

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPOULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière : Hydrobiologie Marine et Continentale

Option : Écosystèmes Aquatiques

Thème

Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de forage de l'entreprise AQUASIM « MOUZAIA »

Présenté par :

date de soutenance : le 06/07/2022

FERHOUL NADJET

HAMMADI ASMA

Devant le Jury :

Mme RADI N.

MAA

USDB1

Présidente

Mme MELOUANI N.

MAA

USDB1

Examinatrice

Mme ELMAHDI I.

MAA

USDB1

Promotrice

Promotion : 2021-2022

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le tout Puissant « ALLAH » de nous montrer la Voie, guider et donner le courage de surmonter tous les problèmes.

*Nous remercions **Mme Radi. N.** Maitre assistante A au Département de Biologie université Blida 1 pour nous Avoir fait l'honneur de présider ces jurys, et avoir accordé du temps pour examiner notre travail.*

*Nous remercions **Mme Melouani N.** Maitre assistante A au Département de Biologie université Blida 1 pour nous avoir accordé du temps pour examiner notre travail.*

*Au terme de ce travail, il nous tient particulièrement à cœur de remercier notre Promotrice, **Mme Elmahdi. I.** Maitre assistante A au Département Biologie université Blida 1 pour toute l'attention qu'elle nous a accordée et ses efforts fournis pour la réussite de ce travail.*

Nos plus grandes salutations vont à l'ensemble du personnel du laboratoire de contrôle de qualité d'AQUASIM pour leur esprit de collaboration, leur aide, leur gentillesse ainsi que leur patience

Nos remerciements sont adressés à tous les travailleurs d'ADE SHIFFA sans exception.

En fin nous tenons à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres les plus chers au monde, ma mère qui j'éprouve un grand amour et un profond respect que je tiens à lui exprimer ici de la manière la plus humble et je la remercie pour tous ces sacrifices, et à mon père qui n'a jamais cessé de combattre pour me voir réussir un jour, que dieu les protège pour nous.

À ma « grand-mère », mon « grand-père » et mes tantes « Faiza » et « Fatma » pour leur éducation, soutien et prières, fier d'être la première petite-fille et premier diplômé de la famille, que Dieu les protègeait.

À mes sœurs « Abire » et « Rihab » pour leur soutien et j'espère les voir réussir leurs études.

À toute mes amies « Hiba », « Hadil », « Hanan », « Meriem », « Aicha », « Rayen », « Imen » Pour leur vraie amitié, leurs encouragements, leurs conseils et pour être à mes côtés dans la joie et la tristesse, merci du fond du cœur.

Mes spéciales dédicaces

À mon cousin « Abdeldjalil » de m'aider à bien faire mon travail.

À mon binôme « Asmaa » qui m'a accompagné tout au tous les bons moments passés ensemble dans et hors de labo.

En fin je tiens à remercier toute personne ayant contribué

Nadjet





Dédicace

Je dédie avec grand plaisir ce modeste travail à :

Ma mère " samia dikhai" et mon père "toufik" aucun hommage ne pourrait être a la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes frères "Mohamed" et "abderrahmen", mes soeurs "sarah" et "imene".

A mes Grands parents "dikhai abdelkader" et "Hamida bendalli" merci pour votre soutien qui dieu vous garde à nous.

A toutes mes tantes et tous mes oncles.

A mes amies" ikram", "hadil", hiba", "hanane" et hanane", meriem"., aicha".

", Imen ".

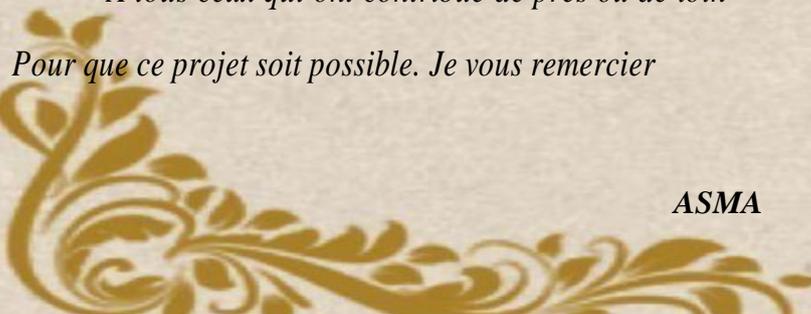
A ma chère binôme "Ferhoul Nadjat" d'avoir travaillé

Avec moi Pour faire se merveilleux projet.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin

Pour que ce projet soit possible. Je vous remercier

ASMA



LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADE : Algérienne des eaux

CFC : Chlorofluorocarbure

EDTA : Acide éthylène diamine tétra-acétique

FUNASA : Fondation Nationale de la santé

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

OMS : Organisation mondial de la santé

TAC : Titres alcalimétriques complet

TDS : Totales des solides dissous

TH : Titre hydrotimétrique

TTC : Chlorure de tri-phényltétrazolium.

UFC : Unité formant colonie.

UV : Ultra violet.

VF : Viande Foie.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Capacités disponibles de l'eau en Algérie.....	3
Tableau II : Besoins actuels en eaux potables.....	3
Tableau III : Sources d'eau souterraine.....	4
Tableau IV : Normes de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle.....	8
Tableau V : Normes de qualité physico chimique des eaux minérales naturelles.....	9
Tableau VI : Incubation et la lecture des résultats.....	25
Tableau VII : Incubation et la lecture des résultats	25
Tableau VIII : Incubation et la lecture des résultats.....	26
Tableau IX : Incubation et la lecture des résultats.....	27
Tableau X : Incubation et la lecture des résultats.....	27
Tableau XI : Concentrations des paramètres de pollution.....	37
Tableau XII : Résultats des analyses bactériologiques.....	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Variation de la température	28
Figure 2 : Variation de la conductivité électrique.....	29
Figure 3 : Variation de la Total des solides dissous (TDS)	29
Figure 4 : Variation de l'oxygène dissous.....	30
Figure 5 : Variation de la salinité.....	30
Figure 6 : Variation de Ph.....	31
Figure 7 : Variation de la turbidité.....	32
Figure 8 : Variation du titre hydrotimétrique TH.....	32
Figure 9 : Variation du titre alcalimétrique TAC.....	33
Figure 10 : Variation des bicarbonates.....	33
Figure 11 : Variation du calcium.....	34
Figure 12 : Variation du magnésium.....	35
Figure 13 : Variation du chlorure.....	35
Figure 14 : Variation du sulfate.....	36

Résumé

Notre étude effectuée au sein de l'unité de Mouzaia, dont l'objectif est le suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau minérale naturel gazeuse « Mouzaia » du forage, cette eau est destinée à la production d'eau minérale plate dans des bouteilles en polyéthylène téréphtalate ainsi que les boissons gazeuses aromatisées.

Les échantillons ont été prélevés à raison d'un prélèvement par 15 jours pendant trois mois et analysés au niveau du laboratoire de contrôle qualité de l'entreprise ainsi qu'au niveau du laboratoire d'Algérienne des eaux pour des analyses supplémentaires tout en se référant aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne.

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que cette eau est d'une bonne qualité et répondus aux normes Journal Officiel de la République Algérienne, les paramètres comme le potentiel Hydrogène (7) , la salinité (0,90%) et le chlorure (156,2mg/l) sont des valeurs excellents, sauf quelque paramètres les valeurs sont élevées comme le calcium (155,16mg/l) et le Titre Hydrotimétrique (64,2 °F) et les bicarbonates (934,3 mg/l) donc notre eau est considérée comme eau minérale naturelle gazeuse, bicarbonatée, calcique.

Les résultats des analyses bactériologiques montrent que cette eau est conforme et répondus aux normes Journal Officiel de la République Algérienne donc elle est d'une bonne qualité et consommable par l'être humaine.

Mots clés : forage, eaux minérale naturel, Mouzaia, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques.

Abstract

Our study carried out within the Mouzaia unit, whose objective is the monitoring of the physic-chemical and bacteriological quality of natural sparkling mineral water «Mouzaia» From drilling, this water is intended for the production of flat mineral water in polyethylene terephthalate bottles as well as flavored soft drinks.

The samples were taken on a 15-day basis for three months and analyzed at the company's quality control laboratory as well as at the Algerian water laboratory for further analyses, with reference to standards of the Official Journal of the Algerian Republic.

The results of the physic-chemical analyses show that this water is of good quality and meets the Official Journal of the Algerian Republic ; parameters such as pH (**7**), salinity (**0.90%**) and chloride (**156.2mg/l**) are excellent values, except for some parameters its values are high such as calcium (**155.16mg/l**) and Hydroelectric title (**64.2°F**) and bicarbonates (**934.3 mg/l**) so our water is considered as natural sparkling mineral water, bicarbonate, and calcium.

The results of the bacteriological analyses show that this water complies with and meets standard the Official Journal of the Algerian Republic and is of good quality and consumable by the human being.

Keywords: drilling, natural mineral waters, Mouzaia, physic-chemical analyses, bacteriological analyses.

ملخص

دراستنا التي أجريت داخل وحدة موزاية، والتي تهدف إلى مراقبة الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه المعدنية الغازية الطبيعية « موزاية » من البئر، هذه المياه مخصصة لإنتاج المياه المعدنية المسطحة في زجاجات البولي إيثيلين تيريفثالات وكذلك المشروبات الغازية المنكهة.

قد أخذت العينات لمدة 15 يوما لمدة ثلاثة أشهر وتم تحليلها في مخبر مراقبة الجودة التابع للشركة وكذلك في مخبر الجزائرية للمياه لإجراء مزيد من التحليلات، مع الإشارة إلى معايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية.

تبين نتائج التحليلات الفيزيائية - الكيميائية أن هذه المياه ذات نوعية جيدة وتستوفي معايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، معايير مثل الأس الهيدروجيني (7)، درجة الملوحة (0.90 في المائة)، الكلوريد (156.2 ملغم/لتر) قيم ممتازة، باستثناء بعض القيم، تكون عالية مثل الكالسيوم (155.16 ملغم/لتر)، المقياس الهيدرومترى ، (64.2 درجة فهرنهايت) والبيكاربونات (934.3 ملغم/لتر) لذلك تعتبر مياهنا مياه معدنية فوارة طبيعية، بيكربوناتية ، كالسيومية .

تبين نتائج التحليلات والبكتريولوجية أن هذه المياه متوافقة مع معايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية، وبالتالي فهي جيدة النوعية ومستهلكة من قبل الإنسان.

كلمات مفتاحية: البئر، المياه المعدنية الطبيعية، موزاية ، التحليلات الفيزيائية الكيميائية، التحليلات والبكتريولوجية.

Sommaire

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

RÉSUMÉ

INTRODUCTION2

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I Généralité sur l'eau 4

I-1-Définition 4

I-1-2- Capacités disponibles de l'eau en Algérie 4

I-1-3-Besoins actuels en eaux potables 4

I-2-Eaux souterraines5

I-2-1-Définition 5

I-2-2-Sources d'eau souterraine5

I-3-Pollution d'eau souterraine 6

I-3-1-Types de polluants 6

I-3-2-Conséquences de pollution d'eau souterraine6

I-3-3-Programme de lutte contre la pollution des eaux souterraines..... 6

I-4-1-Définition 7

I-4-2-Classification des eaux minérales naturelles 7

I-5-Normes de qualité des eaux minérales naturelles 8

I-5-1-Normes de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle 9

I-5-2-Normes de qualité physico-chimique des eaux minérales naturelles 9

I-6- Paramètre de contrôle de qualité des eaux10

I-6-1- Paramètres organoleptiques 10

I-6-2-Paramètres physico-chimiques 11

I-6-3-Paramètres bactériologiques 12

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II-1-Présentation de la zone d'étude 17

II-2-Echantillonnage et mode de prélèvement 17

II-2-1- Prélèvement pour l'analyse physico-chimique	17
II-2-2-Prélèvement pour l'analyse microbiologique	17
II-3-Analyses physico-chimiques.....	18
II-3-1-Analyses physiques	18
II-3-2-Analyses chimiques.....	20
II-4-Analyses bactériologiques	25

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III-1-Résultats des analyses physico-chimiques	29
III-1-1-résultats des analyses physiques	29
III-1-2-Résultats des analyses chimiques	34
III-2-Résultats des Analyse bactériologiques.....	40
CONCLUSION.....	41

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

INTRODUCTION

« À partir de l'eau, nous avons constitué toute chose vivante »

Coran, Sourate des Prophètes (v-30).

L'eau couvre les deux tiers de la planète (de 72 à 75 % selon les sources), d'où le surnom de « **planète bleue** » donné à la Terre (qui ferait mieux de s'appeler "Eau") et de « sang de la Terre » donné à l'eau par **James Lovelock**. Mais, il nous faut encore distinguer entre l'eau salée (+ de 97 % de l'eau liquide) et l'eau douce (moins de 3 %).

Les relations entre l'eau et les autres secteurs liés au développement, ainsi que les interactions qu'ils entretiennent, nécessitent une analyse, car ils détermineront ensemble la réduction future de la sécurité alimentaire et de la pollution (**Valipour, 2015**).

La consommation d'eau polluée par les populations a pour conséquence le développement des maladies hydriques dues entre autres : aux germes pathogènes, aux produits cancérigènes et aux composés azotés. Si des actions immédiates ne sont pas entreprises, la contamination des eaux souterraines sera l'origine d'une pénurie d'eau potable dans les années à venir. (**Hassane, 2010**).

Parmi ces eaux d'origine souterraine, on cite les eaux minérales naturelles ; elles se caractérisent par leur pureté originelle et par la stabilité de leur composition en minéraux et oligo-éléments, ce qui leur confère des propriétés favorables à la santé reconnue par l'Académie de Médecine. Elles font l'objet de centaines de contrôles quotidiens qui garantissent leur qualité et leur pureté (**Guillerin, 2018**).

L'objectif de notre étude est le contrôle de l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de forage de l'entreprise AQUASIM « MOUZAIA » qui est classée précisément comme étant des eaux minérales naturelles. Nous avons référé nos résultats d'analyses (2022) avec ceux obtenus par le Journal Officiel de la République Algérienne.

Cette étude est répartie en trois chapitres :

- **Premier chapitre** : consacré pour l'étude bibliographique qu'est composé de quatre parties, dans la première partie est un rappel sur l'eau d'une façon générale et leurs capacités disponibles en Algérie avec les besoins actuels en eaux potables. La deuxième partie montre la définition des eaux souterraines et leurs sources, leurs multiples pollutions qui peuvent affecter la santé humaine et leur conséquence avec Un programme de lutte contre la pollution, et la troisième partie sur les paramètres de contrôle de qualité des eaux et à la fin la quatrième partie contient les eaux minérales naturelles et leur classification.

- **Deuxième chapitre :** regroupe le matériel et les différentes méthodes mises en œuvre lors des analyses effectuées durant la période étudiée.
- **Troisième chapitre :** présente les résultats obtenus et leurs discussions.
- **Conclusion :** il contient les résultats finals et leur signification par rapport à la qualité de l'eau. et il comprenait également certaines perspectives.

CHAPITRE I :
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Généralité sur l'eau

I-1- Définition

L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quarts de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie (Nicolas, 1994)

Par contre, une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre des caractéristiques (eau potable doit être limpide, incolore, fraîche (10° - 12° C), inodore et de saveur agréable, son pH est de 7. Elle ne peut contenir de substances toxiques minérales ou organiques et elle doit être exempte de germes pathogènes) (OMS, 2014)

I-1-2- Capacités disponibles de l'eau en Algérie

Les capacités disponibles de l'eau en Algérie sont mentionnées dans le tableau I

Tableau I : Capacités disponibles de l'eau en Algérie

Origines de l'eau	Capacités disponibles
Barrage	94 Barrages répartis sur 58 wilayas d'une capacité de 8,6 Milliards m ³ , 5 en cours de réalisation.
Eaux souterraines dans le désert	Exploitées et transférées vers le nord : 6 Milliards m ³ /an.
Eaux désalinisées	Avec 11 stations de dessalement, production 770 Millions m ³ /an.
Eaux épurées (traitement des eaux usées)	900 Millions m ³ /an avec 252 stations d'épuration.
Eaux de surface (forages et sources)	4 Milliards m ³
Nappe phréatique (nappe albiennne)	50 000 Milliards m ³ non renouvelable

(Laggoune, 2021)

I-1-3- Besoins actuels en eaux potables

Les besoins actuels en aux potables sont regroupés dans le tableau II, 10,4 Milliards m³ dont :

Tableau II : les besoins actuels en eaux potables.

quantité de besoin	mode de besoin
3,3 Milliards m ³	Pour les ménages
6,8 Milliards m ³	Pour l'agriculture
0,3 Milliard m ³	Pour l'industrie

(Laggoune, 2021)

I-2- Eaux souterraines

L'eau souterraine est un réservoir naturel à long terme pour le cycle de l'eau, comparé aux réservoirs naturels que sont l'atmosphère ou l'eau de surface. Est une composante importante du cycle hydrologique; l'eau provenant des précipitations s'infiltré dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone de saturation et se déplace vers la zone naturelle de résurgence située en aval. (Myrand, 2007)

D'après Brière (2012), les eaux souterraines ont habituellement les propriétés suivantes :

- Une température constante.
- Incolore vu l'absence de matières organiques.
- Une turbidité presque nulle grâce à la filtration des roches.
- La filtration du sol permet également l'élimination des microorganismes.
- Présence de fer, du manganèse, de calcium et de magnésium en solution.

I-2-2- Sources d'eau souterraine

Les sources d'eau souterraine sont illustrées au tableau III

Tableau III : Sources d'eau souterraine.

Région	Forages (forés)	Puits (creusés)	Foggaras	Ressorts gérés
Région du Nord (Atlas)	>12,000 (de plus, peut-être plus de 20 000 forages illégalement forés)	100,000	/	100,000
Région du Sud (Atlas)	>1,640		700	
Toute l'Algérie	44,615	123,099	700	9,000

(Earthwise, 2019)

I-3- Pollution d'eau souterraine

I-3-1- Types de polluants

Les principaux types de polluants des eaux souterraines sont :

- **Polluants microbiologiques** (virus et bactéries) issus des eaux vannes, des déjections humaines et animales superficielles.
- **Polluants inorganiques** (sels et ions métalliques), naturellement présents dans les roches et les sols, et également contenus dans les eaux usées domestiques et industriels.
- **Polluants chimiques organiques** (éléments chimiques organiques synthétiques et volatiles).
- **Polluants radioactifs**, naturellement présents ou issus des déchets (**Hassane, 2010**)

I-3-2- Conséquences de pollution d'eau souterraine

A. Conséquences sanitaires

La pollution de l'eau peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme. Les nitrates (Sels des acides nitriques) existants dans l'eau potable peuvent être la cause des maladies mortelles chez les jeunes enfants. Le Cadmium présent dans les engrais dérivés des boues d'épuration est susceptible d'être stocké par les plantes cultivées. La consommation ultérieure de ces végétaux contaminés peut provoquer des troubles digestifs sérieux et une atteinte du foie ou des reins (**Anonyme**).

B. Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution. D'une manière générale, les conséquences écologiques sont à considérer au travers de la réduction de potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme, promenade...), à courts et longs termes (**Gaujgus, 1995**).

I-3-3- Programme de lutte contre la pollution des eaux souterraines

- ✓ La protection a pour objet de limiter des dommages consécutifs un accident en mettant en place les moyens qui permettent de régler des polluants dans l'espace est dans le temps.
- ✓ La prévention qui vise à limiter les fréquences d'apparition des accidents avec risque de pollution.

- ✓ La détection ou le contrôle par des réseaux de surveillance de la qualité de l'eau souterraine par des moyens techniques appropriée et la décontamination très difficile dans l'état des techniques actuelles.
- ✓ L'épuration par fait des effectués, ce serait trop coûteuse équilibre doit s'établir entre la nécessité de préserver une partie l'épuration naturelle et le coup de l'épuration des rejets (**Gauthier et Villars, 1970**).

I-4-1- Eaux minérales naturelles

Selon l'OMS L'eau minérale naturelle est une eau qui se distingue nettement de l'eau de boisson ordinaire du fait que :

- a) elle est caractérisée par sa teneur en certains sels minéraux, les proportions relatives de ces sels et la présence d'oligo-éléments ou d'autres constituants.
- b) elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter toute pollution ou influence extérieure sur les propriétés physiques et chimiques de l'eau minérale naturelle.
- c) elle est constante dans sa composition et stable dans son débit et sa température, compte dûment tenu des cycles de fluctuations, naturelles mineures.
- d) elle est captée dans des conditions qui garantissent la pureté microbiologique et la composition chimique de ses constituants essentiels.
- e) elle est conditionnée à proximité de l'émergence de la source avec des précautions d'hygiène particulières.
- f) elle n'est soumise à aucun traitement autre que ceux autorisés par la présente norme.

(OMS, 2007)

I-4-2- Classification des eaux minérales naturelles

D'après l'OMS 2007 les eaux minérales naturelles sont classées en :

I-4-2-1- Eau minérale naturelle naturellement gazeuse

Une eau minérale naturelle naturellement gazeuse est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, et après traitement éventuel conformément à la Section 3.1.1, Réincorporation éventuelle du gaz et conditionnement, compte tenu des tolérances techniques usuelles, la même qu'à l'émergence. Il s'agit du gaz carbonique spontanément et visiblement dégagé dans des conditions normales de température et de pression. (**OMS, 2007**)

I-4-2-2- Eau minérale naturelle non gazeuse

Une eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel conformément à la section 3.1.1 et conditionnement, compte tenu des tolérances techniques usuelles, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau. (OMS, 2007)

I-4-2-3- Eau minérale naturelle dégazéifiée

Une eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel conformément à la section 3.1.1 et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui ne dégage pas visiblement et spontanément de gaz carbonique dans des conditions normales de température et de pression.(OMS, 2007)

I-4-2-4- Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source

Une eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel conformément à la section 3.1.1 et conditionnement, est supérieur à sa teneur en gaz carbonique à l'émergence. (OMS, 2007)

I-4-2-5- Eau minérale naturelle gazéifiée

Une eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel conformément à la section 3.1.1 et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autres provenances. (OMS, 2007)

I-5- Normes de qualité des eaux minérales naturelles

L'eau minérale naturelle est d'origine souterraine et microbiologiquement saine. Elle se caractérise par sa pureté originelle et la stabilité de sa composition en minéraux et oligo-éléments. Elle peut se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé, sa teneur en minéraux et en oligo-éléments n'est pas toujours stable. (**Maison des Eaux Minérales Naturelles, 2019**) Selon la réglementation algérienne, étant donné que les eaux minérales naturelles sont d'origine souterraine comme les eaux de sources et ont alors les mêmes caractéristiques organoleptiques, physiques et chimiques sauf les concentrations de certains minéraux font la différence, alors elles sont soumises aux mêmes normes de qualité pour certains paramètres dont les concentrations sont similaires.

I-5-1-Normes de qualité bactériologique des eaux minérales naturelle

Les différentes normes de qualités bactériologiques des eaux minérales naturelles sont illustrées dans le tableau IV

Tableau IV: Normes de qualité bactériologique des eaux minérales naturelles.

Micro-organismes	Limites bactériologiques (UFC/g)
<i>Escherichia coli</i>	Absence dans 250 ml
Entérocoques	Absence dans 250 ml
Spores anaérobies sulfito-réductrices	Absence dans 50 ml
Coliformes totaux	Absence dans 250 m
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence dans 250 ml

(JORA, 2017)

I-5-2-Normes de qualité physico-chimique des eaux minérales naturelles

Les différentes normes de la qualité physico-chimiques des eaux minérales naturelles sont regroupées dans le **tableau V**

Tableau V : Normes de qualité physico-chimique des eaux minérales naturelles.

Groupe de Caractéristiques	Caractéristiques	Unités	Concentrations
Caractéristiques Organoleptiques	Couleur	mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	au maximum 25
	Saveur (seuil de perception à 25° C)	/	au maximum 4
	Odeur (seuil de perception à 25° C)	/	au maximum 4
Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau	pH	Unité pH	6,5 à 8,5
	Conductivité (à 20°C)	µs/ cm	au maximum 2800
	Dureté	mg/l de CaCO ₃	/
	Chlorures	mg/l (Cl ⁻)	200 à 500
	Sulfates	mg/l (SO ₄ ²⁻)	200 à 400
	Calcium	mg/l (Ca ²⁺)	75 à 200
	Magnésium	mg/l (Mg ²⁺)	150
	Sodium	mg/l (Na ²⁺)	200
	Potassium	mg/l (K ⁺)	20
	Nitrates	mg/l (NO ₃ ⁻)	50
	Nitrites	mg/l (NO ₂ ⁻)	0.1
	Ammonium	mg/l (NH ₄ ⁺)	0.5

(JORA, 2006).

I-6- Paramètres de contrôle de qualité des eaux

I-6-1- Paramètres organoleptiques

❖ Couleur

La couleur de l'eau est due à la présence de matière organique colorée (substances humiques), de métaux de rejets industriels. Les métaux qui colorent l'eau sont notamment le Fer (couleur rouge), qui provient soit de la composition naturelle des eaux, soit de la dissolution des tuyauteries métalliques des réseaux des distributions, et le manganèse (couleur

noire). Dans les cas extrême, une coloration bleu clair peut apparaitre en présence de cuivre (Potelon et Zysman, 1998).

❖ Odeur

Le test de l'odeur ne constitue pas une mesure, mais une appréciation et celle-ci a donc un caractère personnel.

L'eau potable doit être sans odeur, non seulement au moment du prélèvement, mais encore, après une période de 10 jours en vase clos à la température de 26 °C. Les odeurs proviennent soit des produits chimiques, des matières organiques en décomposition, des protozoaires ou des organismes aquatiques (Rodier et al., 2009).

❖ Saveur

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche.

I-6-2-Paramètres physico-chimiques

a) Paramètres physiques

❖ Température (T°)

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).

La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol. (Latifi, 2019)

❖ Conductivité électrique

La conductivité électrique montre le degré de minéralisation d'une eau. Elle est conditionnée par la présence des espèces ioniques en solution. Une conductivité élevée traduit une salinité élevée. (Latifi, 2019).

❖ Total des solides dissous (TDS)

TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. (SDWF, 2022)

❖ Oxygène dissous

La qualité des eaux dépend surtout des interactions géochimiques et biologiques qui les affectent dans le sol et dans la nappe. Le rôle du sol est généralement majeur dans l'acquisition des caractères chimiques des eaux souterraines, en particulier du fait de la présence des deux gaz O_2 et CO_2 .

Ces derniers agissent sur l'activité des bactéries, et ainsi directement sur la chimie des eaux en transit. La quantité d'oxygène en solution dans une eau régit les réactions d'oxydoréduction (**Latifi, 2019**).

❖ Salinité

La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau. (**Futura Science, 2022**)

❖ pH

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution, ou de la puissance de l'hydrogène (**Estefan et al., 2013**). Le pH d'un échantillon aqueux peut être mesuré par la méthode électro-métrique ou colorimétrique (**Patnaik, 2018**).

❖ Turbidité

La turbidité est représentative de la transparence d'une eau. Cette transparence peut être affectée par la présence de particules fines en suspension qui rendent l'eau « trouble » à l'exemple des limons, des argiles, des micro-organismes (**Hecini et Achour, 2014 ; Rodier et al., 2009**).

La turbidité peut se révéler être un indicateur de pollution. En effet, la présence de matière en suspension peut être d'origine animale ou minérale (**Lalanne, 2012**).

b) Paramètres chimiques

❖ Titre hydrotimétrique (TH)

La dureté totale d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autres cations bivalents et trivalents de cette eau. (**Ghazali et Zaid, 2013**)

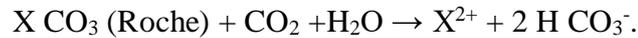
❖ Alcalinité TA et TAC

- **Le titre alcalimétrique (TA)** : c'est la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates transformés en bicarbonates à $pH=8,2$ (**Bliefert et Perraud, 2009**)

- **La dureté carbonatée (TAC)** : appelé titre alcalimétrique complet, qui indique globalement la teneur en carbonates et bicarbonates contenues dans l'eau (**Dupont, 1981**).

❖ Bicarbonates (HCO_3^-)

D'après **Ouanes (2020)** les bicarbonates se trouvent dans les eaux naturelles, leur présence dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées telles que les calcaires et les dolomies ou d'émanation du magma profond, l'apport atmosphérique de cet élément est négligeable. Ils prennent naissance de l'équilibre physique-chimique entre roche, eau et gaz selon l'équation :



❖ Calcium Ca^{2+}

Parmi les alcalino-terreux extrêmement ré pondu dans la nature, sa teneur varie essentiellement suivant la nature géologique des terrains traversés, il peut varier de 1 à 150 mg/L (**Rodier et al., 2009**).

Les eaux riches en calcium sont dites eaux dures, elles se rencontrent dans les régions où le sol organique est épais et les formations calcaires sont présentes (**Nechad et al., 2014**).

❖ Magnésium Mg^{2+}

C'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (**Rodier et al., 2005**). Sa présence naturelle dans l'eau résulte de la dissolution des roches magnésites, basaltes et argiles (**Gaujous, 1995**).

❖ Chlorures Cl^-

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Ainsi, les eaux provenant de régions granitiques sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage.

D'ailleurs la teneur en chlorure augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (**Rodier et al., 2009**).

Les chlorures peuvent être localement impliqués dans les pluies acides et les phénomènes d'acidification des eaux souterraines (**Bouziane et Labadi, 2009**).

❖ Ammonium NH_4^+

La présence de quantités élevées de composés contenant de l'azote dans les effluents aqueux est connue pour produire l'eutrophisation des milieux aquatiques. Un de ces composés d'azote est le cation d'ammonium, ce dernier provient d'une grande variété de sources telles que les engrais naturels et artificiels, les eaux usées industrielles et urbaines (**Enmilia et al., 2020**).

❖ Nitrites NO_2^-

Lors de la nitrification, des ions négatifs comme les nitrites et les nitrates se déplacent le long de l'écoulement des eaux souterraines, et par des forces répulsives sur les surfaces

minérales argileuses, accélèrent le transport de l'azote dans la couche du sol (Lee et al., 2020).

❖ Nitrates NO_3^-

Les nitrates sont des ions naturels présents partout dans l'environnement. Ils sont le produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau. La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, les formations géologiques contenant des composés azotés solubles, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines. (Ouanes, 2020).

❖ Orthophosphate PO_4^{3-}

Le phosphore peut exister dans les eaux à l'état dissous ou en suspension, le phosphore total dissous comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les Orthophosphate et les polyphosphates (Rodier et al., 2009), les eaux souterraines qui ne sont pas influencées par des contaminations anthropogènes montrent des teneurs en phosphates inférieurs à 0,01 mg/L (C.I.E, 2005).

❖ Fer Fe^{2+}

Le Fer se rencontre dans l'eau sous différentes formes : Fer (Fe), le Fer Ferreux (Fe^{2+}) est soluble dans l'eau est le Ferrique (Fe^{3+}) est insoluble (Rodier et al., 2009). C'est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air (Bouziyani, 2000).

Ce métal se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/jour, mais 60 à 70 % seulement de la quantité intégrée et métabolisée (Rodier et al., 2009).

Un excès de fer dans l'eau se précipite au contact de l'air en formant des zones rouges qui troublent l'eau et tachent le linge (Bouziyani, 2000).

❖ Sulfates SO_4^{2-}

Les composés naturels des eaux, les ions sulfates (SO_4^{2-}) sont liés aux cations majeurs : calcium, magnésium et sodium. La plupart des sulfates sont solubles dans l'eau. La concentration en sulfates dans les eaux naturelles est très variable mais ne dépasse généralement pas le gramme par litre (Potelon et Zysman, 1998).

I-6-3- Paramètres bactériologiques

Dans le domaine de la qualité des eaux de boisson, les analyses bactériologiques concernent non pas des microorganismes pathogènes, mais des germes jouant un rôle

d'indicateur, permettant également d'évaluer un traitement de désinfection de l'eau (Rodier, 1996).

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 :

a. Coliformes totaux

Bacilles gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase-négatifs, capables de développer en présence de sels biliaries ou d'agents tensio-actifs qui fermentent le lactose en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde à $35,0 \pm 0,5$ °C pendant 24-48 heures, et qui peuvent présenter une activité enzyme β -galactosité. La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*, bien que plusieurs autres genres et espèces appartiennent également au groupe (FUNASA, 2013).

b. Coliformes fécaux

Sous-groupe de bactéries coliformes qui fermentent le lactose à $44,5 \pm 0,2$ °C sous 24 heures, dont le principal représentant est la bactérie *Escherichia*, d'origine exclusivement fécale (FUNASA, 2013).

c. Entérocoques

Les entérocoques sont des germes ubiquistes (sols, eaux douces et marines, végétaux), qui vivent en commensaux dans l'intestin de l'homme et des animaux (volailles, porcs, chats...). Ils peuvent être pathogènes pour l'homme et pour les animaux. Ils sont responsables d'infections opportunistes humaines variées et redoutables telles que des endocardites, des septicémies, des méningites, des infections urinaires et des infections nosocomiales. Les espèces fécales de streptocoques et d'entérocoques du groupe D sont recherchées en tant qu'indicateurs de contaminations fécales dans les eaux. (Delarras, 2014), et ce sont les deuxièmes micro-organismes impliqués dans les endocardites infectieuses (Ruch et al., 2019). En général, les entérocoques sont alpha-hémolytiques ou non hémolytiques (Maza et al., 2020).

d. Anaérobies sulfite-réducteurs

Ils regroupent des espèces de Clostridia telles que *Cl. perfringens*, *Cl. bifermentans*, *Cl. sporogenes*, *Cl. novyi*, *Cl. fallax*, *Cl. septicum*... Ils sont ainsi dénommés, car ils sont capables de réduire les sulfites (sulfite de sodium, par exemple) présents dans le milieu de culture en sulfures ; ceux-ci se combinent avec un sel de fer pour donner du sulfure de fer

noir. Les colonies noires entourées d'un halo noir sont caractéristiques de bactéries sulfite-réductrices (ou anaérobies sulfite-réducteurs), de *Clostridium* ou de *Cl. perfringens* après confirmation selon les conditions de recherche (**Delarras, 2014**).

e. *Pseudomonas aeruginosa*

Micro-organismes se développant sur des milieux sélectifs contenant du cétrimide, oxydase positive, donnant lieu à une fluorescence sous rayonnement ultraviolet (360 ± 20) nm et également capables de produire de l'ammoniac à partir d'acétamide. (**JORA, 2013**).

CHAPITRE II :
MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude expérimentale a été effectuée sur l'eau minérale naturelle gazeuse « MOUZAIA », au niveau de forage, Elle s'est étalée de Mars à Mai 2022. Les différentes analyses physico-chimiques et bactériologique ont été effectuées au niveau de laboratoires autocontrôle d'AQUASIM à MOUZAIA et dans l'ADE (Algérienne Des Eaux) de CHIFFA.

I. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Les échantillons analysés ont été prélevés de forage de l'entreprise AQUASIM MOUZAIA situé dans une région a vocation essentiellement agricole avec l'implantation de zones industrielles surtout agroalimentaire au sud de MOUZAIA (limite nord de Mitidja) à l'ouest de la même ville et au nord se trouve uniquement l'unité de l'eau minérale, cette nappe souterraine s'étend jusqu'à 90m de profondeur, avec un débit de 28 à 30 m³/h.

Justification du choix de la zone d'étude: La zone en question a été choisie car c'est Principalement une zone agricole et les risques de pollution diffuse sont grands.

II. ÉCHANTILLONNAGE ET MODES DE PRÉLÈVEMENT

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenus sans modifier les caractéristiques physico-chimiques ou microbiologiques.

Les prélèvements ont été effectués depuis le forage.

II-1- Prélèvement pour l'analyse physico-chimique

Des bouteilles en polyéthylène téréphtalate (P.E.T) de volume 1,5 L ont été utilisées, ces bouteilles ont été préalablement rincées avec l'eau à analyser puis remplies totalement, puis bien fermées tout en faisant attention à ne pas agiter la bouteille une fois fermée.

II-2- Prélèvement pour l'analyse microbiologique

Pour les analyses microbiologiques on a utilisé des flacons de 250 ml en verre borosilicate qui sont stérilisés par la chaleur à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes pour éviter toute sorte de contamination.

. Etapes de prélèvement :

- ✓ Préparation des matériels utilisés. (**Annexe I**)
- ✓ Désinfecter le robinet (point de prélèvement) à l'aide d'un coton imbibé d'alcool.
- ✓ Flamber le robinet à l'aide du chalumeau.
- ✓ Ouvrir le robinet et laisser l'eau couler pendant 15 secondes.
- ✓ Flamber la bouteille avant d'ouvrir et la remplir.
- ✓ Flamber après remplissage et fermeture.

Inscrire sur une étiquette portée sur la bouteille et les flacons, toutes les indications nécessaires à l'identification du prélèvement : l'origine, la date et l'heure de prélèvement.

II-3- Transport et conservation

Les prélèvements sont transportés dans des glacières, les analyses microbiologiques quelques analyses physico-chimiques sont effectuées le jour de prélèvement, le reste d'analyses physico-chimiques sont effectuées après 24h, ils sont conservés dans un réfrigérateur à 1°C.

III. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :

Tout le matériel utilisé pour l'analyse physico-chimique est cité dans l'annexe.1

III-1- Analyses physiques

III-1-1- Température (T°)

La température est mesurée au niveau de forage et au laboratoire, Plonger le thermomètre dans l'échantillon et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur de la température.

(AQUASIM)

III-1-2- Conductivité électrique

➤ Principe

La mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine maintenues parallèles.

➤ Mode opératoire

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

(AQUASIM)

➤ Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en $\mu\text{S}/\text{cm}$. (micro-siemens par centimètre).

III-1-3- Total de solides dissous (TDS)

➤ Mode opératoire

- ✓ Remplir le bicher avec l'eau à analysé.
- ✓ Rincer les électrodes de l'appareil multi-paramètres avec l'eau distillée et régler l'appareil sur le paramètre TDS.

- ✓ Introduire les électrodes dans l'échantillon.

(AQUASIM)

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche sur l'écran en mg/l.

III-1-4-L'oxygène dissous

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Remplir le bicher avec l'eau à analysé.
- ✓ Rincer les électrodes de l'appareil multi-paramètres avec l'eau distillée et régler l'appareil sur le paramètre oxygène dissous.
- ✓ Introduire les électrodes dans l'échantillon.

(AQUASIM)

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche sur l'écran en mg/l

III-1-5-Salinité

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Remplir le bicher avec l'eau à analysé.
- ✓ Rincer les électrodes de l'appareil multi-paramètres avec l'eau distillée et régler l'appareil sur le paramètre salinité.
- ✓ Introduire les électrodes dans l'échantillon.

(AQUASIM)

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche sur l'écran en %

III-1-6-pH

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre environ 100ml d'eau à analyser
- ✓ Mettre sous agitation faible
- ✓ Tremper l'électrode dans le bécher
- ✓ Laisser stabiliser un moment puis noter le pH

(AQUASIM)

III-1-7-Turbidité

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Remplir le tube de l'appareil Turbiditémètre avec l'eau à analysé.

- ✓ Laisser stabiliser un moment puis noter la turbidité en (uTN) unités de turbidité néphalométriques

(AQUASIM)

III-2- Analyses chimiques

III-2-1-TH

➤ Mode opératoire

- ✓ Prendre 50ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter 4ml de la solution tampon pH 10
- ✓ Une pincée de noir eriochrome T.
- ✓ Bien mélanger, solution de coloration rose violacée
- ✓ Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'au virage bleu

(AQUASIM)

➤ Expression de résultats :

$$TH = V_2 * 2 * f_c * F$$

Avec :

- TH : dureté exprimée en °F
- V_2 : volume d'EDTA en ml utilisé pour doser l'échantillon
- F_c : Facteur de correction
- F : Facteur de dilution

En pratique quotidienne courante, la formule devient $TH = V_2 * 2$

Calcul de facteur de correction F_c :

Prendre 50ml de solution étalon de calcium. S'en servir pour titrer la solution d'EDTA en versant lentement d'EDTA jusqu'au virage rose violacé. Lorsque la coloration violette est obtenue, noter le volume d'EDTA versé.

Le facteur de correction f_c est égal à : volume versé théorique 12.5ml

III-2-2-TA

➤ Mode opératoire

- ✓ Prendre 100ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter quelque goutte de phénolphtaléine (une coloration rose)
- ✓ Doser avec l'acide chlorhydrique 0.1N jusqu'à décoloration de la solution
- ✓ Dans le cas où il n'y a pas de coloration de la solution après ajout de la phénolphtaléine, le TA est égal à 0.

(AQUASIM)

➤ Expression de résultats :

Le titre alcalimétrique simple est exprimé en °F est donné par la formule :

$$V1 * N * 1000 * M1 / V$$

Avec

- V_1 : volume d'HCl utilisé pour le dosage
- N : normalité de la solution d'HCl
- M1 : masse molaire de carbonate 60g
- V : volume de la prise d'essai

Sachant que : 1°F correspond 6mg/l CO_3^{2-}

$$\text{La formule devienne TA (°F)} = V1 * 10$$

III-2-3-TAC

➤ Mode opératoire:

- ✓ Prendre 100ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter quelque goutte d'Hélianthine (une coloration jaune)
- ✓ Doser avec l'acide chlorhydrique 0.1N jusqu'à coloration rouge

(AQUASIM)

➤ Expression de résultats :

Le titre alcalimétrique simple est exprimé en °F est donné par la formule :

$$V2 * N * 1000 * M2 / V$$

Avec :

- V_2 : volume d'HCl utilisé pour le dosage
- N : normalité de la solution d'HCl
- M2 : masse molaire de bicarbonate HCO_3^- 61g
- V : volume de la prise d'essai

Sachant que : 1°F correspond 12.2mg/l HCO_3^-

$$\text{La formule devienne TAC (°F)} = V2 * 5$$

III-2-4-Bicarbonate

➤ Expression de résultats :

$$C_{HCO_3^-} = TAC \times 12.2 \text{ (mg/l)}$$

III-2-5-Calcium (Ca²⁺)

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Prendre 50ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter 2ml NaOH 2N avec pincée du **Murexide**
- ✓ Bien mélanger
- ✓ Doser avec EDTA 0,1N jusqu'à le virage violet

(AQUASIM)

➤ **Expression de résultats :**

La teneur en calcium, exprimée en mg/l est donnée par l'équation

$$Ca^{2+} = (V_1 \times C_1 \times F \times F_c \times A \times 1000) / V_0$$

Avec :

- V₁ : volume d'EDTA en ml utilisé pour le dosage
- V₀ : volume en ml de la prise d'essai
- C₁ : concentration de la solution d'EDTA soit 0.01mol/l
- A : masse molaire du calcium 40.08g
- F : facteur de dilution
- F_c : facteur de correction

III-2-6-Magnésium (Mg²⁺)

➤ **Expression de résultats :**

$$TH - ([Ca^{2+}] \times 0,25) / 0,42 \quad (\text{mg/l})$$

III-2-7-Chlorure

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Prendre 100ml de l'échantillon
- ✓ Ajouter 1ml de chromate de potassium
- ✓ titrer la solution par le nitrate d'argent goutte à goutte
- ✓ Bien mélanger jusqu'à obtention de la coloration brune rougeâtre

(AQUASIM)

➤ **Expression de résultats :**

La concentration en chlorures est exprimée en mg/l et donnée par la formule :

$$C_{Cl} = (V_s \times C \times M \times 1000) / V_A$$

Avec :

- V_s : volume d'AgNO₃ en ml utilisé pour le dosage

- V_A : volume en ml de la prise d'essai
- A : masse molaire du calcium 40.08g
- C : concentration réelle d' AgNO_3 en mol/l
- M : masse molaire du Cl 35.45

III-2-8-Ammonium

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Prendre 40ml d'échantillon d'eau
- ✓ Ajouter 4 ml du réactif coloré homogénéisé et 4 ml du réactif de Dichloroisocyanurate de sodium, et homogénéiser.
- ✓ Laisser le mélange 1h pour attendre le développement de la couleur
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ **Expression de résultats**

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

III-2-9-Nitrite (NO_2^-)

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Introduire 50 ml d'échantillon
- ✓ ajouter 1 ml du réactif mixte et attendre au moins 20 mn.
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ **Expression de résultats**

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^-

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

III-2-10-Nitrate (NO_3^-)

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Prendre 10ml d'échantillon
- ✓ Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30%

- ✓ Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 %
- ✓ Evaporer 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 min
- ✓ Ajouter 15 ml d'eau distillée
- ✓ Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ Expression de résultats

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

III-2-11-Orthophosphate (PO_4^{3-})

- ✓ Dans une fiole jaugée de 50 ml introduire 40ml d'échantillon
- ✓ Ajouter 1 ml d'acide ascorbique
- ✓ Ajouter 2ml de réactif mélange
- ✓ Compléter le volume
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ Expression de résultats

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre.

III-2-12-Fer (Fe^{2+})

➤ Mode opératoire:

- ✓ Prendre 50 ml l'eau à analyser
- ✓ Ajouter 3 réactifs à l'ordre (1 ml hydroxylamine, 2 ml solution tampon, 2 ml phénolphtaléine)
- ✓ Laisser le mélange 15 min dans un endroit sans lumière
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif

mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ **Expression de résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre.

III-2-13-Sulfate (SO₄²⁻)

➤ **Mode opératoire:**

- ✓ Prendre 50 ml d'eau
- ✓ ajouter 5 ml de solution stabilisant et 1 ml d' HCL compléter avec l'eau distillée jusqu'au le trait de jauge
- ✓ Laisser le mélange 15 min
- ✓ Enfin effectuer les mesures spectrométriques parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

(ADE)

➤ **Expression de résultats**

Les résultats sont affichés directement par le spectrophotomètre.

IV. ANALYSES BACTERIOLOGIQUE

On considère une eau comme une eau conforme lorsque les indicateurs de contamination (les coliformes et les streptocoques) sont absents dans les échantillons analysés.

Tout le matériel utilisé pour l'analyse bactériologique est cité dans l'annexe I.

IV.1. Recherche et dénombrement des *Escherichia Coli* dans l'eau

✓ **Mode opératoire :**

- ✓ Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable et la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- ✓ Le refroidir avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- ✓ Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- ✓ Verser aseptiquement 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux, devant un bec bunsen.
- ✓ Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.

- ✓ Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince stérile, sur la surface d'une plaque de gélose lactosée au TTC et Tergitol préalablement préparée

L'incubation et la lecture des résultats sont mentionnées dans le tableau VI

Tableau VI : L'incubation et la lecture des résultats

Incubation	Lecture
Incuber à (44 ± 2) °C pendant (44-48) h	Considérer comme typiques toutes les bactéries Lac+, quelque soit leur taille si le milieu présente une coloration jaune Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies pour confirmation

(AQUASIM)

IV.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux dans l'eau

- ✓ **Mode opératoire**
- ✓ Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable et la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- ✓ Le refroidir avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- ✓ Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- ✓ Verser aseptiquement 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux, devant un bec bunsen.
- ✓ Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- ✓ Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince stérile, sur la surface d'une plaque de gélose au TTC et TERGITOL préalablement préparée

L'incubation et la lecture des résultats sont mentionnées dans le tableau VII

Tableau VII : L'incubation et la lecture des résultats

Incubation	Lecture
Incuber à (36 ± 2) °C pendant (24-48) h	Considérer comme typiques toutes les bactéries Lac+, quelque soit leur taille si le milieu présente une coloration jaune Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies pour confirmation

(AQUASIM)

IV.3. Recherche et dénombrement des Entérocoques dans l'eau

➤ Mode opératoire

- Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable et la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- ✓ Le refroidir avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- ✓ Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- ✓ Verser aseptiquement 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux, devant un bec bunsen.
- ✓ Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- ✓ Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince stérile, sur la surface d'une plaque de gélose au Milieu de SLANETZ et BARTLEY préalablement préparée

L'incubation et la lecture des résultats sont mentionnées dans le tableau VIII

Tableau VIII : L'incubation et la lecture des résultats

Incubation	Lecture
Incuber à (36±2) °C pendant (44±4) h	Considérer comme typiques toutes les colonies bombées montrant une couleur rouge, marron ou rose, soit au centre soit sur l'ensemble de la colonie

(AQUASIM)

IV.4. Recherche et dénombrement des *Pseudomonas aeruginosa* dans l'eau

➤ Mode opératoire

- ✓ Stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable et la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- ✓ Le refroidir avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- ✓ Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- ✓ Verser aseptiquement 250 ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux, devant un bec bunsen.
- ✓ Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- ✓ Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince stérile, sur la surface d'une plaque de gélose au Milieu de La gélose *Pseudomonas* CFC/CN préalablement préparée

L'incubation et la lecture des résultats sont mentionnées dans le tableau IX

Tableau IX : L'incubation et la lecture des résultats

Incubation	Lecture
Incuber à (36 ± 2) °C pendant (44 ± 4) h	Examiner les membranes et vérifier la croissance des cultures après (22 ± 2) h et (44 ± 2) h Colonies Bleu-vert = <i>Pseudomonas aeruginosa</i> confirmées Colonies fluorescentes = <i>Pseudomonas aeruginosa</i> présumées Colonies Brun-rougeâtre = <i>Pseudomonas aeruginosa</i> présumées

(AQUASIM)

IV.5. Recherche et dénombrement des spores Anaérobies sulfito-réducteurs

➤ **Mode opératoire :**

- ✓ On prend 50 ml de l'eau à analyser, qu'on verse dans 10 tubes de 5 ml .
- ✓ Les tubes sont chauffés à 80°C au bain marie pendant 10 min.
- ✓ On les passe sous l'eau de robinet (choc thermique).
- ✓ Filtrer l'eau à analyser à travers une membrane de porosité 0,2 μ puis la placer face supérieure tournée vers le bas dans le fond d'une boîte pétri qui contient une couche fine de la gélose VF.
- ✓ Verser le milieu de culture avec additifs jusqu'au rebord de la boîte pétri.

L'incubation et la lecture des résultats sont mentionnées dans le tableau X

Tableau X : L'incubation et la lecture des résultats

Incubation	Lecture
Incuber à 37 ± 1 °C pendant 44 ± 4 h	Dénombrement de toutes colonies noires

(AQUASIM)

CHAPITRE III :
RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1- RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Les analyses effectuées pour estimer la qualité de l'eau de forage « **MOUZAIA** » nous ont permis d'obtenir les résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques qui seront comparés à la norme Algérienne (**JORA 2006 et JORA 2015**)

Les résultats sont mentionnés dans les figures suivantes

III-1-1- résultats des analyses physiques

III-1-1-1- Température (T°)

Dans les échantillons analysés la valeur moyenne d'eau de forage est de 22,03 C°. La température varie entre 19.5 C° [périodes froides] et 24 C° [périodes normales et chaudes], elle ne dépasse pas la limite maximale de la norme (25 C°) donc l'eau analysée de forage est conforme aux normes **JORA 2006. (Figure 1)**

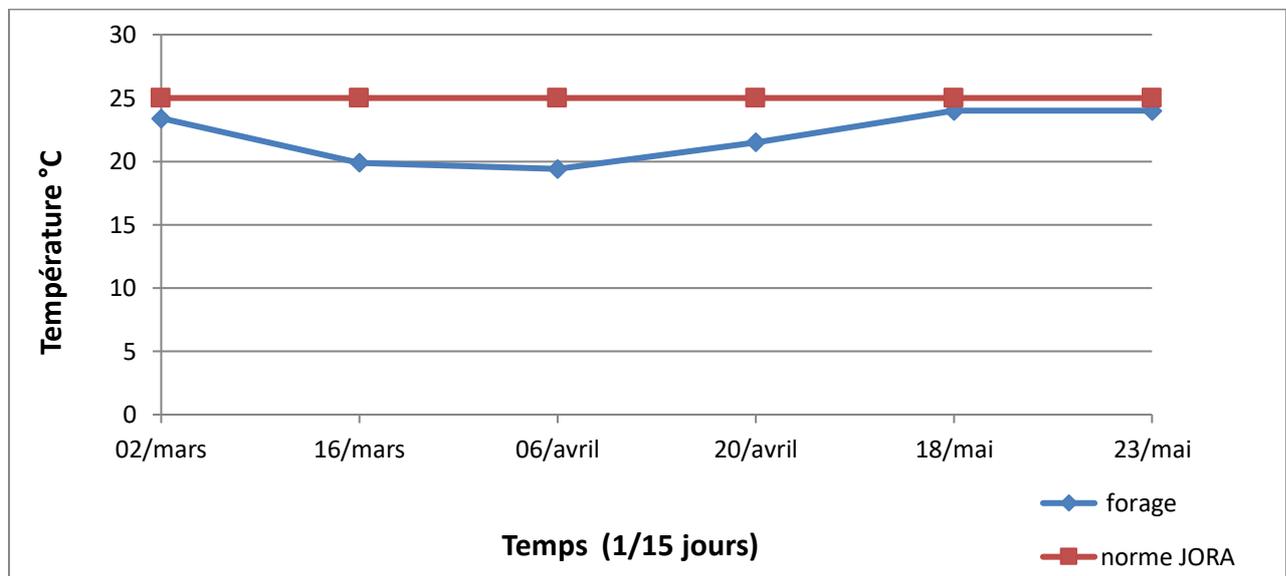


Figure 1 : Variation de la température

Le rôle principal de température dans l'eau influence dans les réactions physico-chimique et biologique.

III-1-1-2- Conductivité électrique

La valeur moyenne de la conductivité dans l'eau de forage est de 1777 $\mu\text{S}/\text{cm}$, malgré que ces valeurs soient élevées, elles restent cependant inférieures à la norme du **JORA (2006)** (valeur maximale de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). (**Figure 2**)

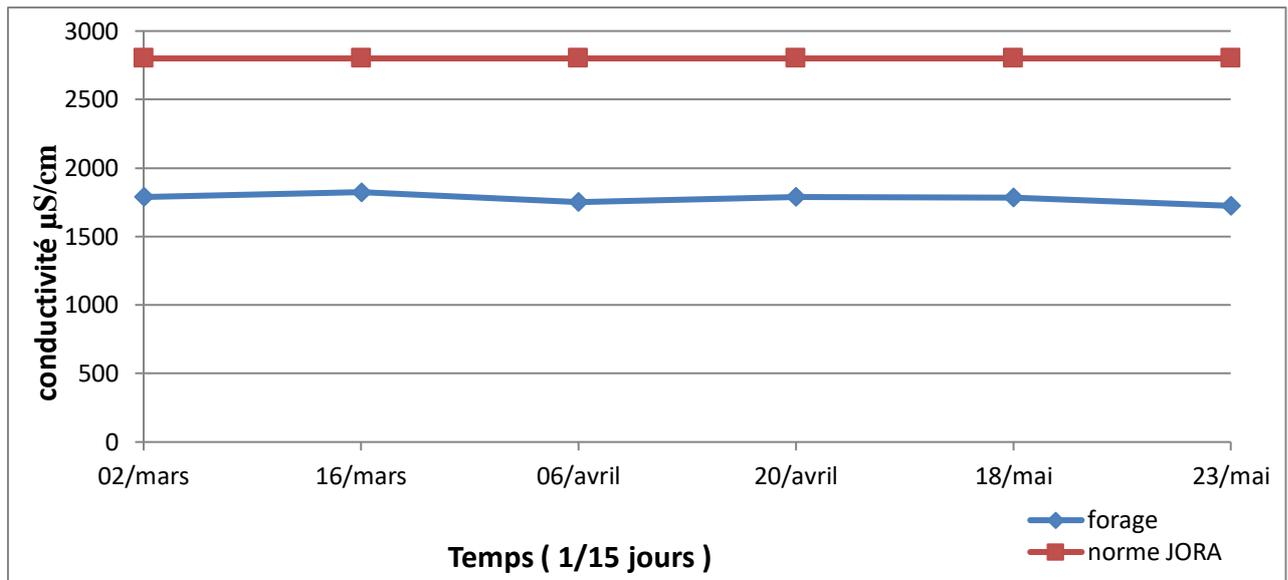


Figure 2 : Variation de la conductivité électrique

La conductivité électrique indique la quantité des sels dissous dans l'eau, donc sa minéralisation. Les valeurs élevées obtenues confirment la richesse de l'eau de forage en sels minéraux.

III-1-1-3- Total de solides dissous (TDS)

La valeur moyenne de la conductivité dans l'eau de forage est de 892,5 mg/l. (**Figure 3**)

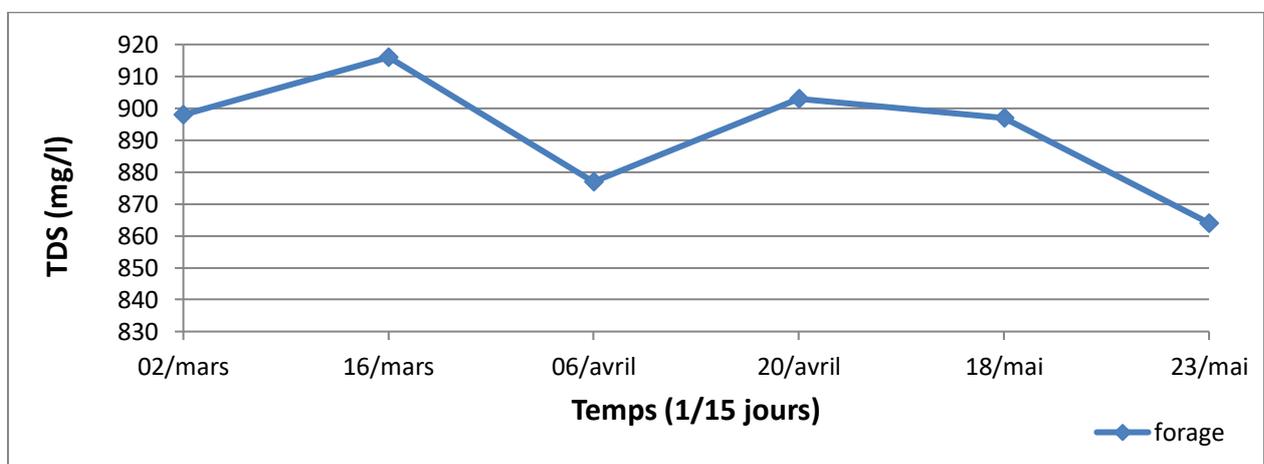


Figure 3 : Variation de la Total des solides dissous (TDS)

Ces concentrations de solides dissous seraient dues aux fortes concentrations de calcium et magnésium dans les roches traversées.

III-1-1-4- L'oxygène dissous

La teneur moyenne d'O₂ dissous dans l'eau de forage est de 5,44mg/l. elle est donc conforme à la norme (8 mg/l) **JORA 2006 (Figure 4)**

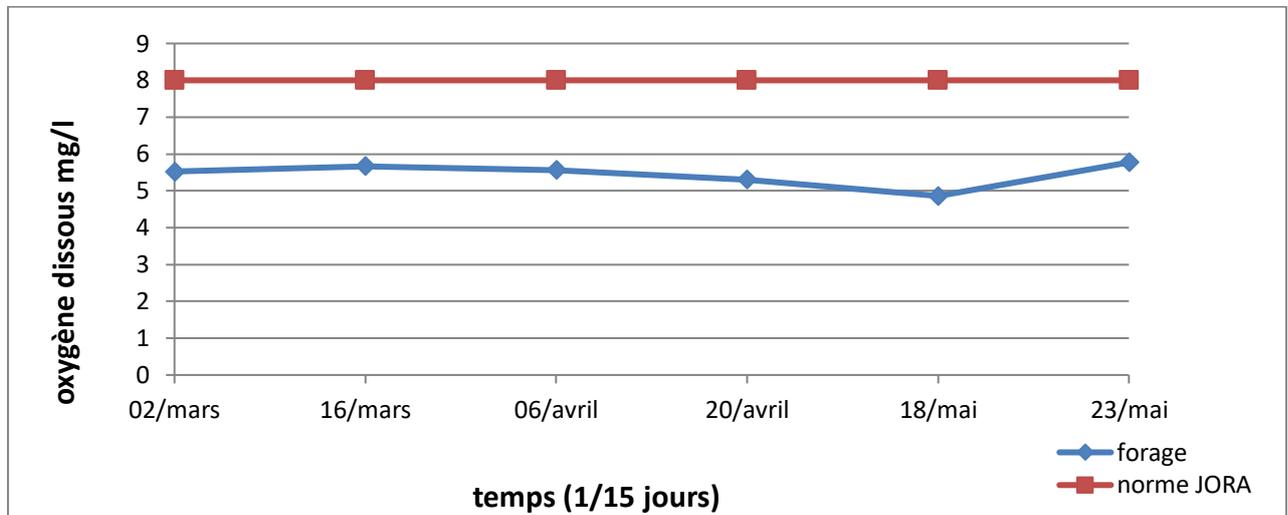


Figure 4: Variation de l'oxygène dissous

L'oxygène dissous est un paramètre important à prendre en considération, car il renseigne sur l'état du puits et d'autre part il favorise la croissance des micro-organismes qui dégradent la matière organique (**Belghiti et al., 2013**).

III-1-1-5- Salinité

Le taux moyen de salinité dans l'eau de forage est de 0.90% (**Figure 5**)

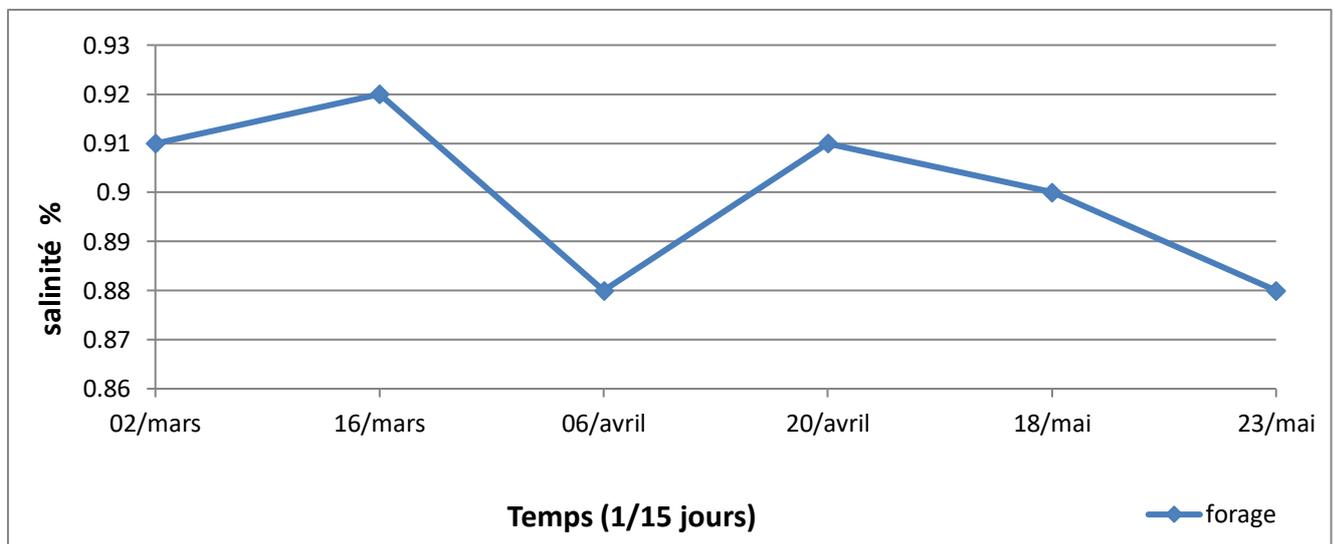


Figure 5 : Variation de la salinité

La salinité serait due à la dissolution des sels minéraux lors du contact étroit entre roche-eau.

III-1-1-6- pH

La valeur moyenne en pH de l'eau de forage est de 7. Cette valeur dans l'intervalle des valeurs fixées par la norme **JORA (2006)** [6.5 à 8.5] et sont dans les normes de potabilité. **(Figure 6)** De ce fait, et concernant ce paramètre, la qualité de l'eau analysée est bonne.

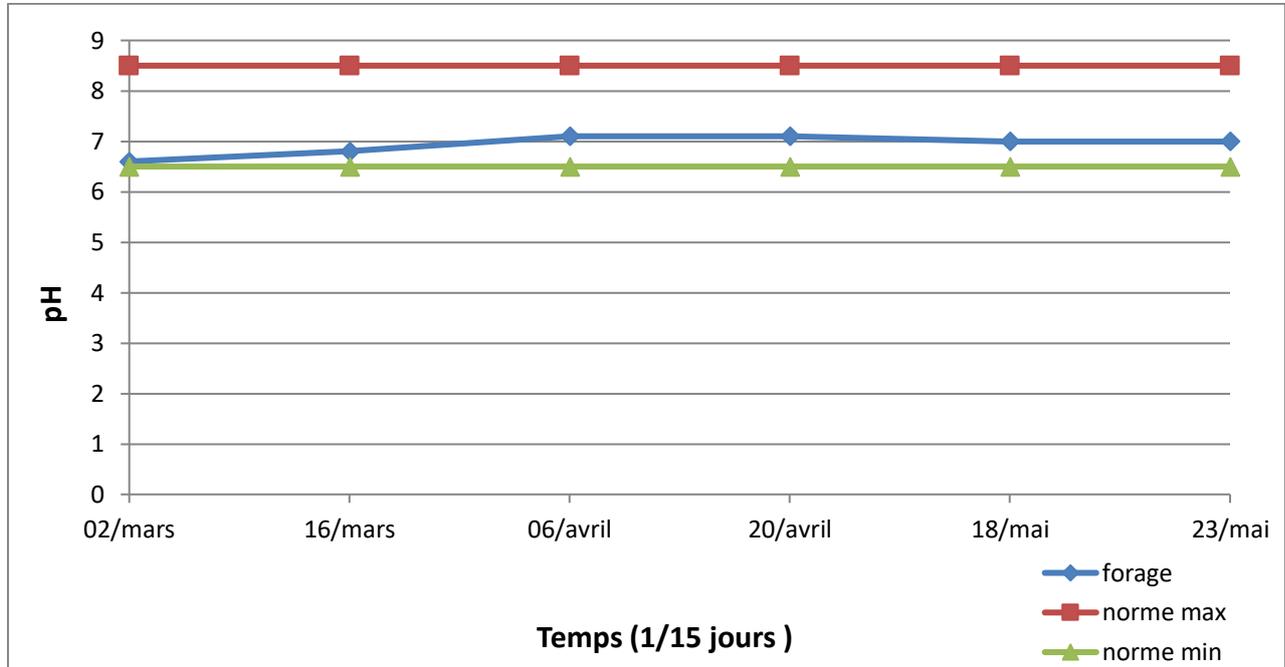


Figure 6 : Variation de pH

III-1-1-7- Turbidité

Les valeurs obtenues varient entre 0,3 et 0,5 uTN (des valeurs faibles) sauf une valeur maximale a été obtenue de **12 uTN (Figure 7)** Cela est dû à la vague de vent en Algérie à la mi-mars 2022.

Dans un bulletin spécial, les services météorologiques prévoient des vents violents et de fortes tempêtes de sable variant entre 70 et 80 km/h et dépassant parfois 90 km/h. **(Yassin, 2022)**. Et la wilaya de Blida est l'un des États affectés par le vent.

Dans ce cas, l'entreprise prend les mesures nécessaires. Le débranchement des tuyaux de transfert d'eau vers la cuve de stockage, laissant le robinet ouvert pour que l'eau s'écoule.

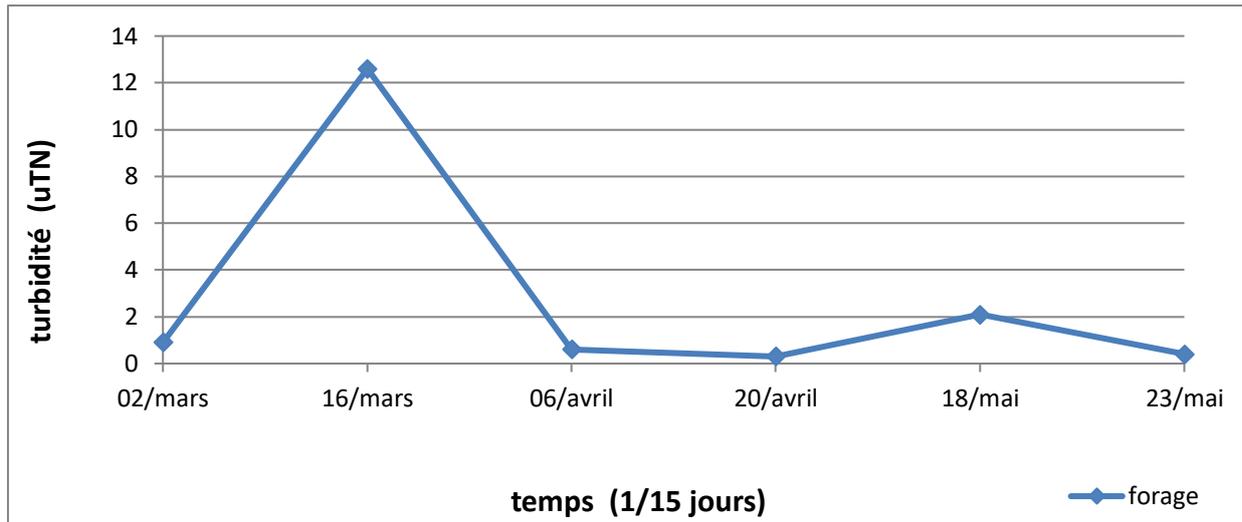


Figure 7 : Variation de la turbidité

La turbidité peut ainsi être considérée comme une excellente indicatrice de la qualité générale d’une eau. Elle peut aussi servir « d’indice d’efficacité » de traitement de l’eau et de sa conservation dans le réseau de distribution (Degremont, 2005).

I-1-2- Analyses chimiques :

Les résultats des dosages sont illustrés dans l’annexe.

III-1-2-1- TH

La valeur moyenne du TH pour l’eau de forage est de 64,2°F (Figure 8).

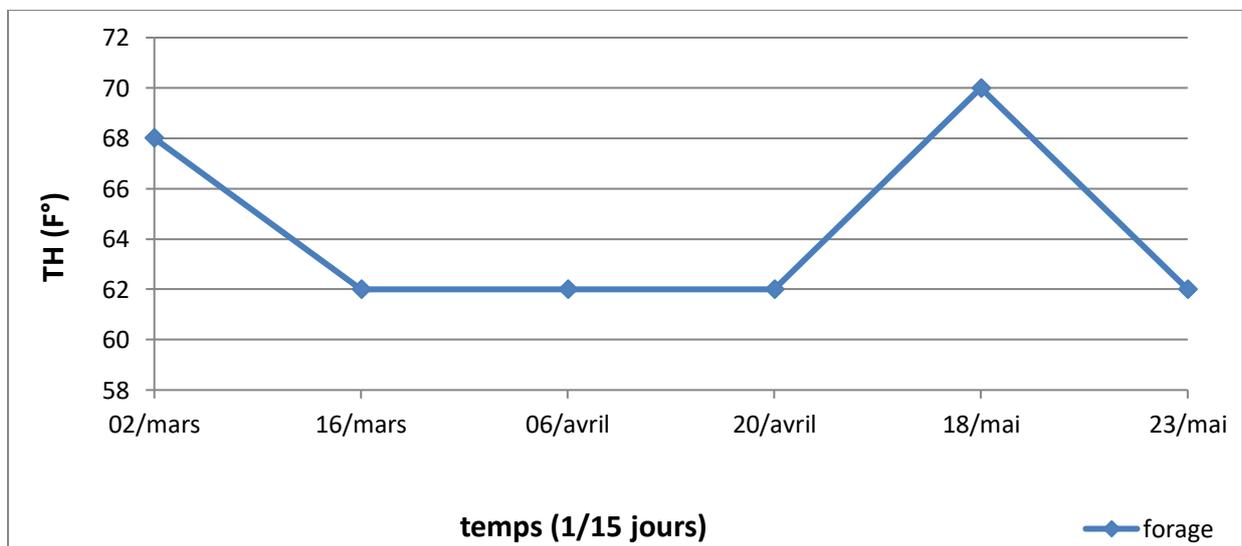


Figure 8 : Variation du titre hydrotimétrique TH

Le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la teneur globale en sels de calcium et de magnésium. Dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 à 90% (Rodier et al., 2005).

III-1-2-2- TA

Dans les échantillons analysés, le TA est nul, cela serait dû à l'absence des carbonates, et cela est conforme aux normes.

III-1-2-3- TAC

La valeur moyenne du TAC pour l'eau de forage est de 76,58°F (**Figure 9**).

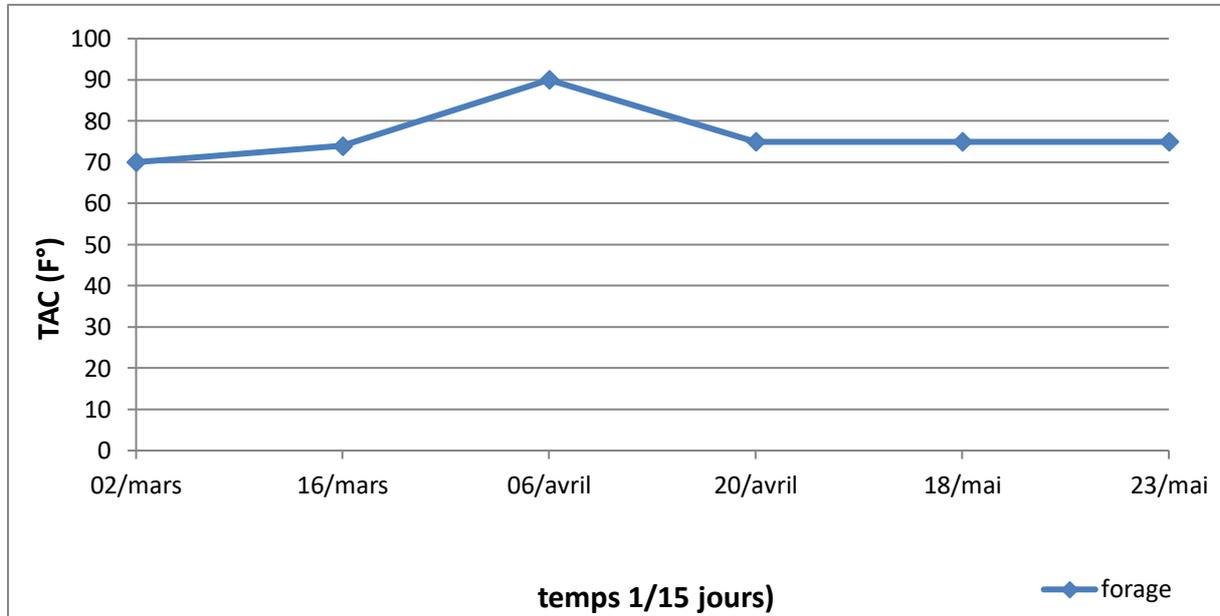


Figure 9 : Variation du titre alcalimétrique TAC

Ces valeurs légèrement élevées due à la teneur en carbonates et bicarbonates contenues dans l'eau.

III-1-2-4- Bicarbonate

La valeur moyenne du bicarbonate pour l'eau de forage est de 934,3 mg/l (**Figure10**).

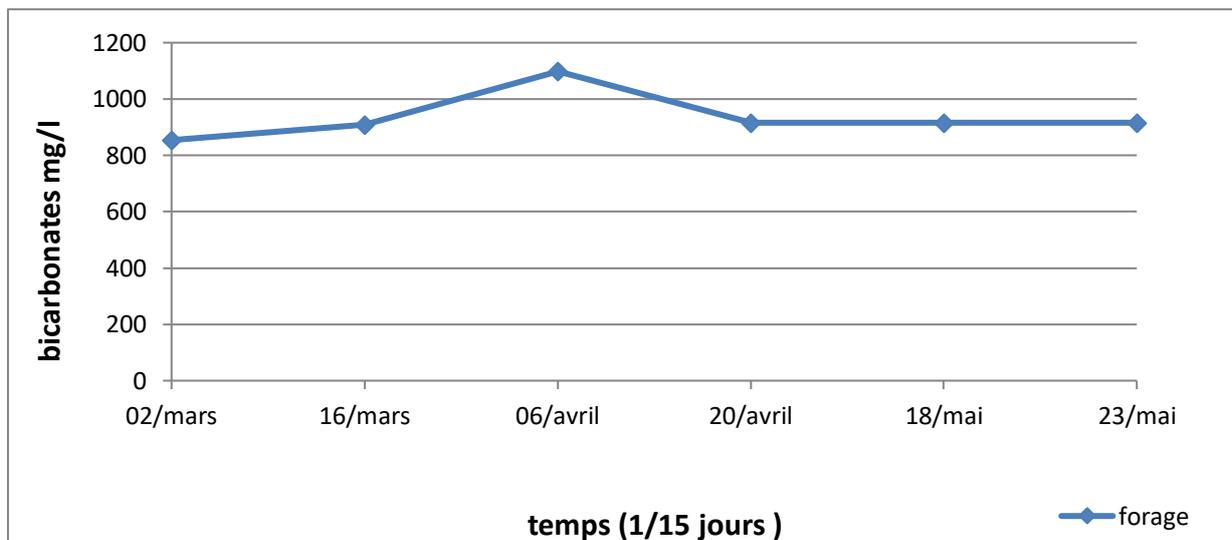


Figure 10 : Variation des bicarbonates

La concentration des eaux en bicarbonate est en fonction de lithologie des terrains traversés (calcaire, dolomite), du pH de l'eau et de la température (Celerier et Faby, 2003).

Comme l'eau étudiée est une eau minérale naturelle, alors ces concentrations pourraient être expliquées par le fait que cette eau ait influencé par la composition des roches traversées.

III-1-2-5- Calcium (Ca^{2+})

La valeur moyenne du calcium pour l'eau de forage est de 155,16 mg/l (Figure 11).

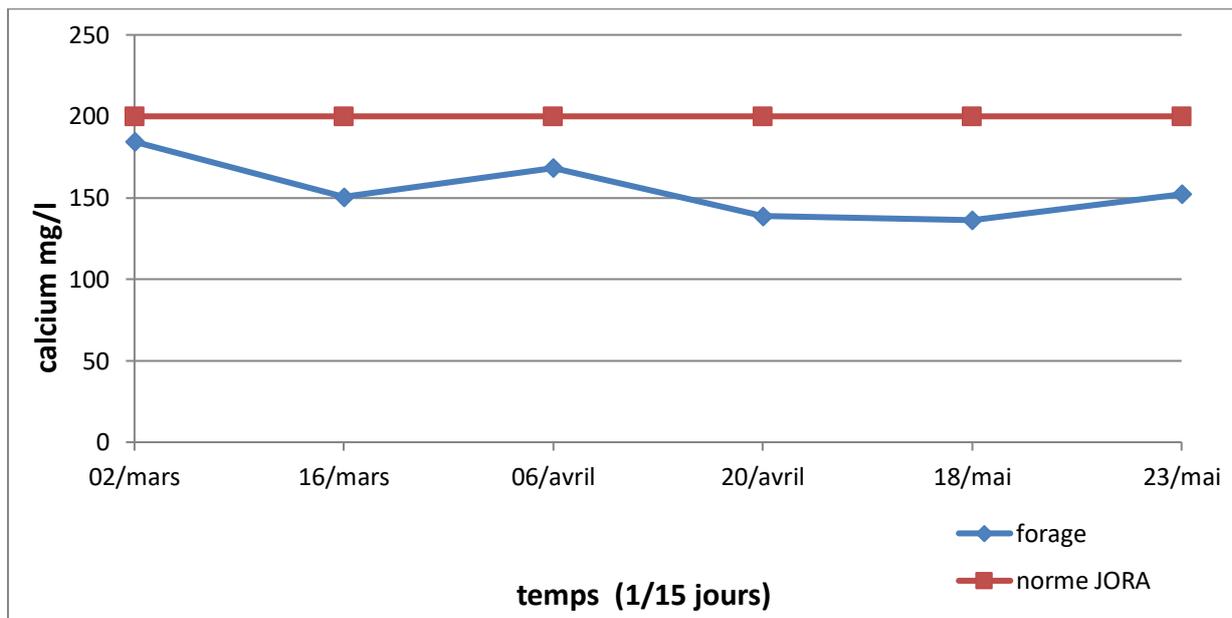


Figure 11 : Variation du calcium

Le calcium provient de la dissolution des bicarbonates de calcium (Defranceschi, 1996) ce qui expliquerait probablement les teneurs élevées en calcium de l'eau analysée.

III-1-2-6-Magnésium (Mg^{2+})

La valeur moyenne du Magnésium pour l'eau de forage est de 64,97 mg/l, donc cette eau est conforme aux normes JORA 2015 (150 mg/l). (Figure 12).

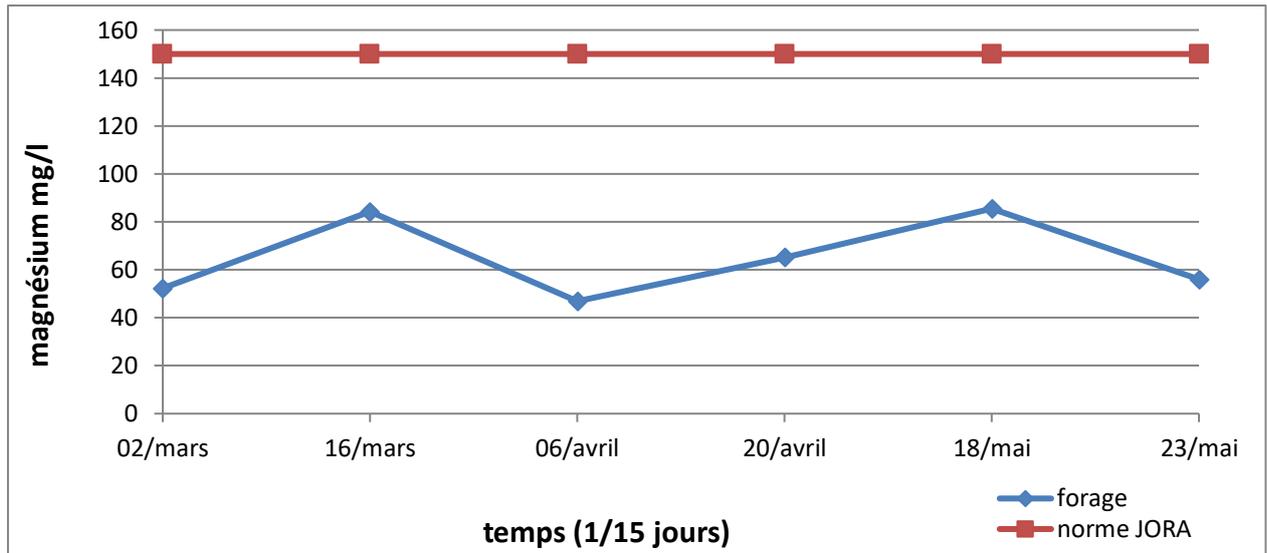


Figure 12 : Variation du magnésium

La variation du magnésium dans les eaux souterraines est due à l'influence des formations Carbonatées telles que les calcaires, d'une part, et d'autre part aux formations salifères comme les argiles et les marnes qui sont riche en Mg^{2+} (Brémaude et al., 2006)

III-1-2-7- Chlorure

La concentration moyenne des chlorures dans l'eau de forage est de 156.26 mg/l, alors cette eau répond aux normes **JORA 2015** (< 500 mg/l). (Figure 13).

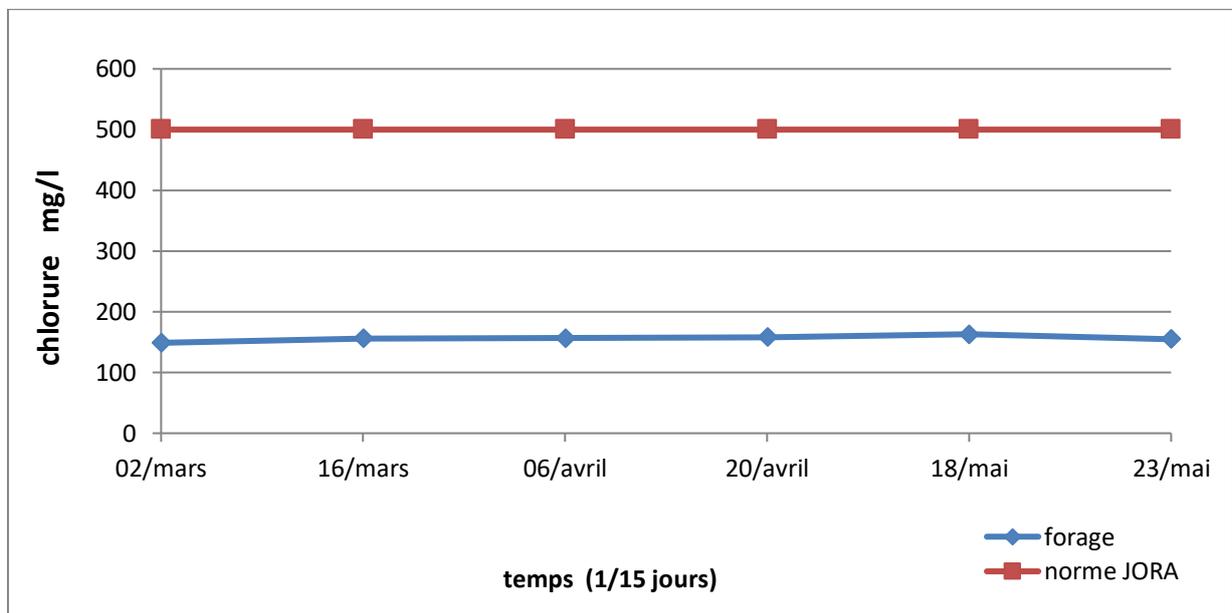


Figure 13 : Variation du chlorure

Les teneurs des chlorures dans les eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (Rodier et al., 2005).

III-1-2-8- Sulfate (SO_4^{2-})

Les teneurs moyennes du sulfate au niveau de forage est de 141,7 mg/l, alors cette eau répond aux normes **JORA 2015** (< 400 mg/l). (**Figure 14**).

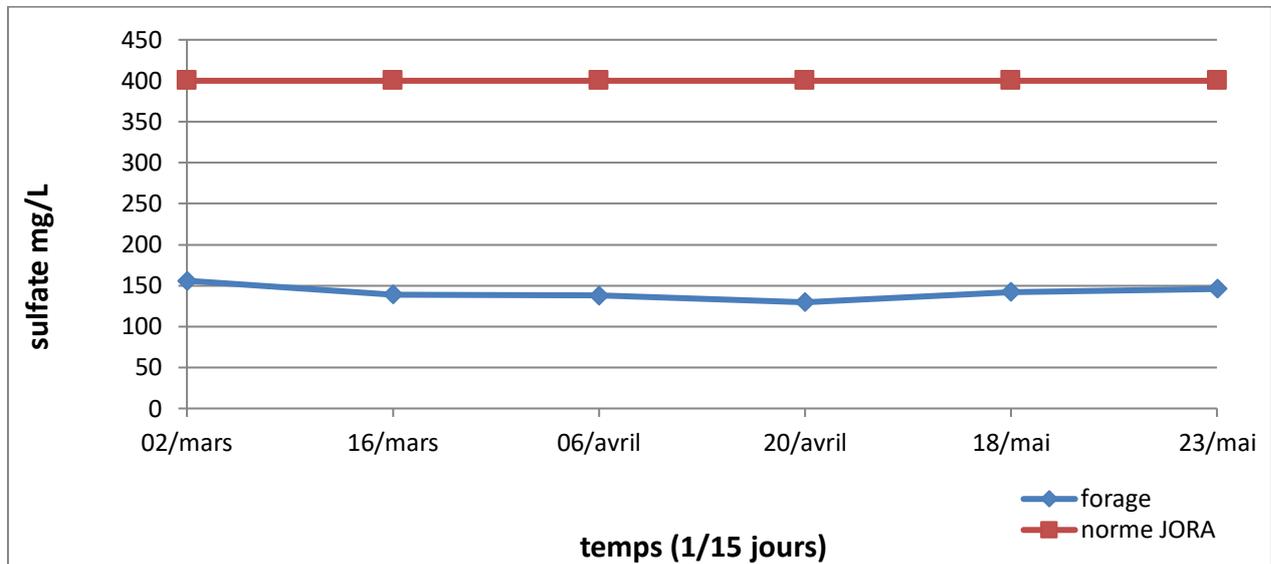


Figure 14 : Variation du sulfate

La présence de sulfate dans l'eau analysée résulte de la solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfates répandus dans les roches que l'eau traverse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, Rhodothiobactéries, etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H_2S) toxique en sulfate (**Hceflcd, 2006**).

III-1-2-9- Fer (Fe^{2+})

L'OMS recommande dans les eaux souterraines un niveau de fer inférieur à 0.3 mg/l. Le fer se trouve naturellement dans la couche aquifère mais les concentrations, dans les eaux souterraines, peuvent augmenter du fait de l'activité des hommes (forage,...)(**Lenntech, 2022**)

La teneur moyenne de Fer au niveau de forage est de <0,01mg/l, (très faibles) alors cette eau répond aux normes.

III-1-3- Paramètres de pollutions

Les résultats obtenus (**Tableau XI**) montrent que cette eau est conforme aux normes **JORA 2015**.

Tableau XI : les concentrations des paramètres de pollution

paramètres	Concentration moyenne (mg/l)	Norme
AmmoniumNH ₄ ⁺	< 0,01	0,5
Nitrite NO ₂ ⁻	< 0,01	0,1
Nitrate NO ₃ ⁻	7,35	50
PhosphatePO ₄ ⁻	< 0,01	0,5

III-2- RÉSULTATS DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau et permet également de contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement. Les résultats illustrés dans le **tableau XII**.

Tableau XII : résultats des analyses bactériologiques

Germes recherché	Forage	Norme
<i>Escherichia coli</i>	Absence	Absence dans 250 ml
Entérocoques	Absence	Absence dans 250 ml
Spores anaérobies sulfito-réductrices	Absence	Absence dans 50 ml
Coliformes totaux	Absence	Absence dans 250 m
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absence	Absence dans 250 ml

Les résultats illustrés dans le **tableau XII** montre que l'eau de forage de Mouzaia analysé répond aux normes **JORA 2017**, elle est donc saine, et ne contient aucun germe susceptible de nuire à la santé humaine, et peut-être consommée.

CONCLUSION

CONCLUSION

Notre étude effectuée au sein de l'entreprise AQUASIM, dont l'objectif est l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du forage « Mouzaia ».

Étant donnée l'importance de cette eau, nous avons évalué la qualité de l'eau minéral naturel gazeuse « Mouzaia » et les résultats sont obtenus (année 2022 Mars-Mai).

les résultats physico-chimiques, nous notons des valeurs de pH est de 7 donc il est neutre, la salinité varie entre 0,90% et 0,88 %, le chlorure varie entre 148,9 mg/l et 155 mg/l, et les bicarbonates varient entre 854 mg/l et 1098 mg/l, le TAC entre 70°F et 90°F, le calcium varient entre 136 mg/l et 184 mg/l, le magnésium entre 47 mg/l et 85 mg/l et le TH varient entre 61°F et 70°F. Ces résultats nous ont permet de classer cette eau comme eau minérale naturelle gazeuse, bicarbonatée, calcique, magnésienne, fortement minéralisée et très dure.

Concernant les résultats bactériologiques, on constate l'absence de germes de pollution de l'eau, donc il répond à la norme de Journal Officiel de la République Algérienne qui se traduit par la conformité de l'eau.

A la fin de notre projet de fin d'étude on conclue que l'eau minérale naturelle gazeuse de « Mouzaia » est de bonne qualité microbiologique et physico-chimique.

Nous proposons également quelques perspectives autour des analyses de pollution tel que les métaux lourds (cadmium, plombes, zinc,) et les matières organiques vue que la zone est agricole.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Anonyme Encyclopédie collection Microsoft®Encarta®2005© 1993-2004.

B

Belghiti M-L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R. (2013). Etude De La Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux Souterraines De La PpePlio quaternaire Dans La Région De Meknès (Maroc). LARHYSS Journal Volume 10, Numéro 3, Pages 21-36

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

Bouziane M., Labadi A. (2009). Les eaux profondes de la région European Journal of Scientific Research, Volume 25, N°4. 526-537p

Bouziani,(2000). L'eau de la pènurie à la maladie.Edition Ibn khaldoun 195p.

Brémaude C., Claisse J-R., Leulier F., Thibault J., Ulrich E. (2006). Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition Educagri. Dijon. France. p 220-221.

Brière F-G. (2012). Distribution et collecte des eaux. Ed. Presses inter Polytechnique, P. 571, 5 p.

C

C.I.E. (2005)., Centre d'information sur l'eau.www.Cieau.com

Celierier 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.

D

Defranceshi. (1996). L'eau dans tous ses états. Ellipse, Paris P75-103.

Degremont. (1978). Mémento technique de l'eau. Lavoisier technique et documentation 8 ème édition. Paris. p 1200, 1718.

Degremont. (2005). Mémento technique de l'eau Tome II, 10ème édition Lavoisier France, 1928 p.

Delarras C. (2014). Pratique en microbiologie de laboratoireRecherche de bactéries et de levures-moisissures 800 p-p203

Dupont N. (1981). Hydraulique urbaine : hydrologie et traitement de l'eau. Tome I, 6ème Ed E. Eyrolles p 53, 61-67

E

Enmilia A., Monettea F., Yahyata C., Amora M., Hedhlib A., Azzouz A. (2020). Aluminosilicate-catalyzed electrochemical removal of ammonium cation from water kinetics and selectivity. Environmental Research, Vol. 185, P.10, 1p.

Estefen,G., Sommer,R., Ryan,J.(2013).methodes of soil,plant and water analysis; A manual for west Asia and north africa region 3 rd ed ICARDA, beirut,lebanon,p243

F

FUNASA, (2013).Manuel pratique d'analyse de l'eau /national helth fondation 4.ed. brasilia 150p. P 21

G

Gaugous D. (1995) : la pollution des milieux aquatiques : aides mémoire. 2 ème édition rue Lavoisier : technique et documentation. 219p.

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

Gauthier C., Villars M. (1970) la pollution des eaux souterraines. Vol.8. Paris. 92p.

Ghazali et Zaid.(2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux de la source Ain salama-jerri(région de MEKNES/MAROC).Larhyss journal, ISSN 1112-3680,n°12,janvier 2013, p 25-36.

H

Hassane A-B. (2010) Aquifères superficiels et profonds et pollutions urbaines en Afrique. Cas de la communauté urbaine de Niamey (Niger). Thèse de doctorat en science de la terre.Option hydrogéologie. Université Abdou Moumouni de Niamey. 250p.

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

Hecini L., Achour S. (2014). Coagulation-flocculation by aluminum sulfate of organic Phenolic compound and effect of calcium and magnesium salts, Journal of WaterScience. 272-280

J

JORADP, (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.

JORADP, (2006). Journal officiel de la République algérienne. Arrêté interministériel du 22 Dhou El Hidja 1426 correspondant au 22 janvier 2006 fixant les propos 55 d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi. Les conditions de leur traitement ou les adjonctif autorisées. P 9

JORADP, (2013). Journal Officiel de la République Algérienne, Décret exécutif n°14-96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine p 25

JORADP, (2017). Journal Officiel de la République Algérienne N°39 Arrêté interministériel du c8 Chaoual 1438 correspondant au 2 juillet 2017 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (Eaux minérales naturelles) P 25

L

Latifi S (2019). Etude de la vulnérabilité des nappes aquifères de la région de Guelma et évaluation du rôle des STEP dans la protection des eaux. Thèse de doctorat, université de Guelma.

Lalanne, F. (2012) Etude de la qualité de l'eau le long de la chaîne d'approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou, (Région du Plateau Central, Burkina Faso). Fondation 2iE et UNICEF. p. 70

Lee C-M., Hamm S-Y., Cheong J-Y., Kim K., Yoon H., Kim M., Kim J. (2020). Contribution of nitrate-nitrogen concentration in groundwater to stream water in an agricultural head watershed. Environmental Research, vol. 184, P.15, 3p

M

Maza L., Pezzlo M., Bittencourt C., et Peterson E. (2020). Atlas des couleurs de la Bactériologie médicale. (4CD ROM).

Myrand (2007) Guide Technique Captage D'eau Souterraine Pour Des Résidences Isolées Mise A Jour Janvier 2008 Développement Durable, Environnement Et Parc

N

Nechad, K. Fadil, F. Fadil.(2014). Qualité physicochimique des eaux des sources Ain Regrag et Ain Sidi Bouali dans la région de Sefrou (Moyen Atlas, Maroc), Larhyss Journal. 127- 146p.

O

OMS (2007) organisation mondiale de la santé. Organisation des notions unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1^{er} édition, 9 et 10 P

Ouanes M. (2020). Effet De Changements Climatiques Sur La Qualité Des Eaux Souterraines De La Plaine De F'kirina De La W. D'oum El Bouaghi [Thèse de Doctorat, Université 8 Mai 1945 – Guelma].

P

Patnaik P. (2018). Handbook of Environmental Analysis Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes. Ed. CRC Press Taylor & Francis Group N°3, P.617. 229-273p.

Potelon J-I., 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.

R

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. (2009). L'analyse de l'eau naturelle, eau résidu 57 eau de mer Physico-chimie, bact 1526p. Et biologie, 9ème édition, Dunod, Pa

Ruch Y., Hansmann Y., Riegel P., Lefebvre N., Mazzucotelli J., Douiri N., Argemi X. (2019). Pathogénicité des streptocoques impliqués dans les endocardites infectieuses. Médecine et Maladies Infectieuses. Ed. Elsevier, P. 49, 4 p

T

Teillet E., Cordelle S., Urbano C., Schlich P. (2008) Déterminer le gout de l'eau ne coule pas de source. Conférence AgroStat, Session Sensimétrie II. Centre européen des Sciences du gout, CNRS-UB-INRA en partenariat avec la lyonnaise des eaux, France. 9p.

V

Valipour (2015). Les défis de la pollution de l'eau, une menace pour la santé publique : Atouts et défauts des lois et politiques de l'eau au Sénégal. P .109

Site web:

Earthwise contributors. (2019) Hydrogéologie d'Algérie. Mise A Jour Mai 2022 de http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php?title=Hydrog%C3%A9ologie_d%27Alg%C3%A9rie&oldid=42282

Futura sciences (2022).https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/chimie_salinit%C3%A9-4406/. Consulté le 25/05/2022

Nicolas (1994) Afric Mémoire, 2015 - 2022 | africmemoire@gmail.com

Laggoune A. (2021) les ressources hydriques « Algérie » <https://youtu.be/SYh5ysPgKcE>

LenntechB-V.1998-2022https://www.lenntech.fr/eaux_souterraines/fer.htm#ixzz7UU6jAvBT

SDWF (2022). SafeDrinking Water Foundation <https://www.safewater.org>

Yassin S (2022).<https://www.akhbardzair.dz/>

ANNEXE

Lieu de stage



Laboratoire AQUASIM MOUZAIA



ADE CHEFFA



Pour les analyses bactériologiques



Pour les analyses physico-chimiques

Matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques

❖ Analyses physiques



Multi-paramètres



Turbidimètre



pH-mètre

❖ Analyses chimiques



Etuve



Spectromètre

- **TH** : K_{10} + noire Eriochrome + EDTA 0,01N
- **TA**: phenolphthalein
- **TAC**: methyl orange + HCL 0,1
- **Calcium**: NaOH 2N + Murexide
- **Chlorure**: chromate de potassium + $AgNO_3$ 0,02N
- **Ammonium** : réactif coloré homogénéisé + Dichloroisocyanurate de sodium
- **Nitrite** : réactif mixte
- **Nitrate** : solution hydroxyde de sodium à 30% + Salicylate de sodium 0,5% + acide sulfurique + Tartrate double de sodium et potassium
- **Orthophosphate** : Acide ascorbique + réactif mélange
- **Fer** : réactif hydroxylamine + solution Tampon + phénolphtaléine
- **Sulfate** : solution stabilisant + HCL

Matériel utilisé pour les analyses bactériologiques

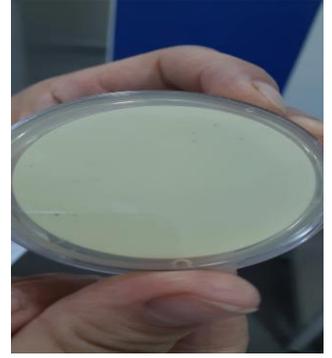
- ***Echirichia coli*** : gélose lactosée o TTC ou Tergitol
- **Coliformes totaux**: gélose TTC et Tergitol
- ***Entérocoque*** : gélose Slanetz et bartley
- ***pseudomonas aeruginosa***: gélose Pseudomonas CFC /CN
- **spore anaérobie sulfito-réducteurs** : gélose Viande foie.



Etuve



Bec bunsen et rampe de filtration



Exemple d'un échantillon

Résultats des analyses chimiques



Dosage de TH



Dosage de TA



Dosage de TAC



Dosage de calcium



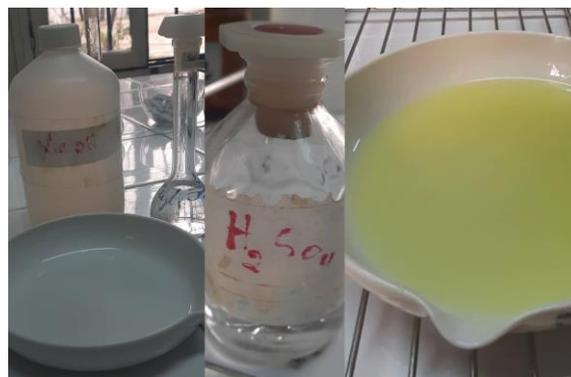
Dosage de chlorure



Dosage d'Ammonium



Dosage de Nitrite



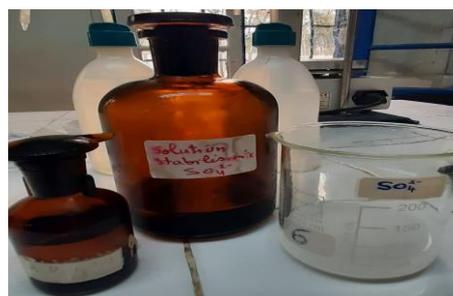
Dosage de Nitrate



Dosage d'Orthophosphate



Dosage de Fer



Dosage de sulfate