles et le virus de Norwalk (**Goodman et al., 1982**) ; (**Craun, 1986**).

9.3 III.2.3. Streptocoques fécaux

Sf:

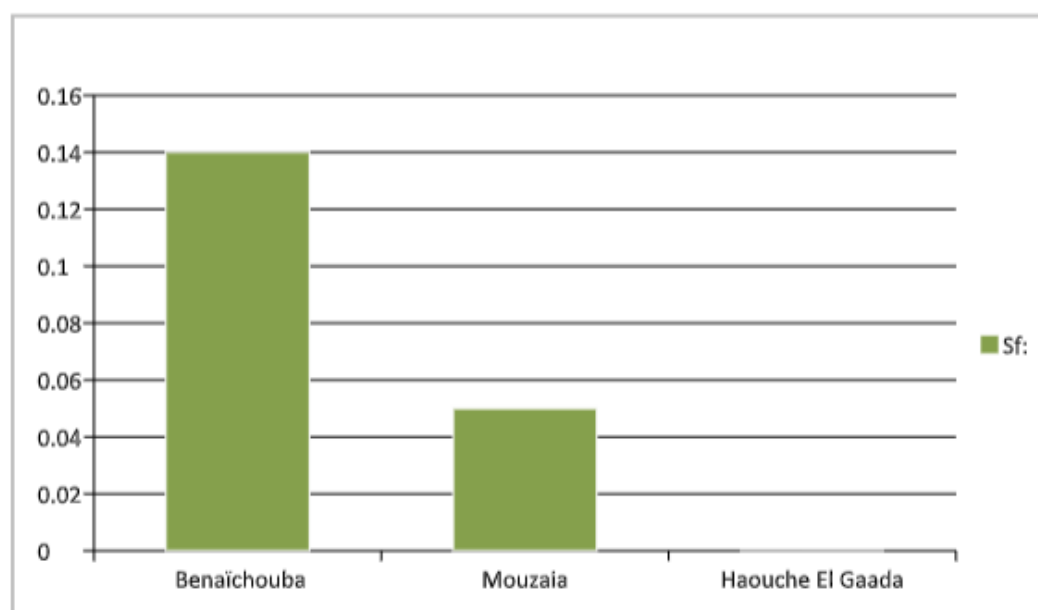


Figure 18: Résultats des SF

D'après les résultats, nous avons constaté une absence totale des SF pour le site **Haouche El Gaada**, par rapport au **Benaïchouba** et **Mouzaia** qui marque une contamination avec SF dont les valeurs sont 0.14 UFC/100ml et 0.05 UFC/ml.

La contamination des sites **Benaïchouba** et **Mouzaia** par streptocoques fécaux peut être traduite par une pollution fécale d'origine animale ou humaine (élevage des animaux, engrais naturels).

Conclusion

La majorité des résultats d'analyse physico-chimique (pH, turbidité, Ce, NH_4^+ , Cl, NO_2 ,) sont conformes aux normes nationales et internationales, donc la qualité des eaux analysé montre une potabilité moyenne.

On estime une diversification de qualité des eaux selon leurs site de prélèvement, et donc des fonctions de potabilité différentes.

Les résultats des analyses bactériologiques ont montré une parfaite conformité des eaux traités aux normes.

Malgré le contrôle permanent des eaux de robinet, nous pouvons parfois rencontrer des maladies très dangereuses et contagieuses comme c'était le cas en 2018 où il a eu l'apparition de la maladie « Choléra ».

Perspectives

Il faut mettre en place un ensemble d'organismes étatiques et privés pour le contrôle et le suivi de qualité des eaux de robinet pour assurer toujours une meilleure qualité et la prévention contre des éventuelles maladies.

Références

(Mode d'emploi du fabricant, NA 751 : eaux potables, eaux minérales - Détermination du pH

AFNOR, 2005. Qualité de l'eau. Edition AFNOR. P 344.

Agathe Euzen Et Yves Levi, Tout Savoir Sur L'eau De Robinet, Cnrs Editions, 2013.

Agathe Euzen, Catherine Jeandel et Rémy Mosseri, L'eau à découvert, CNRS Éditions, 2017

Agnès Ducharne, Katia Laval , Catherine Jeandel Et Rémy Mosseri ; L'eau A Découvert Agathe, Ed Cnrs, 2015.

AUF, 2008. Agence Universitaire de la Francophonie. Gestion des ressources en eau et développement local durable (Caraïbe-Amérique latine-Océan Indien). Edition KARTHALA. 418 p.

Banton, O et Bangoy, L.M., 1999. Hydrogéologie. P 12, 66.

Barwick, R. S., Levy, D. A., Craun, G.F., Beach, M. J., Calderon, R. L. 2000, Surveillance for waterborne-disease outbreaks- United States, 1997-1998. Morbidity Weekly Review Surveillance Summaries, 49 (SS04): 1-35 p.

Beal. C, Sodini. I., 2003. Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Techniques d'ingénieur. Edition technique d'ingénieurs/Paris. P 13

Bekkada, Z., 2004. La valeur de l'eau par. Édition Chiron. P 54, 62.

Berlinet.C., 2006. Étude de l'influence de l'emballage et de la matrice sur la qualité du jus d'orange. Mémoire de l'obtention de grade de docteur en France. P268.

Bliefert et Perraud., 2009. Chimie de l'environnement air, eau, sol, déchets 2ème édition Française de Boeck. p319,

Boeglin, J-C., 2001. Technique d'ingénieur G1. Environnement. Edition technique d'ingénieur/ Paris.

Boeglin, J-C., 2001. Technique d'ingénieur G1. Environnement. Edition technique d'ingénieur/ Paris.

Bogelin, J.C. 2000. Contrôle des eaux douces et de consommation humaine. Edition. Techniques de l'ingénieur, 24 p.

- Bouziani. M., 2006.** L'eau dans tous ces états : source de vie, ressource épuisable, maladies
- Brémaude, C. Claisse, J-R. Leulier, F. Thibault, J et Ulrich, E. (2006).** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition Educagri. Dijon. France. p 220-221.
- Celerier, J.L., Faby, J.A., 2003.** La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux. Office international de l'eau, document technique, sinde. 304 p.
- Champaît. D et Larpent. J.P., 1988.** Biologie des eaux. Edition Masson, Paris. P 213.
- Chevalier, P., 2003.** Coliformes totaux. Fiches synthèse sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau. Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
- Defranceshi, (1996).** L'eau dans tous ses états. Ellipse, Paris P75-103.
- Degremont, (2005).** Mémento technique de l'eau Tome II, 10ème édition Lavoisier France, 1928 p.
- Delarras .C., (2007).** La microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire (aliment. Produits cosmétique. Eaux produits. Pharmaceutiques). Edition médicale internationales. LAVOISIER. P 473- 476.
- Delarras. C et Trebaol. B., 2003.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux : réglementation, prélèvements, analyse. Edition Tec et Doc- Paris. P 11, 70, 71, 83, 92, 107
- Delarras. C, Trébaol. B. Durand. J., 2010.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux, 2ème édition Lavoisier, 2010. P 98, 105, 136.
- Dérivé de l'ISO 9308-1: 2000 et ISO 9308 – 1 : 2000 / correctif 1 : 2007. Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes)
- Derradji. F, Kherici. N, Romeo. M, Caruba. R., 2005.** Etude de l'influence de la pollution de l'oued Seybouse sur l'aquifère d'Annaba. Fichier pdf.
- Desbordes. 2001.** Innovation management in the sports industry: lessons from the Salomon case. European Sport Management Quarterly. P 501
- Desjardins., 1997.** Le traitement des eaux. 2ème édition, presses internationales polytechnique de Montréal. 304 p.
- Dupont, 1981.** Hydraulique urbaine : hydrologie et traitement de l'eau. Tome I, 6ème Ed E. Eyrolles p 53, 61-67.

Dupont. A., 1981. Hydrogéologie captage et traitement des eaux, tome I .5ème édition. EYROLLES. P 62, 67

Ernst-Detlef ,Schulzen,Plant Ecology Second Edition,Berlin, Germany,2019,P 167/168

Gaujous., D, 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire 2ème édition. Edition Tec et Doc Lavoisier-Paris. 50, 68 p.

Gilli. E. M, Mangan. C, Mudry. J., 2008. Hydrogéologie objet, méthodes, application 2 ème édition. Edition DUNOD, Paris. P 12, 43

Graindorge, J et Landot, E., 2007. La qualité de l'eau potable. Édition Groupe Territorial, Voiron. p 30, 101

Guiraud et Rosec, 2004. Pratique des normes en microbiologie alimentaire. «Edition Québec Griffon d'argile ».768p.

Hasly. C et Lerlec. H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Édition Lavoisier _ paris. P 66, 68, 101, 108, 110.

Hceflcd, 2006. Etude sur la pisciculture au barrage Almassira, CR dar CHAFAAI, Cercle d'ELBROUGE, Province de Settat, 201 p.

Hertig et Fallot, (2006). Étude d'impact sur l'environnement. 2ème édition. Volume 23 .presses polytechnique et universitaires romandes. P544

Instruction de travail : ITAB-LAB 01 « conditions générales de manipulation en microbiologie)

Instruction de travail : ITAB-LAB 01 « conditions générales de manipulation en microbiologie)

ISO 5667-1, Qualité de l'eau – Echantillonnage

ISO 6058 -1984 (F) Qualité de l'eau – Dosage du calcium – Méthode titrimétrique à l'EDTA

ISO 6059 –Qualité de l'eau – Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA

ISO 6332, Qualité de l'eau – Dosage du fer – Méthode spectrométrique à la phénantroline-1,10)

ISO 6777 NA 1657. Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire

ISO 6777 NA 1657. Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire

ISO 6878/ 1:1998 (F) Qualité de l'eau — dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium

ISO 7027, (1999).Water quality - Determination of turbidity ISO 7027:1999

ISO 7027:1999 (F) Qualité de l'eau — Détermination de la turbidité (troisième édition

ISO 7150/1 – Qualité de l'eau – Dosage de l'ammonium Méthode spectrométrique manuelle

ISO 7888, (1985).Water quality - Determination of electrical conductivity (ISO 7888:1985)

ISO 9297 – NA 6917 - Qualité de l'eau – Dosage de chlorures – Titration au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur Méthode de Mohr

ITAB-LAB 01 : « conditions générales de manipulation en microbiologie)

ITAB-LAB 03 : « contrôle qualité en bactériologie)

J. Hopcroft; Wastewater Treatment Concepts And Practices Francis, Momentum Press, Llc, New York,2015.

J.O.R.A.D.P., 2006. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire n° 27 du 26 avril. Arrêté interministériel fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisées.

Kemmer. F.N, Mccaillon. J, Qellosi. Q., 1984. Manuel de l'eau. Edition Lavoisier Tec & Doc-Paris.P 95, 100, 105, 109

Lamy Doeve., 1997. Réglementation des produits et qualité. Edition juridique et technique Tome 3. p 225.

Larcher W , Physiological Plant Ecology, 4th Edn. Springer, Berlin,2003.

Lebras., 2002. Les anaérobies en hygiène alimentaire. Institut Pasteur d'Algérie. Fichier pdf.

Lepot, B. Houeix, N. Ghestem, J-P. Coquery, M et Schiavoe, S., 2011. Guide des prescriptions techniques pour la surveillance physico-chimique des milieux aquatiques Échantillonnage et analyses des eaux et des sédiments en milieux continentale, 116 p.

Malleval, A, Suffeti. J., 1991 Effet de l’ozone sur les goûts et les odeurs. Ozone et ozonation des eaux. Edition Lavoisier 1991. p 103.

Maurel. A., 2001. Dessalement des eaux de mer et des eaux saumâtre technique et des autres procédés non conventionnels d’approvisionnement en eau douce, 1er édition. 226 p.

Méthode ISO 5667-3 :2003 (F) Techniques généralement appropriées pour la conservation des échantillons

Mhiri. A., 2002. Le potassium dans le sol de la Tunisie. INA de la TUNISIE

Mode d’emploi du fabricant, NA 749 : Qualité de l’eau – détermination de la conductivité électrique

Mode d’emploi du fabricant, NA 751 : eaux potables, eaux minérales - Détermination du pH

Monique. T.H et Beaudry. J.P, 1992. Chimie des eaux. 2ème édition Québec. P 64, 71,95.

Montiel. A et Welte. B., 2001. Nettoyage et désinfection obligatoire après intervention. TSM 3 : p 246.

Multon. J-L et Bureau. G., 1998. L’emballage des denrées alimentaires de grandes consommation technique et documentation. Lavoisier, Paris 2ème édition.

NA 2364/1994 – Qualité de l’eau— dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d’ammonium

NA 763, ISO 6222 : « Dénombrement des micro-organismes revivifiables comptage des colonies par inoculation dans ou sur un milieu de culture nutritif gélosé)

Norme ISO 5667 : 2004(F) Qualité de l’eau – Échantillonnage

Norme NA 6945 – Détermination des résidus secs, du résidu calciné et du résidu sulfaté

Norme NA 766 en ISO 7899-2 : « recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux. Partie 2 : Méthode par filtration sur membrane)

Oms 2017, Organisation Mondiale De La Santé. Directives De Qualité Pour L'eau De Boisson: 4e Ed. Intégrant Le Premier Additif.,2017

Pitkanen., 2010. Studies on the detection methods of compylobacter and faecal indicator bacteria in drinking water. National institute for health and Welfare. Finland. 118 p.

Potelon. J-I et Zysman.k, 1998. Le guide des analyses de l'eau. Édition : La Lettre du Cadre Territorial. P 71, 75, 77, 89, 97 121, 205, 253, 260, 310.

Pothet.J-P., 2008. Les matériaux d'emballage. Paris : Dunod.

Prescott, Harley. Klein, Wiley, Sherwood et Woolverton., 2010. Microbiologie 8 ème édition : Groupe De Boeck s.a., p 559.

Queneau., Habert., 2009. Place des eaux minérales dans l'alimentation. Bul Acad Nle, 190 p.

Rejsek, F., 2002. Analyse des eaux. Aspects règlementaires et techniques. Édition CRDP d'aquitaine. P 63

Rodier. J, Bazin. C, Brouton. J.P, Chambou. P, Champseur. H., 1978. Analyse des eaux 6ème édition : DUOND-Paris. p 872.

Rodier. J, Bazin. C, Brouton. J.P, Chambou. P, Champseur. H., 1996. Analyse de l'eau 5ème édition : DUNOD-Paris. 1384 p.

Rodier. J, Bazin. C, Brouton. J.P, Chambou. P, Champseur. H., 2005. Analyse de l'eau 8ème édition : DUNOD-Paris .P 945, 947, 954, 1132

Rodier. J, Legube. B, Merlet. N et coll., 2009. Analyse de l'eau 9ème édition. DUNOD, Paris, 2009. P 03, 06, 33, 35, 727, 775. 1526.

Satin et Selmi, 1999. Guide technique de l'assainissement 2ème édition. Edition Regisourier. P 255.

Satinder Ahuja, Chemistry And Water, , Calabash, Nc, United State

Self, 2010. Domestic water quality criteria. Manager, soil, waterand plant Testing laboratory, colorado state university crop series irrigation fact sheet 3p.

Tampo. D, Hartemann. P, Moll. M., 1992. Les eaux conditionnées. Edition Lavoisier Tec et Doc-Paris. p 08, 14, 22, 64, 65, 66, 70, 91, 105.

Tardat-Henry. M et Beaudry.J-P 1992. Chimie des eaux. Édition Le Griffon d'agile. P 129, 211, 265 266,

Thaithe. T., 2006. Partager l'eau : les enjeux de demain, paris édition. Technique. 159p.

Vaillant. J.R., 1973. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution. Édition Eyrolles . p 08, 09, 61.

Vijay , Water Science And Technology Library, Volume 117, Texas, Usa, 2022.

Vilaginès,. 2003. Eau, environnement et santé publique introduction à l'hydrogéologie 2 ème Ed Lavoisier. 36, 198 p

Zerluth, J et Gienger, M., 2006. L'eau et ses secrets. Édition Désiris. P 37, 102, 106, 111, 114, 123, 124.

Sites web

<https://agronomie.info/fr/parametres-de-determination-de-la-qualite-deau>

<https://www.memoireonline.com/04/12/5632/>

<HTTPS://WWW.CIEAU.COM/>

Le cycle de l'eau : le voyage de l'eau à travers la Terre | Centre d'information sur l'eau (cieau.com)

Eau — Wikipédia (wikipedia.org)

www.dspblida.dz

<https://www.eau-artois-picardie.fr>

Annexes



pH mètre



Etuve



Conductimètre