

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
تليجي الأغواط جامعة عمّار
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme Master LMD

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologique
Option : Microbiologie appliqué

THEME

**Analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux
souterraines de la partie Est du Plateau de Mostaganem**

Présenté et soutenu par :

Mlle: SEBGAGUI Nesrine

Mlle: YOUSFI Ikram

Jury d'évaluation:

M. ZERROUKI Mohammed Hocine	Maitre de conférences A	Président
Mme BENTAHAR Fatiha	Maitre-assistant A	Encadrant
M. CHAIBI Rachid	Professeur	Co- Encadrant
Mme ALLAL Farida	Maitre de conférences A	Examinatrice
M.HENNICHE Ahmed	Chef de service ADE	Examinateur

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

L'accomplissement du présent travail n'a été possible qu'avec le soutien d'ALLAH le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de finaliser Ce travail dans de meilleures conditions.

Nous tenons à remercier notre encadrant madame **BENTAHAR Fatiha**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail, pour son aide, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadrant Monsieur **CHAIBI Rachid**, pour l'honneur qu'il nous a fait en dirigeant ce travail, pour son aide, ses conseils.

Nous remercions Monsieur **ZERROUKI Mohammed Hocine**, d'avoir accepté d'être président du jury.

Nous remercions Madame **ALLAL Farida**, comme enseignante du module de chimie en 1 ère année et de nous avoir fait honneur d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions Monsieur **HENNICHE Ahmed** d'avoir accepté de faire partie du jury malgré ses nombreuses occupations.

Nous remercions tous les membres du laboratoire d'**ADE** Laghouat, nous remercions particulièrement monsieur **MECHRAOUI Ben Abdallah**, et monsieur **HENNICHE Mohamed**.

Nous remercions toutes les personnes qui nous ont soutenues et encouragées pour aller au bout de ce travail, en particulier nos familles et nos amis proches.

DEDICACE

En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce modeste travail avec une grande fierté à tous ceux qui me sont chers :

Ma très chère mère Aicha, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

Mon très cher père Mohamed, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

A l'âme pure de mon oncle, le martyr du devoir national, SEBGAGUI Abd al-Wahab.

Mes belles sœurs, Meriem, Hadjira, Rokaia et la femme de mon frère Farida pour leurs encouragements et leur aide financière ou morale.

Mes chère frères, Salem et Abd-El halim puisse Dieu vous donne santé, bonheur et réussite.

Mes très chers amis Fatima, zhour, Maroua merci pour tous ce que tu me donne.

Mon cher binôme Ikrame merci de m'avoir aidé à soumettre ce travail, Tu étais la meilleure sœur et partenaire.

A tous mes oncles et mes tantes et à tous mes cousins et mes cousines.

NESRINE

DEDICACE

En priant Dieu jour et nuit qu'il les garde et les protège pour moi.

Je dédie ce mémoire en premier lieu à ceux qui m'ont donné la vie, Qui m'ont été la source De l'amour, de la tendresse, et du courage, qui m'ont soutenu durant tous les moments de ma vie

A mes très Chers parents, ma mère Fatna et mon père Laajal, J'espère qu'un jour, je puerai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.

A mes chère frère, Ben Ali et Abd-el Rahman

A mes belles sœurs Houria et Rekia et Douaa. Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.

A ma très chère amie Zohra, et sa famille

A ma binôme Nesrine qui partagée avec moi les bonnes et les mauvaises moments, et tous les membres de sa famille

A grand-mère et tout ma famille Yousfi

IKRAM

ملخص

يهدف هذا العمل إلى رصد وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه الجوفية المنتجة والموزعة في منطقة الهضبة الشرقية في مستغانم ، والتي تضم 11 بلدية. أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن هذه المياه للاستهلاك البشري ذات نوعية جيدة وتفي بمعايير الصلاحية للشرب من خلال الرجوع إلى المعايير الوطنية وتعليمات منظمة الصحة العالمية ، حيث سجلنا انخفاضاً في درجة الحرارة ودرجة الحموضة والعكارة. والصوديوم والبوتاسيوم والنترات والحديد. تظهر هذه النتائج أيضاً زيادة طفيفة في الموصلية والكلوريد والنترات والكالسيوم و المغنيسيوم. في هذه الحالة ، تكشف التحليلات البكتريولوجية عن عدم وجود الجراثيم المسببة للأمراض و جراثيم التلوث البرازي (العقدية). يظل رصد هذه المياه ومراقبتها مهمة أساسية للصحة العامة والمخاطر البيئية.

الكلمات المفتاحية: هضبة مستغانم الشرقية ، حفر ، مياه جوفية ، جودة فيزيائية-كيميائية ، جودة جرثومية.

Résumé

Ce travail a pour but de suivre et d'évaluer la qualité physico chimique et bactériologique des eaux souterraines, produites et distribuées dans la région du plateau Est du Mostaganem qui comprend 11 communes.

Les analyses physico-chimiques ont montré que ces eaux de consommation humaine, présentent une bonne qualité et respectent les critères de potabilité en se référant aux normes nationales et celles des directives de l'Organisation Mondiale de la Santé, où nous avons enregistré une diminution de la température, PH, turbidité, sodium et potassium, nitrite et le fer.

Ces résultats montrent aussi une légère augmentation de la conductivité, chlorure, nitrate, calcium, TH et magnésium. En occurrence, les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes et des germes de contamination fécale (streptocoque). La surveillance et le contrôle de ces eaux demeure une tâche d'ordre primordial pour la santé publique et les risques environnementaux.

Mots clés : plateau Est du Mostaganem, forage, eaux souterraines, qualité physico-chimique, qualité bactériologique.

Abstract

This work aims to monitor and assess the physicochemical and bacteriological quality of groundwater produced and distributed in the eastern plateau region of Mostaganem, which includes 11 municipalities.

Physico-chemical analyzes have shown that this water for human consumption is of good quality and meets the criteria of potability by referring to national standards and those of the directives of the World Health Organization, where we have recorded a decrease in temperature, PH, turbidity, sodium and potassium, nitrite and iron.

These results also show a slight increase in conductivity, chloride, nitrate, calcium, TH and magnesium. In this case, bacteriological analyzes reveal the absence of pathogenic germs and germs of faecal contamination (streptococcus). The monitoring and control of these waters remains an essential task for public health and environmental risks.

Key words: eastern Mostaganem plateau, drilling, groundwater, physico-chemical quality, bacteriological quality.

Liste des abréviations

ASR : Anaérobies sulfito-réducteurs

BCPL: Bouillon lactose au Pourpre de Bromocrésol

C° : Degré Celsius

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

D/C : Double Concentration

E, coli: Escherichia coli

EDTA : Éthylène Diamine Tétracétique

mg/L : milligramme par litre.

NPP : Nombre Plus Probable.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

PH : Potentiel d'hydrogène

S/C : Simple concentration

T : Température.

TGEA: Glucose Tryptone Extract Agar

UFC : Unités Formant Colonies.

UTN : Unité Néphélométrie de Turbidité.

us/cm: Micro siemens/ Cm.

VF : Viande foie.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page
Tableau 01	Exemple de la lecture des coliformes fécaux	06
Tableau 02	Résultats des analyses de dénombrement des Coliformes dans le milieu BCPL des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem est (Février 2022).	17
Tableau 03	Résultat des analyses de dénombrement du streptocoque dans un milieu ROTHE des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem est (Février 2022).	18
Tableau 04	Résultat des analyses de dénombrement du Clostridium sulfito-réducteurs des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem est (Février 2022).	19
Tableau 05	Résultat des analyses de dénombrement du Clostridium sulfito-réducteurs des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem est (Février 2022).	19
Tableau 06	Résultats des mesures de la Température °C des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	20
Tableau 07	Résultats des mesures de pH des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	21
Tableau 08	Résultats des mesures de la Conductivité µs/cm des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	21
Tableau 09	Résultats des mesures de la turbidité UTN des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	22
Tableau 10	Résultats des mesures du phosphate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	23
Tableau 11	Résultats des mesures des nitrites (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	24
Tableau 12	Résultats des mesures des nitrates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	25
Tableau 13	Résultats des mesures de l'ammonium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	26
Tableau 14	Résultats des mesures du Calcium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	26
Tableau 15	Résultats des mesures du sodium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	27
Tableau 16	Résultats des mesures du potassium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	28
Tableau 17	Résultats des mesures des chlorures (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	29
Tableau 18	Résultats des mesures du titre hydrométrique (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	30
Tableau 19	Résultats des mesures des bicarbonates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	31
Tableau 20	Résultats des mesures du fer (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	32
Tableau 21	Résultats des mesures des sulfates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	33
Tableau 22	Résultats des mesures du magnésium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).	34
Tableau 23	Résultats des mesures de l'Oxygène dissous (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022)	35

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page
Figure 01	Situation géographique du plateau Est de Mostaganem	02
Figure 02	Carte Géologique du Plateau de Mostaganem.	03
Figure 03	Log stratigraphique du Plateau de Mostaganem (Saibi.H.2008)	04
Figure 04	préparation de la paillasse et les tubes BCPL avant l'incubation	05
Figure 05	Tubes de Rothe avant l'incubation	06
Figure 06	Etape de solidifie la gélose de VF avec l'inoculum	07
Figure 07	Gélose TGEA chauffée boites de pétri numérotées	08
Figure 08	Détermination du T°C et pH	09
Figure 09	Appareil du Conductimètre	09
Figure 10	Turbidimètre et cuvette	10
Figure 11	Matériels utilisés dans la détermination de PO4-3	10
Figure 12	Détermination des nitrates	11
Figure 13	Les réactifs I et II	12
Figure 14	Détermination de calcium	13
Figure 15	Appareil de Photométrie de la flamme, solution de sodium et potassium	14
Figure 16	Réactif de dosage de chlorure	14
Figure 17	Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)	15
Figure 18	Détermination de bicarbonate	15
Figure 19	Réactif de dosage le Fer	16
Figure 20	Appareille d'oxymètre	16
Figure 21	Variations de la Température C° des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	20
Figure 22	Variations de pH des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Mars 2022).	21
Figure 23	Variations de la Conductivité des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	22
Figure 24	Variation de la turbidité des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	23
Figure 25	Variations des teneurs en phosphates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	24
Figure 26	Variation des nitrites (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	24
Figure 27	Variation des nitrates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	25
Figure 28	Variation de l'ammonium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	26

Figure 29	Variation de calcium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	27
Figure 30	Variation de sodium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	28
Figure 31	variation du potassium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	29
Figure 32	Variation des chlorures (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	30
Figure 33	variation du titre hydrométrique (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	31
Figure 34	Variation des bicarbonates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	32
Figure 35	Variation du fer (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	33
Figure 36	Variation des sulfates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	34
Figure 37	variation du magnésium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	35
Figure 38	Variation de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).	36

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : matérielles et méthodes

I. Présentation de la zone d'étude	2
II. Aperçu Géologique et Hydrogéologique.....	2
II-1 Aperçu Géologique	2
II-2 Aperçu Hydrogéologique.....	3
III. Les analyses bactériologiques.....	4
III.1. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux.....	5
III.2. Recherche et dénombrement des entérocoques (<i>streptocoque</i>).....	6
III. 3. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.....	7
III.4. Recherche et numération des germes totaux.....	7
IV. Paramètres physico-chimiques.....	8
IV .1. Température.....	8
IV.2. Mesure du Ph.....	9
IV.3. Mesure de la conductivité électrique.....	9
IV.4. Mesure de la turbidité.....	9
IV.5. Phosphates PO_4^{3-}	10
IV.6. Détermination des nitrites NO_2^-	11
IV.7. Détermination des nitrate NO_3^-	11
IV.8. Détermination d'ammonium	12
IV.9. Détermination du calcium Ca^{2+}	12
IV.10. Dosage du sodium Na^{2+} et du potassium K^+	13
IV.11. Détermination des chlorures Cl^-	14
IV.12. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH).....	14
IV.13. Dosage de bicarbonate HCO_3^-	15
IV.14. Dosage de Fer.....	15
IV.15. Détermination du Sulfate SO_4^{2-}	16
IV.16 Détermination de magnésium Mg^{2+}	16
IV.17. Oxygène dissous	16

Chapitre III: Résultats et discussion

I. Résultats des analyses bactériologiques	17
I.1. Les coliformes totaux (<i>E. coli</i>).....	17
I.2. Entérocoques (<i>streptocoque</i>).....	18
I.3. Clostridium sulfito-réducteurs.....	18
I.4. Germe totaux.....	19
II. Résultats des analyses physicochimiques.....	20
II.1 Température.....	20
II.2. pH.....	20
II.3. Conductivité électrique.....	21
II.4. Turbidité	22
II.5. Phosphates PO_4^{3-}	23
II.6. Nitrites NO_2^-	24
II.7. Nitrate NO_3^-	24
II.8. Ammonium.....	25
II.9. Calcium Ca^{2+}	26
II.10. Sodium Na^{2+} et de potassium K^+	27
II.11. Chlorures Cl^-	29
II.12. Dureté totale (titre hydrométrique TH).....	29
II.13. Bicarbonate HCO_3^-	30
II.14. Fer.....	31
II.15. Sulfate SO_4^{2-}	32
II.16. Magnésium Mg^{2+}	33
II.17. Oxygène dissous.....	35
Conclusion générale.....	37
Références	
Annexes	

L'eau est une ressource indispensable à la vie. D'habitude, quand les personnes pensent à propos des sources d'eau, ils pensent à des rivières et des cours d'eau; en d'autres mots, eaux de surface. Mais, de toute l'eau douce utilisable dans le monde, approximativement 97 % est de l'eau souterraine.

L'eau souterraine, bien qu'elle soit cachée et invisible, est fragile et souvent vulnérable aux nombreuses sources de contamination découlant des activités humaines. Le traitement d'une eau souterraine contaminée peut s'avérer long et coûteux, voire impossible dans certains cas.

Voilà pourquoi il est impérieux de la protéger adéquatement afin de minimiser les risques de contamination qui la menacent (Mouffok, 2008).

L'eau destinée à l'alimentation humaine doit présenter un certain nombre de critères aussi bien organoleptique, physicochimique et microbiologique car, elle constitue un réservoir important pour la survie et la dissémination de microorganisme (bactéries, virus, protozoaires et parasites), ce qui la rend impropre à la consommation humaine. Ces microorganismes véhiculés directement ou indirectement, sont pathogènes pour l'homme. Ils sont à l'origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...etc.) dites maladies à transmission hydrique (Nanfack et al, 2014)

L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion, doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui (Garcia, 2006).

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de eaux souterraines de la partie Est du Plateau de Mostaganem par des prélèvements d'eaux réalisés au niveau les villes de cette Wilaya.

Le travail est structuré en deux chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre I est présentée les méthodes expérimentales employées
- ✓ Dans le deuxième chapitre II sont présentés les résultats obtenus ainsi que les interprétations.

Chapitre I :

Matériels

Et

Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude

Le Plateau de Mostaganem est situé au Nord-ouest de l'Algérie, dans la wilaya de Mostaganem, à 363 km à l'ouest de la capital Alger. Limitée au Nord par la plaine du bas Cheliff et les monts du Dahra à l'Ouest par la mer méditerranéenne au Sud par la plaine des Bordjias et à l'ouest par la plaine de la MINA. (Fig.1). La région d'étude se trouve entre les coordonnées N35°46'E0°, N36 00'E0°.N35°44'E0°.N36°00, E0°23'.

Pendant la colonisation française, la culture de la vigne a été introduite sur le Plateau. Après l'indépendance du pays, elle a été remplacée par le maraichage irrigué, les agrumes et la culture céréalière. (Marc cote.1996)

Le Plateau de Mostaganem est situé dans une zone à vocation agricole et touristique de premier rang, c'est une aire tabulaire avec une superficie de 700km².

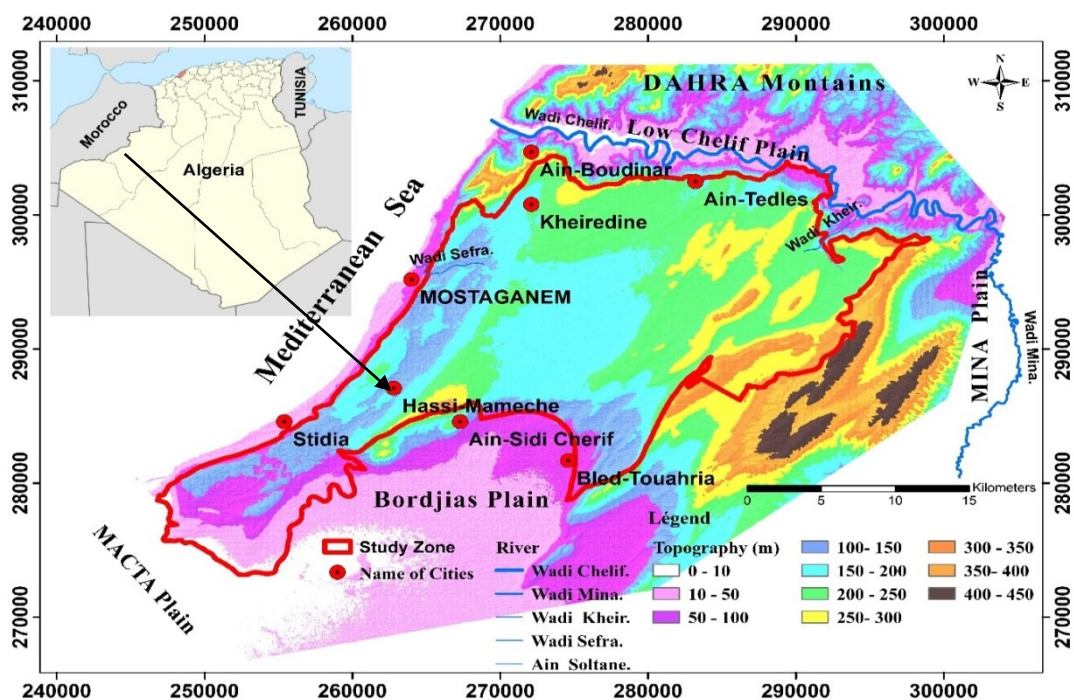


Figure 01 : Situation géographique du plateau Est de Mostaganem (BENTAHAR Fatiha.2007)

II- Aperçu Géologique et Hydrogéologique

II-1 Aperçu Géologique :

Au niveau du plateau de Mostaganem (fig.2), on distingue deux types de formations :

- des formations allochtones, ce sont les terrains les plus anciens, on peut définir le trias qui est constitué de gypse blanc qui est situé au Nord du plateau de Mostaganem. Les nappes sont situées au Nord de Mostaganem (Karouba, Djebel Diss), où apparaît tout un ensemble de terrains appartenant aux nappes d'âge Numidien, qui se prolongent dans la région de la Mina. Le diapirisme se manifeste à l'Est d'Ain Nouissy ;
- des formations autochtones sont nettement prédominantes, elles comprennent : le Miocène inférieur correspond à un niveau de marnes bleues ; le Miocène supérieur est caractérisé par des marnes bleues intercalées par des niveaux de grès à ciment calcaro-argileux, de cinérites de 0.20 m d'épaisseur, A, Perrodon (1957). Ces marnes bleues affleurent très bien au niveau

de la forêt domaniale de l'Akboube, où elles s'étendent largement sur l'axe de cet anticlinal sous des dépôts quaternaires. Le Pliocène affleure presque partout sur les bordures du plateau de Mostaganem. Il est constitué par un Plaisancien marneux ou on peut trouver des horizons sableux de 200 à 500 m d'épaisseur, et l'Astien formé de grès à ciment calcaire avec 100 m d'épaisseur au maximum. Le Quaternaire est représenté par le Calabrien transgressif et discordant sur les dépôts du Mio-Pliocène. Il est formé par des grès calcaires. Le Calabrien recouvre tout le plateau de Mostaganem.

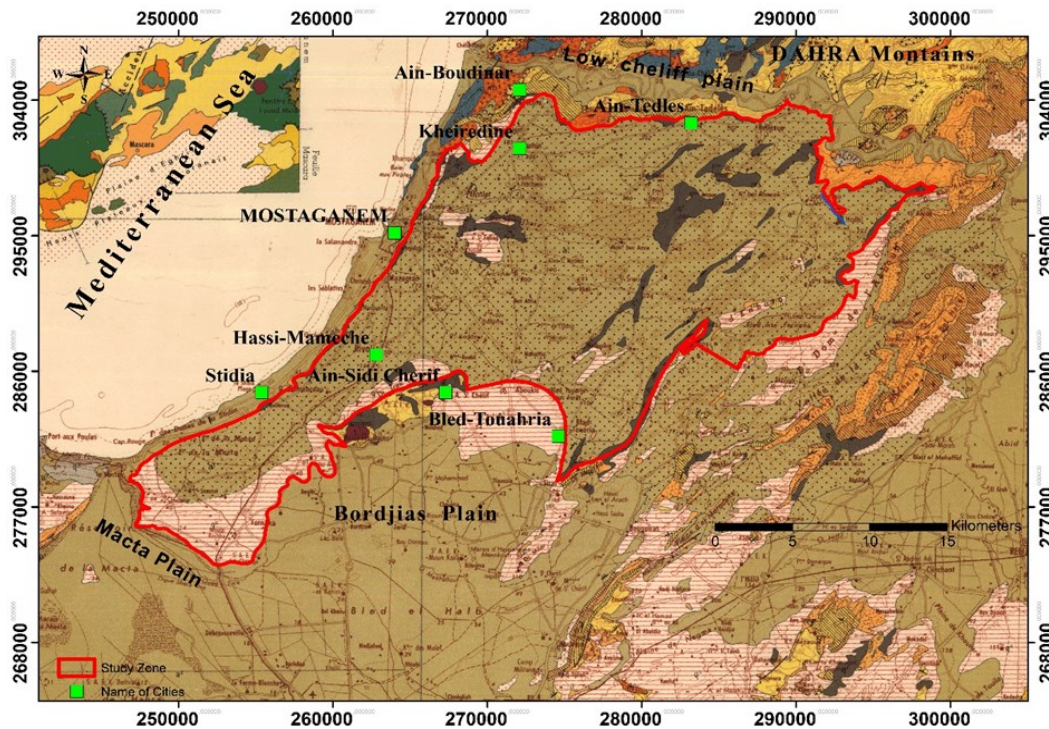


Figure 02 : Carte Géologique du Plateau de Mostaganem. (BENTAHAR FATIHA.2007)

II-2 Aperçu Hydrogéologique :

Le plateau de Mostaganem, comporte un substratum marneux imperméable, surmonté de grès à passées sableuses ou argilo-sableuses qui contient l'aquifère principal (fig.3). Les sables surmontent le tout, de faciès et d'épaisseur variable en fonction de leur localisation, où l'on peut montrer la présence d'une croûte calcaire gréseuse associée ou non à un sol rouge. Le Calabrien représente la formation aquifère principale et avec des épaisseurs variables. Ainsi il peut atteindre une puissance de 100 à 120m dans les dépressions topographiques alors que sur les bombements du socle la formation sera de 20 à 30m. D'une façon générale, l'épaisseur de cette série va en diminuant d'ENE à WSW. Les formations du Miocène et pliocène inférieur constituent le substratum imperméable de l'aquifère principal. Le Miocène est essentiellement représenté par des marnes bleues comportant parfois des niveaux gypseux. Le Quaternaire est transgressif et discordant sur les séries antérieures.

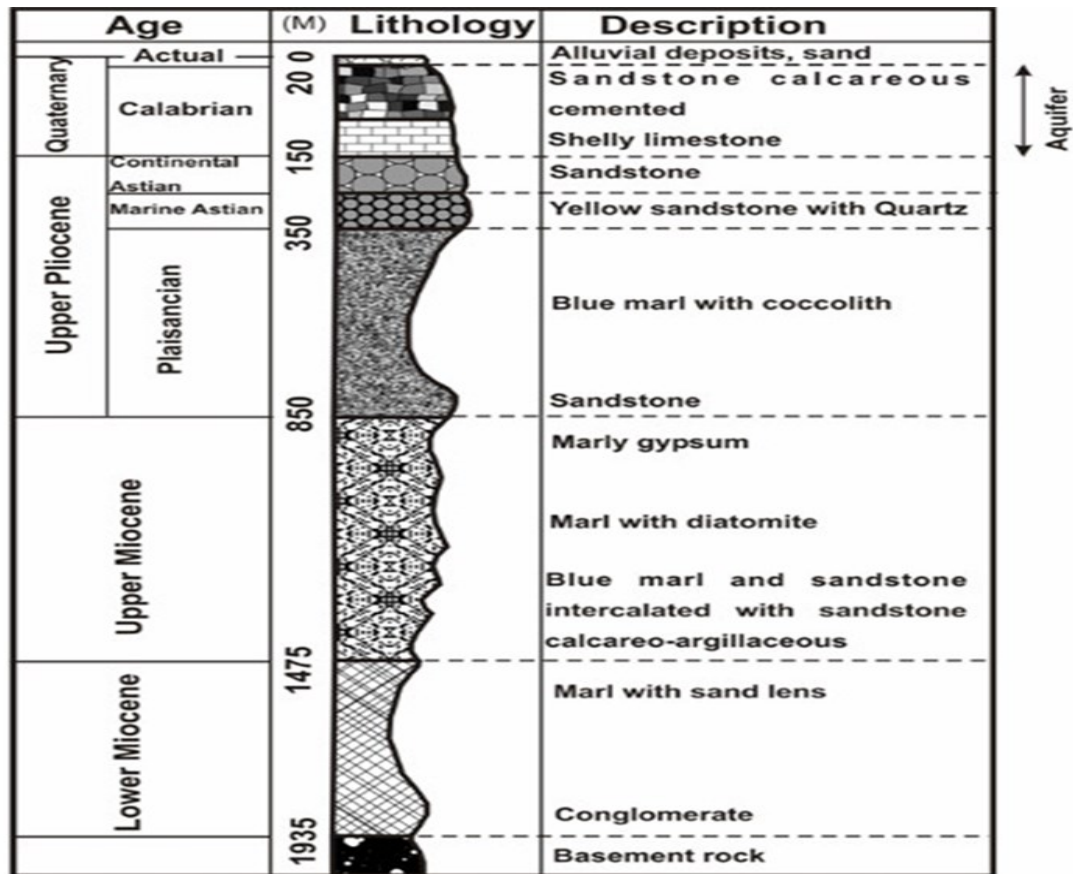


Figure 03: Log stratigraphique du Plateau de Mostaganem (Saibi.H.2008)

III. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative (Leyral et al. 2002).

L'examen bactériologique ne peut être interprété correctement que s'il est réalisé sur un échantillon correctement prélevé, dans un flacon stérile, selon une procédure soignée pour éviter toute contamination, correctement transporté au laboratoire et analysé après au moins 6 heures dans des conditions pathologiques (Rodier, 2009).

Du fait de la diversité des espèces bactériologiques, les tests qui représenteront alors l'aspect microbiologique de ces eaux seront analysés.

Des analyses des eaux brutes et des eaux traitées ont été réalisées à la Direction des Eaux de Laghouat, sur la base de recherches et statistiques des paramètres suivants :

- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.
- Recherche et dénombrement des entérocoques.
- Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs.
- Recherche et numération des germes totaux.

➤ Méthode de dénombrement de nombre le plus probable NPP

Le dénombrement des coliformes totaux, fécaux et les streptocoques fécaux est effectué suivant la méthode du nombre le plus probable (NPP) de la table de Mac Grady.

➤ Principe

Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans l'eau de manière aléatoire. Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la « positivité » (trouble ou virage de couleur) (Rodier, 2009).

❖ Matériels utilisés

- Tubes à essai stériles
- Portoir du tube à essai
- Bain marie
- Boîtes de pétries
- Pipettes pasteur
- Bec-bunsen
- Cloche de Durham

III.1.Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes dans les eaux en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le plus probable).

Dans cette étude, nous utilisons la technique NPP sur milieu liquide BCPL (Bouillon lactose au Pourpre de Bromocrésol).

a) Mode opératoire

Pour obtenir un résultat précis et correct, nous préparons d'abord la zone de travail qui doit être stérilisée et désinfectée, puis nous allumons le bec Bunsen pour maintenir une gamme pure de bactéries (figure 04). Nous préparons six tubes stériles contenant différentes concentrations de milieu BCPL, à proximité du bec Bunsen brûleur et à l'aide d'une pipette Pasteur mettre dans 2 tubes 10 ml de l'échantillon à analyser avec 50 ml de milieu BCPL à (D/C) munis d'une cloche Durham en tenant compte de la stérilisation du tube à chaque bouchage en le faisant passer rapidement sur le bec Bunsen. Nous répétons le même processus pour les tubes restants, mettre dans 2 tubes 1 ml de l'échantillon à analyser avec 1 ml du milieu BCPL à (S/C) munis d'une cloche de Durham, et mettre dans 2 tubes 0,1 ml de l'échantillon à analyser avec 10 ml du milieu BCPL à (S/C) munis d'une cloche de Durham. Agiter les tubes pour homogénéiser et en vide l'air dans les cloches. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.



Figure 04: préparation de la paillasse et les tubes BCPL avant l'incubation

b) Lecture

- Si les tubes présentent des troubles microbiens en plus du changement de la couleur au jaune et un dégagement du gaz : Cas positifs (+)
- Si les tubes ne présentent pas des troubles microbiens et dégagement de gaz : Cas négatifs.

La lecture finale se fait selon les prescriptions du tableau de Mac Grady. (Annexes 03)

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliforme fécaux est donc <211>, ce qui correspond sur le tableau du NPP au chiffre 4. (Tableau n°1)

Tableau 01 : Exemple de la lecture des coliformes fécaux

Tubes	10ml	10ml	1ml	1ml	0,1ml	0,1ml
Résultats	+	+	+	-	+	-
Nombre caractéristique	2		1		1	
Nombre de cellules	13 coliformes totaux /100ml					

III.2.Recherche et dénombrement des entérocoques (streptocoque)

Comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des Streptocoques se fait dans milieu liquide **ROTHER**.

a) Mode opératoire

Sur une paillasse propre et stérile, allumer le bec Bunsen et préparer les tubes pour rechercher les streptocoques au milieu Rothe.

Prélever 10 ml de l'échantillon pour analyse par une pipette Pasteur et le mettre dans un tube contenant 50 ml de milieu Rothe à double concentration. Puis le passer sur le bec Bunsen pour le stériliser et éviter la contamination. Répétons l'opération sur le deuxième tube.

Pour les quatre tubes restants qui contiennent une simple concentration de milieu Rothe (10 ml), on mettra dans deux tubes 1ml de l'échantillon à analyser, et les deux autres tubes mettent 0,1ml de l'échantillon. L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures. la figure 05 présenter les tubes des Rothe qui préparé.



Figure 05 : tubes de Rothe avant l'incubation

b) La lecture

- Si les tubes présentent d'un halo noir : Cas positifs (+) ;
- Si les tubes ne présentent pas d'un halo noir : Cas négatifs (-).

III. 3. Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries très répandues dans la nature, elles se trouvent dans les intestins des animaux, elles peuvent provoquer des maladies mortelles. La plupart des espèces de Clostridium sont des bactéries telluriques, mais sont également isolées dans l'intestin et les selles de l'homme et de divers animaux. Ainsi la présence de clostridium dans les eaux ou les aliments par exemple signe en général, une contamination fécale.

a) Mode opératoire

On prélève environ 20 ml de l'eau à analyser dans un tube stérile, qui sera ensuite soumis à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 min dans un bain marie, après chauffage, on attend que le tube refroidisse légèrement puis on distribue le contenu de ce tube, dans 4 tubes stériles différents, à raison de 5 ml par tube.

Environ 18 à 20 ml de gélose au Viande Foie préalablement chauffée sont ajoutés. On laisse solidifier sur paillasse environ 30 minutes (figure 06), puis incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.

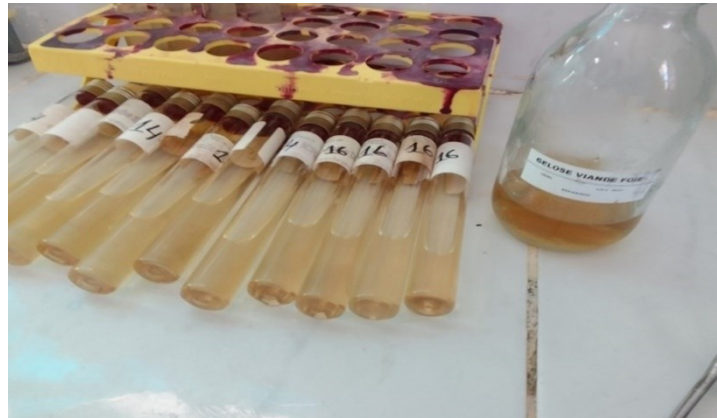


Figure 06 : Etape de solidification de la gélose de VF (viande de foie) avec l'inoculum

a) La lecture

- Si les tubes présentent des colonies noir : Cas positifs (+)
- Si les tubes ne présentent pas des colonies noires : Cas négatifs (-)

III.4. Recherche et numération des germes totaux

« Micro-organismes aérobies revivifiés à 22 et 37°C dans les eaux » C'est un test d'orientation, utilisé comme indicateur de pollution soit dans les milieux naturels soit dans les réseaux, également utilisé comme indicateur d'efficacité de traitement.

a) Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, Porter aseptiquement 1ml en double dans deux boîtes de Pétri vides numérotées (37°C) / (22°C) compléter ensuite avec 9 ml de gélose TGEA fondue puis refroidir (figure 07).

Faire ensuite des mouvements circulaires de va et vient en forme 8, laisser solidifier les boîtes sur paillasse. Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :

- . la 1ère série à 22°C pendant 24h.
- la 2ème série à 37°C pendant 24h.

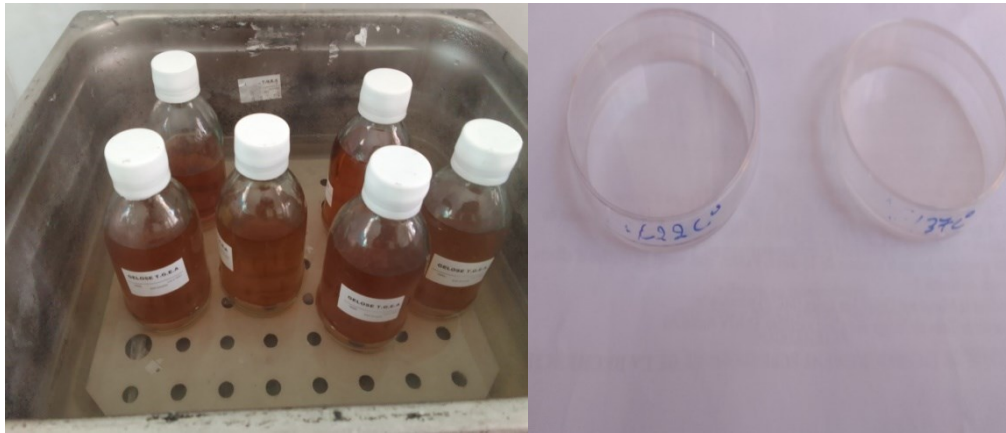


Figure 07 : Gélose TGEA chauffée et boîtes de pétri numérotées.

b) lecture

Les colonies apparaissent en masse sous forme lenticulaire Lire les boîtes de pétri où le nombre de colonies est compris entre 15 et 300 colonies.

$$\frac{\text{Nombre de colonies}}{100 \text{ ml d'eau à analyser}} = \text{nombre de colonies} \cdot 100 \cdot \text{inverse de la dilution.}$$

IV. Paramètres physico-chimiques :

La détermination des paramètres physico-chimiques, nécessite l'utilisation de certains appareils qui seront cités par la suite :

❖ Matérielles utilisée :

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| ▪ Appareil multi-paramètres | ▪ Pipette grduie |
| ▪ Conductimètre | ▪ Etuve |
| ▪ Turbidimètre | ▪ Bécher |
| ▪ Cuvette | ▪ Agitateur magnétique |
| ▪ Eprouvette | ▪ Oxymètre |
| ▪ Spectrophotomètre | ▪ Burette |
| ▪ Photométrie de la flamme | |

IV.1.La température

✓ Mode opératoire

Prélever 100 ml d'eau à analyser ; Mettre un agitateur avec une faible agitation. Plonger l'électrode dans le bêcher (figure 08) et Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation ; Noter la valeur du T°.

✓ Expression de résultat

Résultats obtenue par unité (°C).

IV.2.Mesure du pH

✓ Mode opératoire

Allumer le pH mètre, Prendre une quantité suffisante d'échantillon, pour immerger l'électrode et la sonde .dans un bêcher. Plonger l'électrode de pH dans l'échantillon. Attendre la stabilisation de la mesure pour faire la lecture (figure 08).

✓ Expression de résultat

La valeur du pH s'affiche sur l'écran de l'appareil.

IV.3. Mesure de la conductivité électrique

✓ Mode opératoire :

Remplir un bécher avec une quantité suffisante d'échantillon pour l'immersion de l'électrode du conductimètre (figure 09) ; mettre l'électrode dans un bécher puis appuyer sur touche Read, la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil.

✓ Expression de résultat

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



Figure 09 : Conductimètre



Figure 08 : Détermination du T°C et pH

IV.4. Mesure de la turbidité

✓ Mode opératoire

Après remplissage de la cuvette de mesure propre et bien essuyée au papier hygiénique contenant l'échantillon à analyser, bien homogénéisé, la mesure s'effectue rapidement. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La mesure est obtenue directement en néphélométrie turbidité. La mesure de la turbidité a été réalisée à l'aide d'un turbidimètre présenté sur la figure 10.

✓ Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en UTN.



Figure 10: Turbidimètre

IV.5. Phosphates PO_4^{3-}

✓ Réactifs

- Réactif mixte
- Acide ascorbique

✓ Mode opératoire

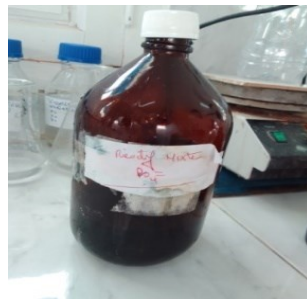
A l'aide d'une éprouvette, on prend environ 50 ml de l'échantillon et on le met dans un bicher (a), on y ajoute 1 ml d'acide ascorbique (b) et 1 ml d'une réaction mixte(c). Pui on attend 10 minutes pour la lecture on règle le spectrophotomètre (d) en sélectionnant le programme à étudier et en le mettant à zéro à travers une cuvette d'eau distillée. En fait la lecture par même méthode pour l'échantillon. La figure 11 représenté la détermination du phosphate.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 11: Matérielle utilisée dans la détermination de PO_4^{3-}

✓ Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en spectrophotomètre en mg/l.

IV.6.Détermination des nitrites NO_2^-

✓ Réactifs

- Réactif mixte NO_2^-

✓ Mode opératoire

On prend environ 50 ml de l'échantillon et on le met dans un bicher, on y ajoute 1 ml d'une réactif mixte. On attend 10 minutes. On règle spectrophotomètre en choisissant le programme et on fait la lecture.

✓ Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en spectrophotomètre en mg/l.

IV.7.Détermination des Nitrate NO_3^-

✓ Réactifs

- Acide acétique
- Nitrure de sodium
- Solution de Salicylate de sodium
- Solution de Na OH (Hydroxyde de sodium)
- Acide sulfurique concentré

✓ Mode opératoire

Prendre 10 ml de l'échantillon et le mettre dans un bécher, ajouter 1ml d'acide acétique et 1ml de nitrate de sodium attend 5 min puis ajoute 1ml de salicylate (a), entré au l'étuve pour le séchage à 80°C(b). Laisser refroidir reprendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4)laisser reposer 10 mn, puis on ajouter 15 ml d'eau distillée et 10 ml de hydroxyde de sodium(NaOH), le dérivé obtenu donne une coloration jaune (c), la lecture toujours fait par spectrophotomètre (figure 12).

✓ Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en spectrophotomètre en mg/l.

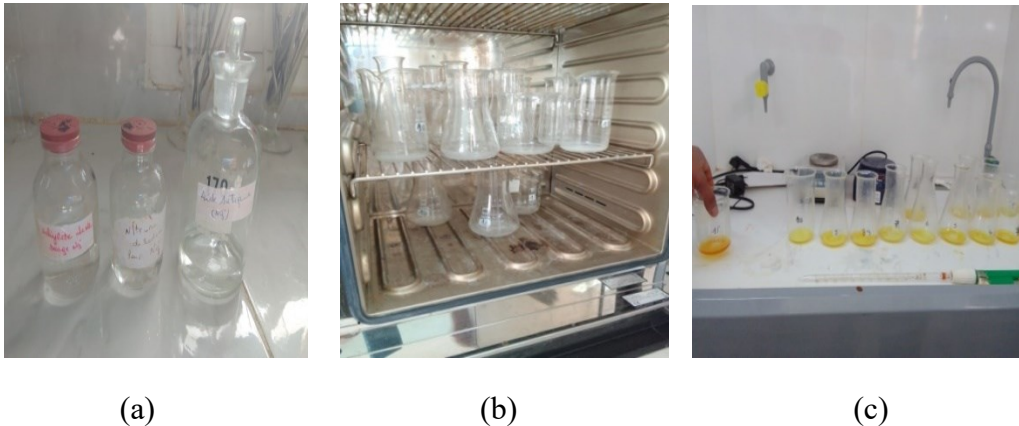


Figure 12 : Détermination des teneurs en nitrates

IV.8.Détermination d'azote ammoniacal NH_4^+

✓ Réactifs

▪ Réactif I

- Acide dichloroisocyanurique
- Hydroxyde de sodium (Na OH)
- Eau distillée

▪ Réactif II

- Tri citrate de sodium
- Salicylate de sodium
- Nitropruciate de sodium
- Eau distillée

✓ Mode opération

On prend 40 ml d'eau pour l'analyser et on la met dans un bécher, à l'aide d'une pipette Pasteur. Nous ajoutons 4 ml de réactif I puis ajoutons 4 ml de réactif II (figure 13) et ajustons à 50 ml par eau distillée et attendons 1 heure 30, après la lecture se fait par spectrophotomètre. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

✓ Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

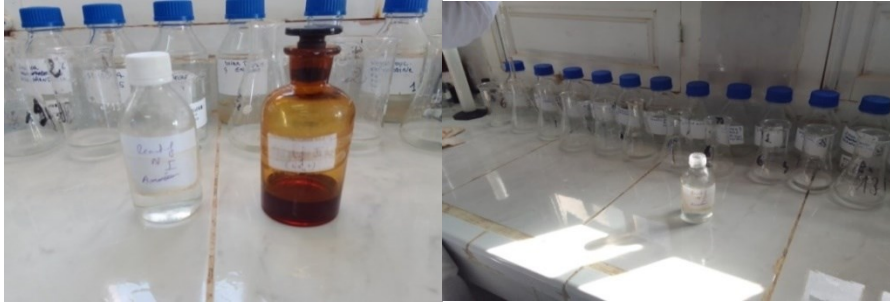


Figure 13 : Les réactifs I et II

IV.9. Détermination du calcium Ca^{2+}

✓ Réactifs

- Solution tampon pH=12
- Calcon pincé
- La solution d'acide éthylène diamine tétra acétique EDTA pour le titrage

✓ Mode opératoire

Nous prélevons 10 ml d'eau pour analyse dans un bécher. On ajoute quelques gouttes d'une solution de tampon (PH=12) ; nous ajoutons un peu de calcon pincé (figure14). Ensuite, nous mettons la solution d'EDTA dans la burette pour l'étalonnage, posons le bécher sur la plaque du mélangeur magnétique, ouvrons progressivement l'ouverture de la burette jusqu'à ce que la couleur de l'échantillon devienne violette.

✓ Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 100 ml, le résultat est exprimé en milligrammes de Ca^{2+} par litre d'eau (mg/l) : $V \times 10 \times 40,08$ donne la teneur en calcium.



Figure 14 : Détermination de calcium

IV.10. Dosage du sodium Na^+ et du potassium K^+ :

✓ Réactifs

- Solution fille de sodium (Na^+) à 10 mg/l de la solution mère de Na Cl à 1000 mg/l dans 100 ml d'eau distillée (2,54 mg de Na Cl 1000cc d'H₂O distillée : solution mère de Na^+ à 1 g/l).
- Solution fille de potassium (K^+) à 10 mg/l : 1 ml de la solution mère de K cl à 1 g/l dans 100 ml d'eau distillée (1.91 g de K cl 1000 cc d'H₂O distillée : solution mère de K^+ à 1 g/l).
- Eau distillée.

✓ Mode opératoire

Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power). Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz, allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran (figure 15). Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette. Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton "fuel" jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée, Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank". Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes. Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou du K^+ à 10 mg/l (figure 15). Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE". Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000). Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de " Na^+ " ou de " K^+ " à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10), retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée. A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon). A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil et la pompe.

✓ Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l.

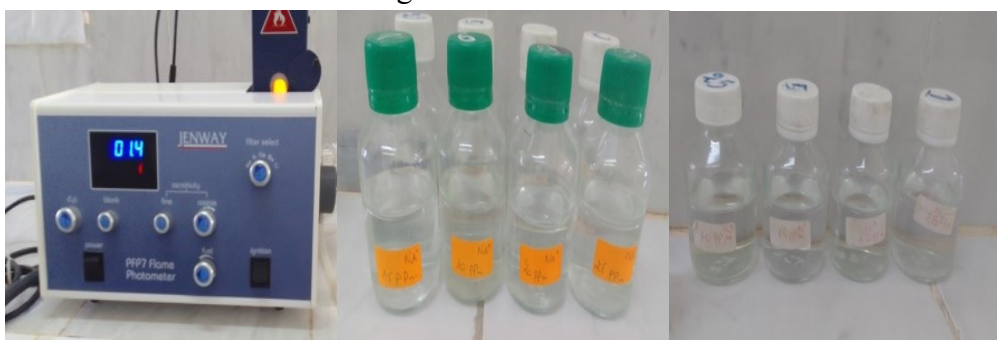


Figure 15 : Appareil de Photométrie de la flamme, solution de sodium et potassium

IV.11. Détermination des chlorures (Cl^-)

✓ Réactifs

- Solution de nitrate d'argent AgNO_3
- Indicateur coloré K_2CrO_4
- Solution de chlorures

✓ Mode opératoire

On prend 10 ml d'eau pour analyse et on la met dans un becher, puis on ajoute deux gouttes de chromate du potassium (K_2CrO_4) (couleur jaunâtre). Mettez-le sur le mélangeur électrique et titrez avec AgNO_3 à 0,01 N jusqu'à ce qu'il devienne rouge brique (figure 16).

✓ Expression de résultats

F.S: $\text{mg/l Cl}^- = V_{\text{AgNO}_3} \times 71$.

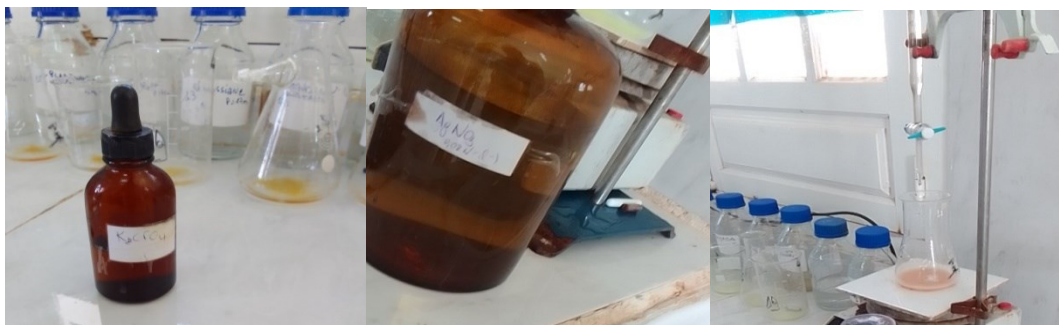


Figure 16 : Réactif de dosage des chlorures

IV.12. Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)

✓ **Réactifs :**

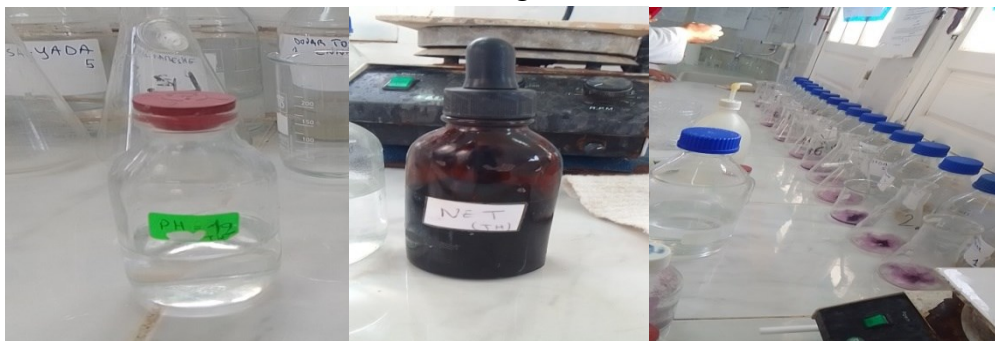
- Solution tampon pH=10
- Le noir d'ériochrome T (net)
- Solution d'acide éthylène diamine tétra acétique EDTA)

✓ **Mode opératoire :**

Nous prenons 10 ml d'eau pour analyse. Nous ajoutons 2 ml de solution tampon (a) et 1 goutte de solution Eriochrome noire T(b), cela nous donne une couleur violet clair(c); nous chauffons un peu la solution avec un radiateur; titrer d'abord rapidement avec une solution d'EDTA et égoutter jusqu'au bleu ; notez le V_{eq} de la solution EDTA. la figure 17 résumé la Dosage de la dureté totale.

✓ **Expression des résultats :**

La mesure de TH est obtenue directement en mg/l.



(a)

(b)

(c)

Figure 17 : Dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)

IV.13. Dosage de bicarbonate HCO_3^- :

✓ **Réactifs :**

- Indicateur de méthyle orange
- Acide sulfurique

✓ **Mode opératoire :**

On prend 5 ml de l'eau à analyser, puis on y ajoute 5 gouttes d'indicateur de méthyle orange (figure 18) . On titrer par l'acide sulfurique jusqu'à ce qu'il devienne rouge .

✓ **Expression des résultats :**

F.S : $VA_1 \times 527 = \text{mg/l } HCO_3^-$

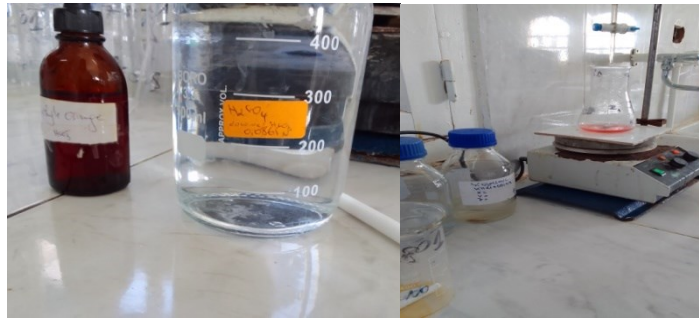


Figure 18 : Détermination des teneurs en bicarbonates

IV.14. Dosage de Fer

✓ Réactifs :

- Tampon acétate
- Solution phérothroline
- Chlorhydrate d'hydroxylanine

✓ Mode opératoire

Nous mettons 40 ml de l'eau de l'échantillon à analyser dans un bécher, nous ajoutons 1 ml d'acétate de Tampo (a), puis nous ajoutons environ 1 ml de solution de phérothroline (b), puis nous ajoutons 1 ml de chlorhydrate d'hydroxylanine(c), nous attendons 10 minutes pour la lecture par spectromètre à la manière mentionnée précédemment figure 19 .

✓ Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en spectrophotomètre en mg/l.



(a)

(b)

(c)

Figure 19 : Réactif de dosage du Fer

IV.15. Détermination du Sulfate SO_4^{2-}

✓ Réactifs:

- Solution stabilisante
- Solution de chlorure de baryum

✓ Mode opératoire :

On prend 100 ml d'eau pour analyse, puis on ajoute 5 ml de solution stabilisante, et on ajoute 2 ml de chlorure de baryum. Mettez-le sur le batteur électrique pendant 1 minute. On lit avec un spectrophotomètre

✓ Expression des résultats :

La mesure est obtenue directement en spectrophotomètre en mg/l.

IV.16. Oxygène dissous :

✓ **Mode opératoire :**

On met l'eau à analyser dans le bécher, puis on procède directement à l'examen en plongeant l'électrode dans l'eau (figure 20).

✓ **Expression des résultats :**

La mesure est obtenue directement en oxymètre



Figure 20 : oxymètre

IV.17. Mesure de magnésium (Mg^{2+}) :

est calculé par sa relation avec calcium

$$\left(\frac{Th}{50} - \frac{Ca^{2+}}{20,04} \right) \times 12,16 = (Mg^{2+}) \text{ mg/l}$$

Chapitre II :

Résultats

Et

Discussions

I. Résultats des analyses bactériologiques

Les paramètres microbiologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'alimentation en eau potable parce qu'ils peuvent avoir des effets directs sur la santé du consommateur. L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Pour cette raison, il est important de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs.

I.1. Les coliformes totaux (*E. coli*)

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des enterobacteriaceae, correspondent à des bacilles gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37 °C, ils sont sensibles au chlore (Hamed et al, 2012).

Les résultats d'analyse bactériologique (*Escherichia.coli*) qui sont obtenus sont regroupés dans les tableaux 02.

Tableau 02 : Résultats des analyses de dénombrement des Coliformes dans le milieu BCPL des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022).F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Tubes	10ml	10ml	1ml	1ml	0,1ml	0,1ml	Nombre de cellules
F1	-	-	-	-	-	-	0
F2	-	-	-	-	-	-	0
F3	-	-	-	-	-	-	0
F4	+	+	+	+	+	-	10
F5	+	-	-	-	-	-	0
F6	-	-	-	-	-	-	0
F7	-	-	-	-	-	-	0
F8	-	-	-	-	-	-	0
F9	+	+	+	+	+	-	10
F10	-	-	-	-	-	-	0
F11	+	+	+	+	+	+	13

En ce qui concerne l'eau en objet, les résultats obtenus montrent l'absence des coliformes totaux dans les forages suivants : Ain Tedles, Sirat, Saf-Saf, Bled Touahria, Sour, douar Amamra et Ain sidi Cherif la présence des coliformes dans Souafia, Hassiane, Bougirat, Adaidia. La présence des coliformes (*Escherichia.coli*) est un signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'eau (Rodier et al, 2009).

I.2. Entérocoques (*streptocoque*)

Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : Entérocoques et Streptococcus. Ce sont les streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lance Field. (Rodier, 2005). Les résultats d'analyse bactériologique (Les entérocoques) qui sont obtenus sont regroupés dans le tableau 03:

Tableau 03 : Résultat des analyses de dénombrement du streptocoque dans un milieu ROTHE des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia

Tubes	10ml	10ml	1ml	1ml	0,1ml	0,1ml	Nombre de cellules
F1	-	-	-	-	-	-	0
F2	-	-	-	-	-	-	0
F3	-	-	-	-	-	-	0
F4	-	-	-	-	-	-	0
F5	-	-	-	-	-	-	0
F6	-	-	-	-	-	-	0
F7	-	-	-	-	-	-	0
F8	-	-	-	-	-	-	0
F9	-	-	-	-	-	-	0
F10	-	-	-	-	-	-	0
F11	-	-	-	-	-	-	0

L'analyse des prélèvements de l'eau souterraine montraient l'absence des streptocoques fécaux, mais avec un taux 0 germe/100 ml et cela reste dans les normes de l'OMS qui est 0 Germe/100 ml. La même exigence pour les coliformes fécaux est portée sur les entérocoques, c'est aussi le cas de l'eau étudiée, on constate l'absence totale des entérocoques. Confirmant ainsi les normes de potabilité en relation avec ce paramètre. (Les normes bactériologies sont conférer à (Annexe n° 02)

I.3. Clostridium sulfito-réducteurs

Les clostridium sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (Hamed et al., 2012).

Les résultats d'analyse Clostridium sulfito-réducteurs qui sont obtenus sont regroupés dans le tableau 04 :

Tableau 04 : Résultat des analyses de dénombrement du Clostridium sulfito-reducteurs des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafflia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Echantillon Tube	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4
F1	-	-	-	-
F2	-	-	-	-
F3	-	-	-	-
F4	-	-	-	-
F5	-	-	-	-
F6	-	-	-	-
F7	-	-	-	-
F8	-	-	-	-
F9	-	-	+	+
F10	-	-	-	-
F11	+	+	+	-

Les analyses montrent l'absence de clostridium sulfito-reducteurs dans les forages suivants : Ain Tedles, Sirat, Souafflia, Hassiane, Saf-Saf, Bled Touahria, Sour, Douar Amamra, Alors que des cas positifs sont apparus pour la région Bouguirat 2/20 ml et Adaidia 3/20 ml.

I.4. Germe totaux

Ce sont des micro-organismes capables de proliférer sur des géloses ordinaires à des températures avoisinant 20 à 37°C. Ces dernières sont considérées comme indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre en UFC présent dans un échantillon donné.

Les résultats des germes totaux qui sont obtenus sont regroupés dans le tableau 05 :

Tableau 05 : Résultat des analyses de dénombrement du Clostridium sulfito-reducteurs des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafflia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Échantillon Bactérie	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Germe à 22°C	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
Coliforme à 37°C	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Les résultats montrent l'absence des germes totaux dans les forages à étudiés, elles ne dépassent pas les normes. (Selon le tableau des normes algériennes, Annexe n°2)

II. Résultats des analyses physicochimiques

II.1 Température :

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. La température joue un rôle important dans la solubilité et la dissolution des sels dissous, dans la solubilité des gaz, sur la conductibilité électrique et dans la détermination de pH. (Rodier et al 1996) Les variations des valeurs de la température de l'eau examinée sont montrées dans le tableau 06 et la figure 21.

Tableau 06: Résultats des mesures de la Température C° des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia

Forage / Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Température °C	20,1	23,5	21,1	20,5	20,3	22,2	20,7	22,3	23,8	21,3	19,6	30

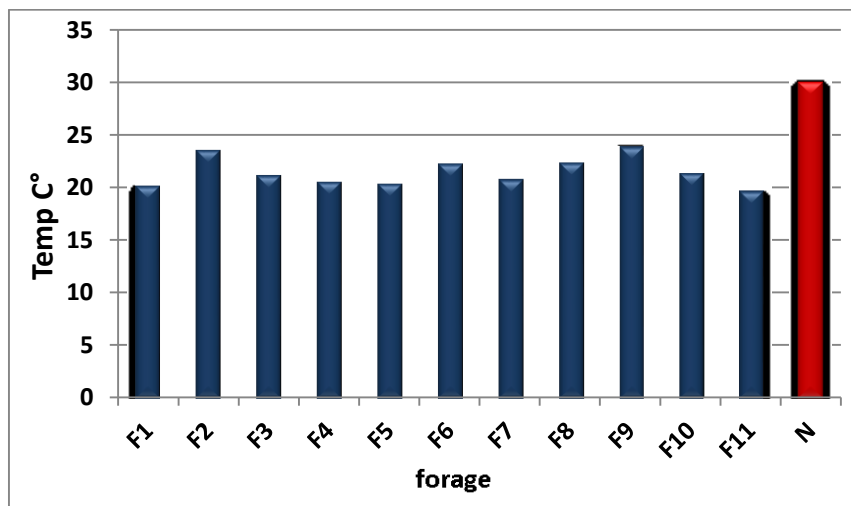


Figure 21 : Variations de la Température °C des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les températures enregistrées dans les régions étudiées sont très proches, avec des valeurs comprises entre 19,6 et 23,8C°. Cette dernière reste bien inférieure à 30 °C, qui est la valeur limite de rejet dans le milieu récepteur fixée par l'Organisation mondiale de la santé (2004) et également inférieure aux résultats de l'étude menée par celle-ci (Coulibaly, 2000).

II.2. Le pH :

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau, (Aminot et Kérouvel, 2004), et il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il n'a pas de signification hygiénique mais il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous (Abdesselem, 1999).

Les valeurs du pH des eaux étudiées sont représentées sur le tableau 07 et la figure 22.

Tableau 07 : Résultats des mesures de PH des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
PH	6,91	7,03	6,99	7,44	7,48	6,95	7,07	7,11	7,83	7,11	7,32	9

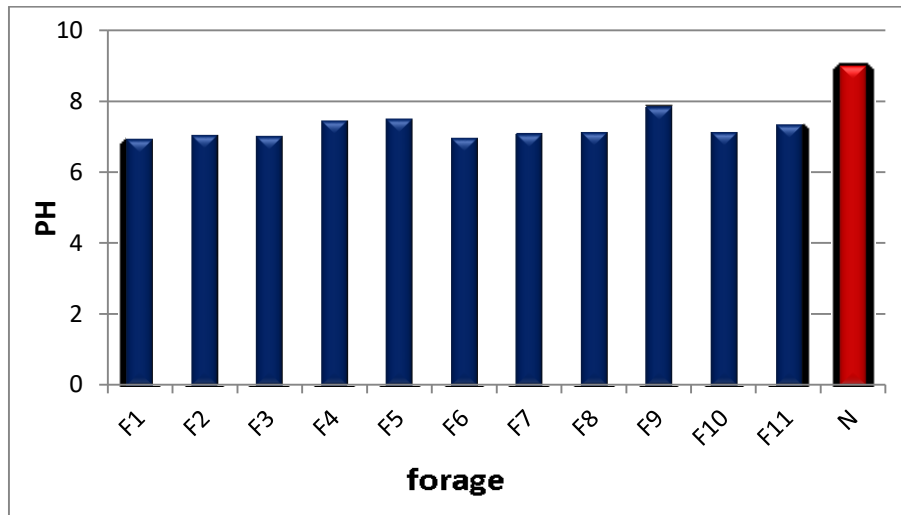


Figure 22 : Variations de pH des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Dans le cas des régions des études, les valeurs du pH enregistrées ne montrent pas de variations notables, elles varient entre 6,91 et 7,83. On observe que les eaux souterraines respectent les normes Algériennes (Annexe01), qui fixent des valeurs de pH entre 6,5 et 9. Alors selon les résultats de ce paramètre, la qualité de l'eau au niveau de la nappe Est est excellente.

II.3. Conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Zeghoud, 2014). Les valeurs enregistrées de la conductivité sont représentées dans le tableau 08 et la figure 23.

Tableau 08 : Résultats des mesures du Conductivité $\mu\text{s}/\text{cm}$ des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Conductivité	2248	3370	1512	5980	1421	2710	1618	2162	1817	2505	6160	2800

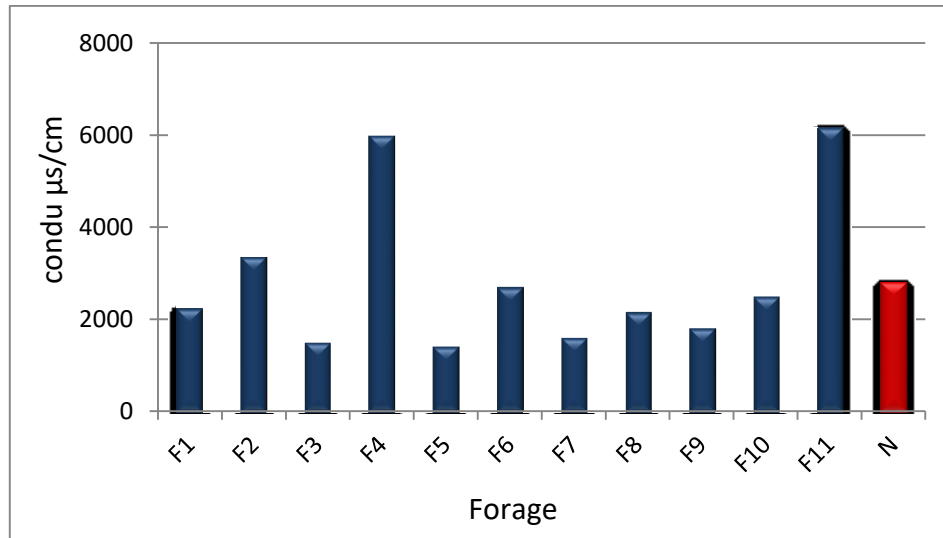


Figure 23 : Variations de la Conductivité des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les minéralisations des eaux sont exprimées par des paramètres tels que la conductivité, résidu sec, Ca, Mg, SO₄, Cl et Na. Les cartes des conductivités des eaux souterraines établies (Figures) montrent une distribution spatiale très hétérogène. Les résultats obtenus montrent que la conductivité de l'eau souterraine des forages suivantes : Sirat, Hassiane, Adaidia dépasse les normes (2100µs/cm /2800 µs/cm) elles varient entre 3370 µs/cm et 6160 µs/cm. Donc l'eau est qualifiée de très minéralisée. Les restes des forages sont dans la norme d'OMS.

II.4. La turbidité :

La turbidité c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale (Rejeseck, 2002).

Les valeurs de la turbidité enregistrées durant la période d'étude sont illustrées dans le tableau 10 la figure 24.

Tableau 09 : Résultats des mesures de la turbidité NTU des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Paramètre turbidité	0,426	0,203	1,75	0,286	0,095	0,893	4,38	4,88	4,45	5,06	1,14	5

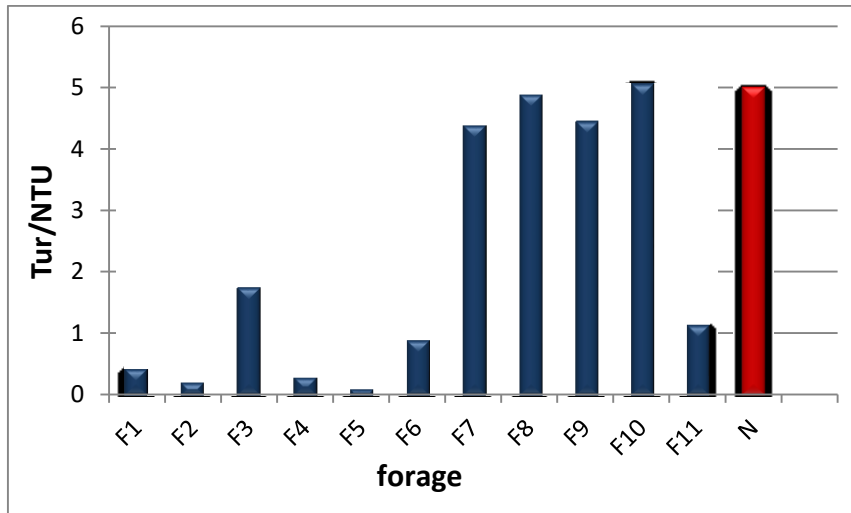


Figure 24: Variation de la turbidité des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souaffia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

La turbidité de l’eau distribuée ne doit jamais dépasser 5 NTU pour tous les systèmes de distribution d’après les normes Algérienne(Annexe01). Les résultats des analyses obtenues à l’aide d’un Turbidimètre déterminent une variation entre 0,28 NTU et 5,06 NTU (restent dans la norme). La turbidité d’eau souterraine est généralement surtout inorganique et causée par des facteurs géologiques naturels (GRHMSM, 2011).

II.5. Phosphates PO_4^{3-} :

Les ortho phosphates ont le plus souvent une origine urbaine dus aux composants des produits phytosanitaires en provenance des rejets liquides ménagers ou bien une origine agricole dus au lessivage d’engrais chimiques.

Les valeurs du Phosphates PO_4^{3-} de la nappe étudiée sont données dans le tableau 10 et la figure 25.

Tableau 10 : Résultats des mesures du phosphate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022).F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souaffia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Paramètre												
Phosphate	0,01	0	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,01	0	0,01	0,02	0,5

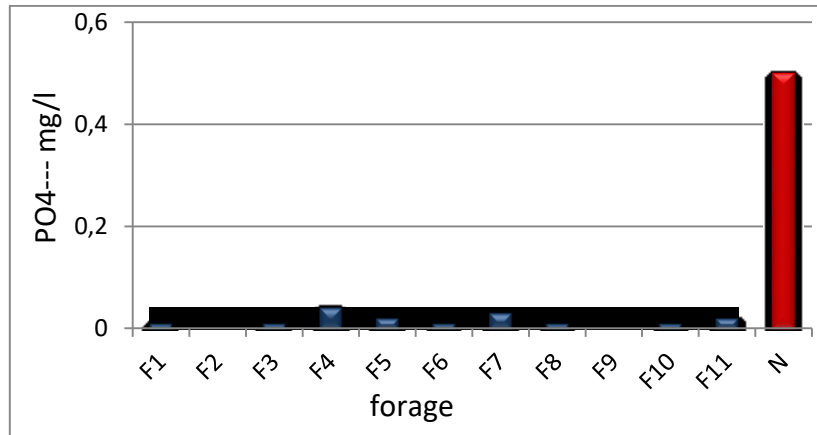


Figure 25 : Variations des teneurs en phosphates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

A partir des résultats obtenus des régions étudiées, les valeurs de phosphate obtenues restent dans la norme algérienne.

II.6. Les nitrites NO_2^- :

Le nitrite étant toxique pour l'organisme humain la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant (Maiga, 2005), Les nitrites sont les indicateurs de la pollution.

Les valeurs du nitrite NO_2^- de la nappe étudiée sont données dans le tableau 11 et la figure 26.

Tableau 11 : Résultats des mesures du nitrite (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage / Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Nitrite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1

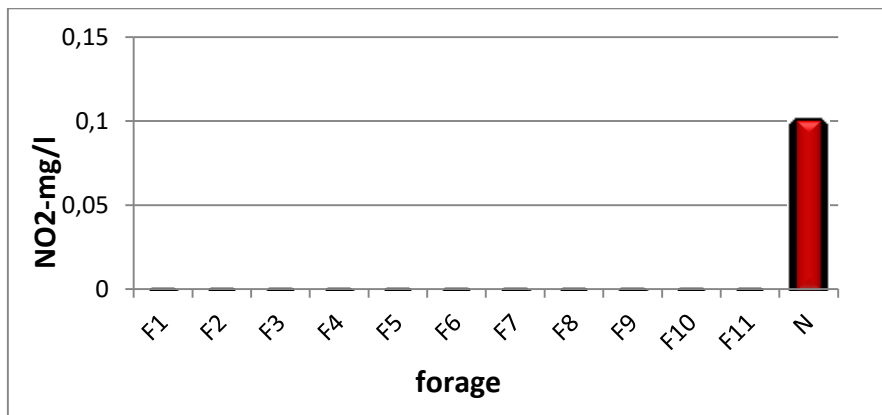


Figure 26 : Variation du nitrite (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Dans les régions étudiées et comme il est indiqué sur la figure 7 les résultats montrent qu'il y a aucun signe de présence de nitrite dans les eaux souterraine de la partie Est du Mostaganem et donc elle est dans les normes algériennes qui indiquent une valeur maximale de 0.1 mg/l.

II.7. Nitrate NO_3^- :

Les concentrations en nitrite et nitrate dans les écosystèmes aquatiques sont d'importants indicateurs de la qualité de l'eau, car une grande partie de ces espèces peut être toxique et induit une eutrophisation des milieux aquatiques (Kodamatani et al, 2009).

Les valeurs du nitrate NO_3 de la nappe étudiée sont données dans le tableau 12 et la figure 27.

Tableau 12 : Résultats des mesures du nitrate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafflia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Nitrate	67,7	51,3	22,9	37,7	47,6	78,1	75,2	8,5	17,7	19,2	10,5	50

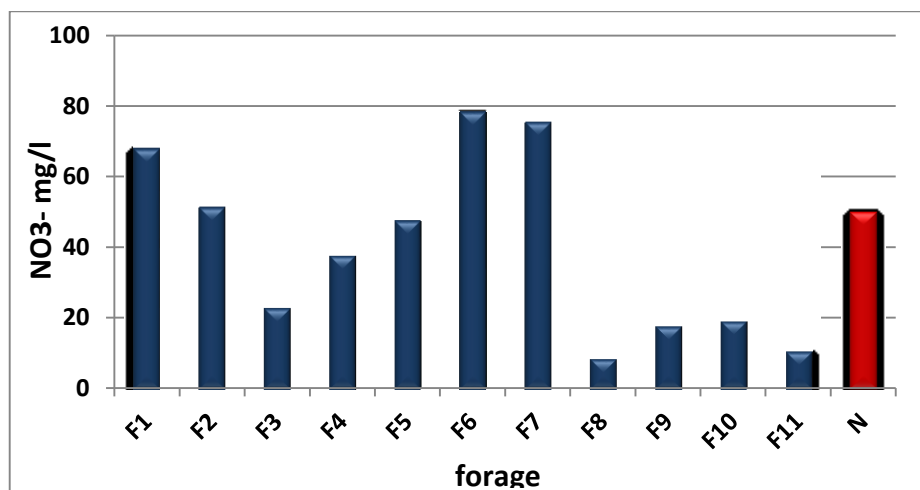


Figure 27 : Variation du nitrate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafflia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

A partir des valeurs obtenues de nitrate dans l'eau souterraine, il y a des forages qui dépassent les normes algériennes (50mg/l) comme : Ain Tedles 67,7mg/l, Sirat 47,6 mg/l, Bled Touahria 78,1 mg/l et Sour 75,2mg/. Mais pour restent elles sont dans les normes.

La contamination des eaux souterraines par les nitrates provient du lessivage des fertilisants, des déchets animaux (Gormly and Spalding, 1979) et de l'azote incorporé naturellement dans les sols (Kreitler and Jones, 1975). Suivant l'hydrogéologie, le type de roches, l'infiltration du nitrate vers les aquifères est plus ou moins rapide (Spalding etExner, 1993).

II.8. Ammonium (NH_4^+) :

L'azote ammoniacal constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau (Chapman et al ; 1996)

Les valeurs d'ammonium (NH_4^+) de la nappe étudiée sont données dans le tableau 13 et la figure 28.

Tableau 13 : Résultats des mesures d’ammonium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafli, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Ammonium	3,45	1,37	47,94	0	0,91	0,11	6,26	0,02	0	0,06	0,08	0,5

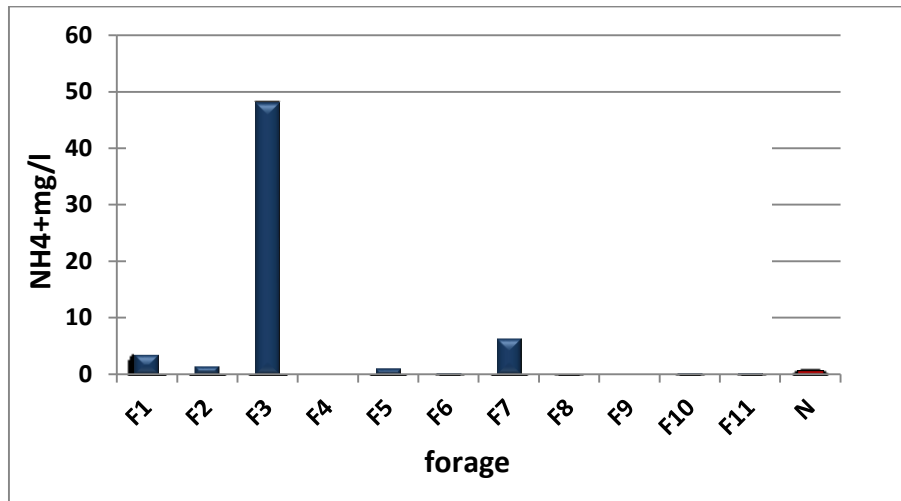


Figure 28 : Variation d’ammonium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafli, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

D’après la présentation graphique ci-dessus (figure 9), les moyennes de l’ammonium dépassent les normes dans les forages suivants : Souafli 47,94 mg/l (très élevé) et Ain Tedles 3,45 mg/l, Sirat 1,37mg/l et Sour 6,26 mg/l. Pour les restent ils sont dans les normes Algérienne.

II.9.Calcium (Ca²⁺)

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l’eau le calcium est généralement l’élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés.

Il existe surtout à l’état l’hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlores, ...etc. (Rodier, 1976). Les valeurs du calcium Ca²⁺de la nappe étudiée sont données dans le tableau 14 et la figure29.

Tableau 14 : Résultats des mesures du Calcium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafli, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia

Forage Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Calcium	208,4	216,4	116,2	128,2	168,3	192,3	108,2	184,3	148,2	196,3	416,8	200

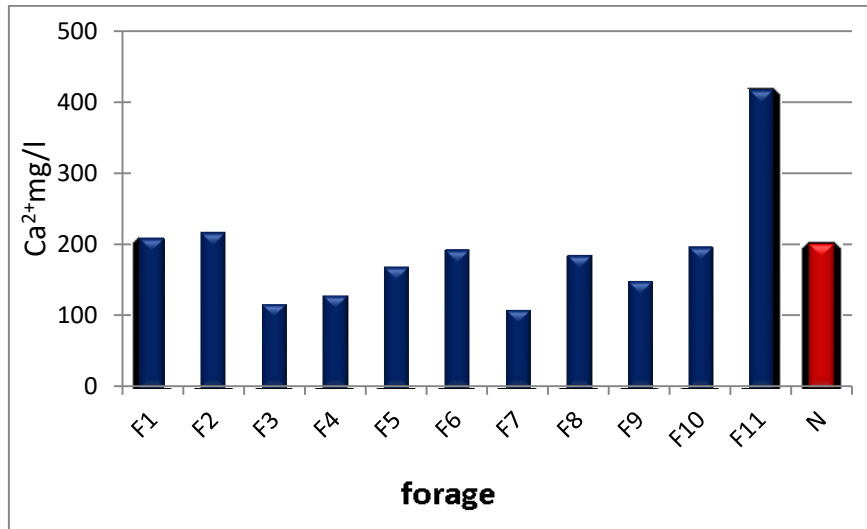


Figure 29 : Variation de calcium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les résultats obtenus indiquent une teneur élevée en calcium a Adaidia, puis Sirat et Ain Tedles qui dépasse les normes. Les teneurs en calcium sont régies essentiellement par la teneur de l'eau en CO_2 et son pH qui conditionnent son agressivité. La dissolution se fait en présence d'un système calco-carbonique ou roches carbonatées et est contrôlée également par le temps de contact et de séjour dans le sous-sol (Plagnes, 2000). Il provient également des eaux résiduaires industrielles rejetées dans le milieu naturel (Rodier, 1996). Les teneurs de Ca^{2+} même si elles dépassent 200 mg/l, présentent uniquement des désagréments aux usages domestiques.

II.10. Sodium et de potassium

a) Sodium :

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier, 2005).

Les valeurs du sodium enregistrées durant la période d’analyses sont indiquées dans le tableau 15 et la figure 30.

Tableau 15 : Résultats des mesures du sodium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
sodium	4,4	19,2	8,3	28,3	9,9	15,7	11,7	13,3	13	14,6	25,8	200

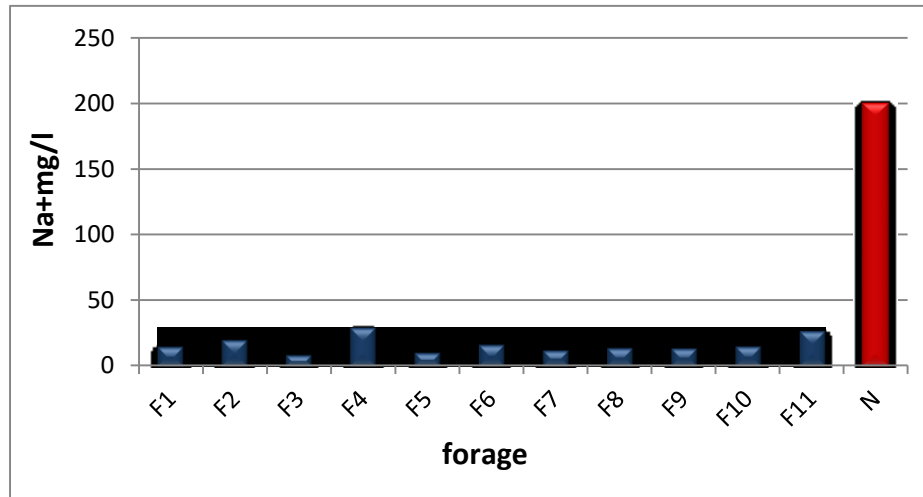


Figure 30: Variation de sodium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Dans la nappe étudiées et comme il est indiqué sur la figure 11 Les résultats montrent que les valeurs du sodium présent dans l'eau a analysé restent inférieures à la concentration maximale décrétée par les normes Algériennes 200 mg/l.

b) Potassium

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (Houillier et al. 2004).

Les valeurs du sodium enregistrées durant la période d'analyses sont indiquées dans le tableau 16 et la figure 32.

Tableau 16: Résultats des mesures du potassium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Paramètre potassium	1,4	1,8	1,1	13	0,6	1,2	1,4	1,6	1,9	1,9	4,4	20

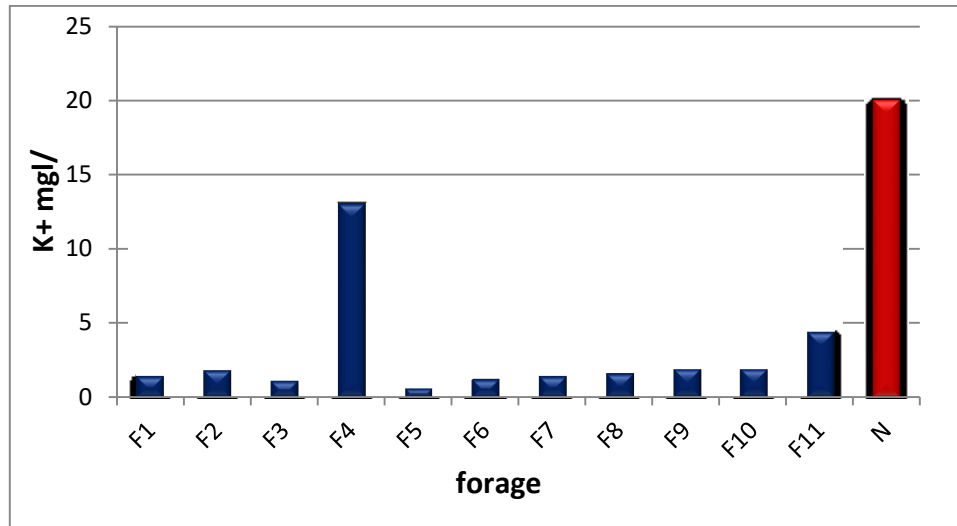


Figure 31 : variation du potassium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Dans les forages étudiées et comme il est indiqué sur la figure 11, les résultats du sodium ne dépassent pas les normes Algériennes.

II.11. Chlorures (CL^-) :

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variable .Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution (Berne, 1972).

Les valeurs des chlorures de la nappe étudiée sont données dans le tableau 17 et la figure 32.

Tableau 17 : Résultats des mesures de chlorure (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage \ Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
chlorure	340	305,3	1455	539,6	915,9	191,7	333,7	184,6	482,8	312,4	568	500

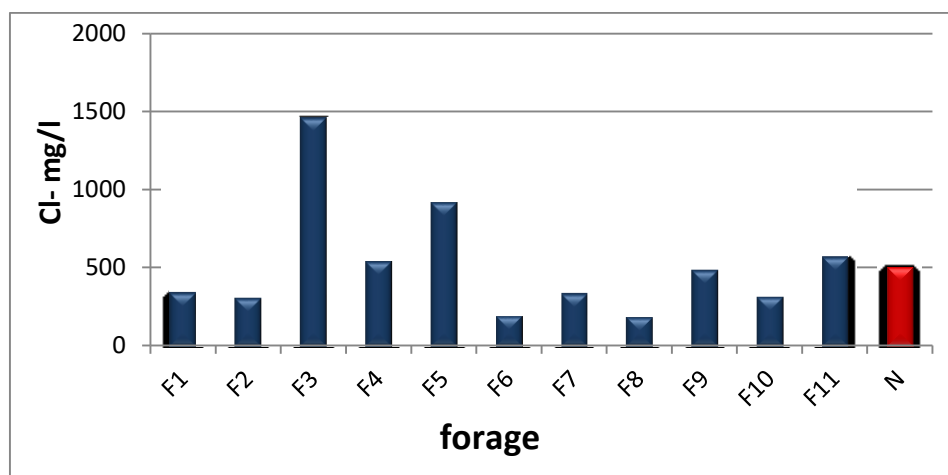


Figure 32 : Variation du chlorure (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les résultats montrent que les taux de chlorures dans l'eau souterraine du forage Souafia est très élevé 1455,5 mg/l est même remarque pour Hassiane, Saf-Saf et Adaidia. Elles sont dépassé la norme qui 500mg/l, mais pour les autres forages restent dans les normes. La présence des chlorures dans les eaux souterraines indique un environnement représentatif des minéraux à caractère évaporitique et semble confirmer le processus de dissolution congruente. Le lessivage des évaporites par les écoulements d'eau souterraine, le dépôt de saumures d'origine marine sont à l'origine des concentrations en Cl. Les rejets industriels et domestiques se répercutent également sur ces concentrations surtout en milieu poreux. Le chlorure est apporté par les pluies et est peu ou pas absorbé par la végétation ou les bactéries. En milieu agricole il est aussi apporté par certains engrais. Il est souvent considéré comme un élément conservatif (Altman et Parisek, 1992), car sa concentration dans la solution du sol ne varie que par évapotranspiration (Perte d'eau) ou par dilution (Apport d'eau par les pluies).

II.12. La dureté totale (titre hydrométrique TH) :

La dureté d'une eau traduit sa teneur globale en ions calcium et magnésium (Gomella, 2015). La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (RODIER J., 2009). Ce paramètre présente une grande variation qui serait liée à la nature lithologique de la formation aquifère (Ayad, 2016). Les valeurs du titre hydrométrique TH de la nappe étudiée sont données dans le tableau 18 et la figure 33.

Tableau 18: Résultats des mesures du titre hydrométrique (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Titre hydrométrique	780	790	380	870	320	820	360	850	600	730	1700	500

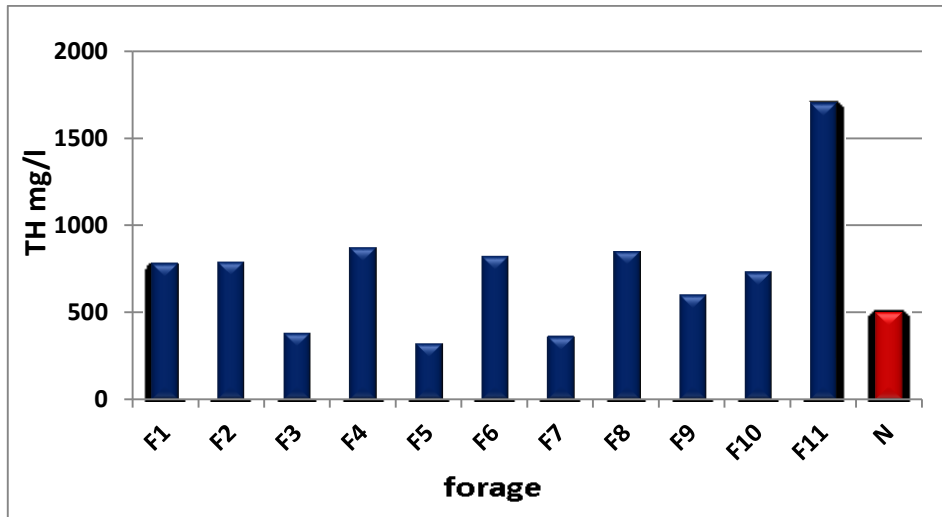


Figure 33 : variation du titre hydrométrique (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les résultats montrent que les taux de TH varient entre 320 mg/l et 1700 mg/l. elles sont dépassé les normes à l’exception les trois forages suivante : Souafia, Saf-Saf et Sour. En général, l’eau qui présente une concentration de carbonate de calcium inférieure à 75 mg/L est considérée comme de l’eau douce; entre 75 et 150 mg/L, on parle d’eau à dureté moyenne; entre 150 et 300 mg/L, d’eau dure; et à plus de 300 mg/L, d’eau à dureté élevée (CFPTEP, 2015).

II.13. Bicarbonate HCO₃

L’ion bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes, sa présence dans l’eau est due à l’action des bactéries qui fournissent du CO₂ à partir des minéraux contenant des carbonates (Rodier, 2005).

Les valeurs du bicarbonate de la nappe étudiée sont données dans le tableau 19 et la figure 34.

Tableau 19 : Résultats des mesures du bicarbonate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia

Forage \ Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
Bicarbonate	316,2	158,1	210,8	263,5	158,1	210,8	210,8	263	210,8	158,1	210,8

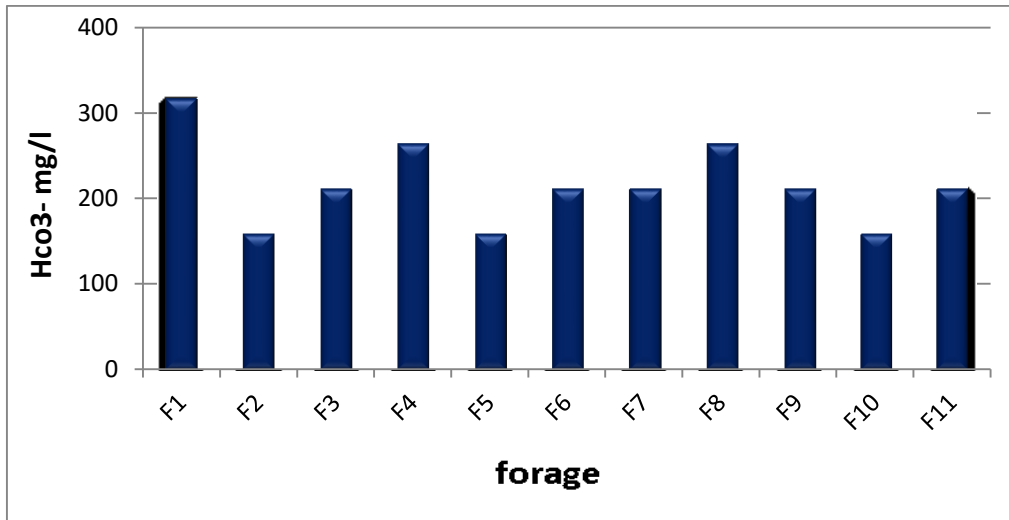


Figure 34: Variation du bicarbonate (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafliia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Pour le bicarbonate, l'Organisation mondiale de la santé n'a pas de norme enregistrée, il ne constitue donc pas une menace pour la santé humaine ou végétale. Généralement, les valeurs élevées des hydrogénocarbonates (HCO₃) correspondent à des valeurs également élevées de Ca et de la minéralisation totale. Ce phénomène s'explique par l'abondance de CO₂, produit par les plantes. CO₂ se dissout dans l'eau et la rend plus agressive vis-à-vis de la calcite. Les eaux qui ont un contact avec des roches carbonatées présentent des alcalinités supérieures et les silicates sont susceptibles d'être également responsables de minéralisation des eaux. Les bicarbonates ne possèdent pas un comportement conservatif.

II.14. Fer

Le fer est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre. Il se trouve dans l'eau douce naturelle à des niveaux allant de 0,5 à 50 mg /litre. Le fer peut également être présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau. Le fer présent dans l'eau potable est un élément essentiel dans la nutrition humaine (OMS, 2003). Les résultats du fer de la nappe étudiée sont donnés dans le tableau 20 et la figure 35.

Tableau 20 : Résultats des mesures du fer (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafliia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage \ Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Fer	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,033	0,05	0,05	0,04	0,3

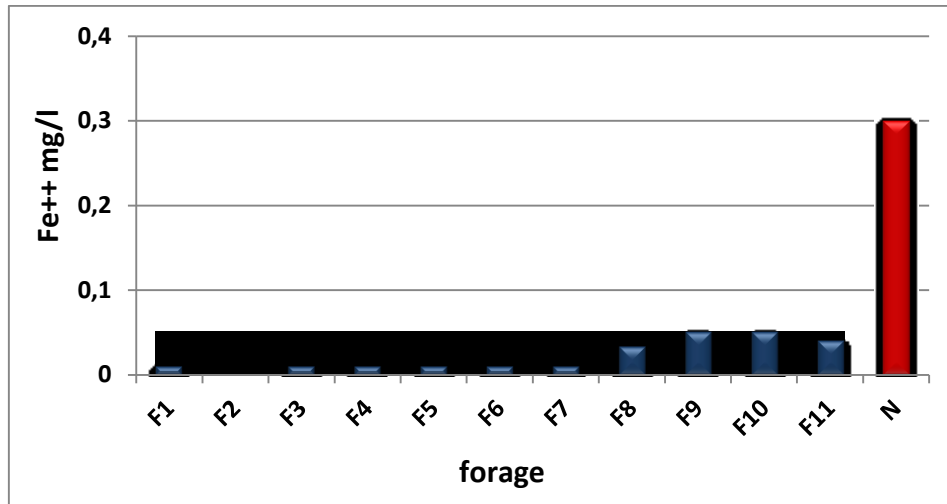


Figure 35 : Variation du fer (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les résultats montrent que les taux de fer dans l’eau souterraine dans les forages étudiées sont conformes aux normes de notre pays qui fixe une concentration maximale admissible 0,3 mg/l.

II.15. Sulfate SO₄²⁻

Dans les conditions naturelles, les sulfates, forme de soufre dissous la plus répandue dans les eaux naturelles, ont essentiellement deux origines : géochimique et atmosphérique (Deliste et Schmidt, 1977). La limite supérieure admise dans l’eau potable est de 400 mg/l. Les résultats du Sulfate de la nappe étudiée sont donnés dans le tableau 21 et la figure 36.

Tableau 21 : Résultats de mesures des teneurs en sulfates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage \ Paramètre	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Sulfate	290,5	227,2	119,08	272,08	55,7	142,89	138,05	92,9	101,13	45,3	446,9	400

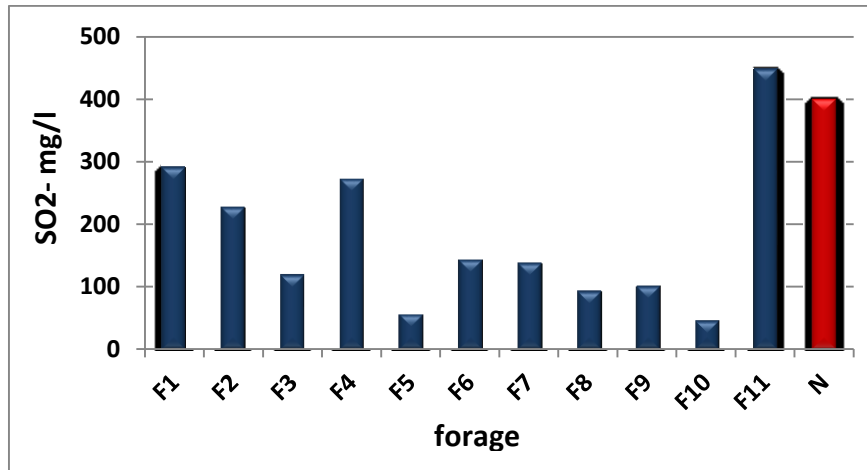


Figure 36 : Variations des teneurs en sulfates (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Dans la nappe étudiées et comme il est indiqué sur la figure 37 Les résultats montrent que les valeurs de sulfates présent dans l’eau de Adaidia dépassé la norme. Mais pour les autres forages restent inférieures à la concentration maximale décrétée par les normes Algériennes.

La présence des ions SO4 dans les eaux souterraines provient soit de la dissolution des sulfates caractéristiques des roches évaporitiques (Gypse, anhydrite), soit de l’oxydation des sulfures typiques des roches riches en pyrite. Dans ces milieux, selon le type d’évaporation qui leur a donné naissance, d’autres espèces solubles peuvent aussi coexister. On peut ainsi imaginer que ces espèces restent présentes dans les eaux interstitielles des milieux imperméables avec de faibles possibilités de migration. Le sulfate a les mêmes sources que le nitrate et est consommé par la végétation.

II.16. Magnésium

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs Origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté magnésienne de l’eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l’eau (Kemmer F ; 1984). Les résultats du magnésium de la nappe étudiée sont donnés dans le tableau 22 et la figure 37.

Tableau 22 : Résultats de mesures des teneurs en magnésium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Paramètre												
Magnésium	63.23	60.8	21.88	133.76	24.32	82.68	21.88	94.84	55.93	58.33	160.51	150

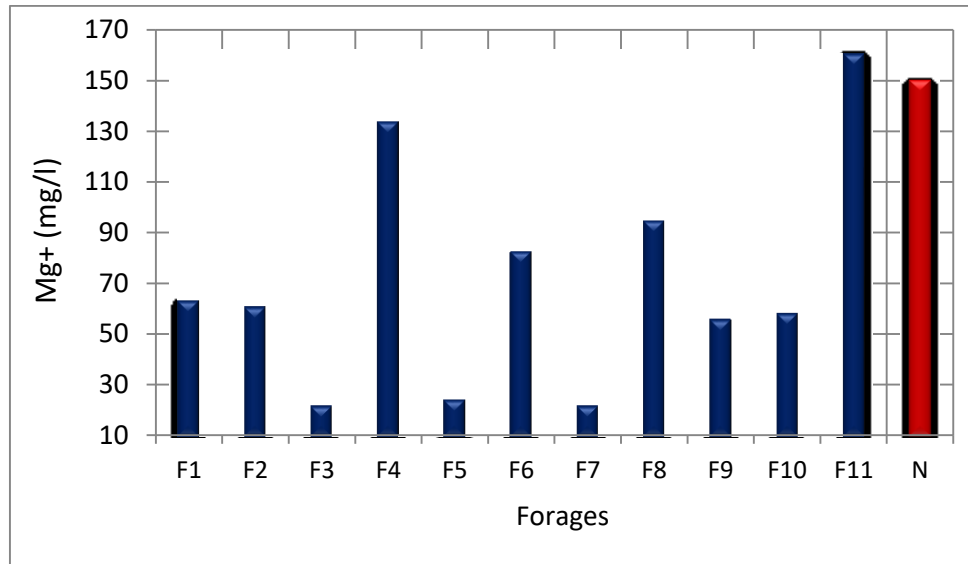


Figure 37 : Variations des teneurs en magnésium (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafli, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

La plupart des échantillons d'eau souterraine sont sous des limites de sécurité des normes de l'OMS à des fins de consommation.

II.17. Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau, il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique (Ghazali et al. 2013).

Les résultats d'oxygène dissous de la nappe étudiée sont donnés dans le tableau 23 et la figure 38

Tableau 23 : Résultats des mesures des teneurs en Oxygène dissous (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem (Février2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souafli, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Forage	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	N
Paramètre												
Oxygène dissous	8,8	8,77	8,79	8,82	8,85	8,83	8,81	8,68	8,6	8,54	8,5	6,5

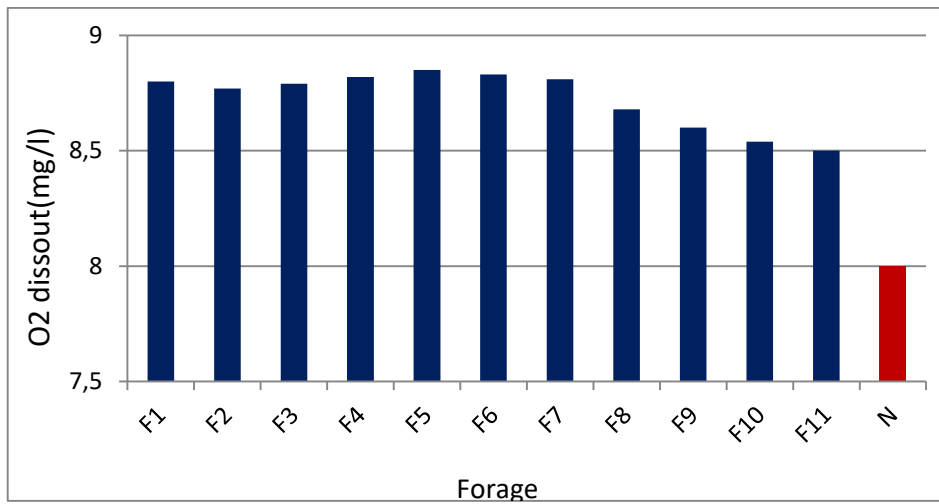


Figure 38 : variations des teneurs en Oxygène dissout (mg/l) des eaux de la nappe du Plateau de Mostaganem Est (Février 2022). F1. Ain Tedles, F2.Sirat, F3.Souaffia, F4.Hassiane, F5.Safsaf, F6.Bled-Touahria, F7.Sour, F8.Mansoura, F9.Bougirate, F10.Ain Sidi Cherif, F11.Adaidia.

Les valeurs d'oxygène dissout dans l'eau souterraine de la partie Est du plateau de Mostaganem dépassent les normes Algériennes 8 mg/l.

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

La composition minérale des eaux dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques.

Les paramètres physicochimiques de l'eau sont comprises dans des intervalles proches des normes internationales et Algériennes retenues pour l'eau comme Température, PH, Turbidité, Phosphate, Nitrite, Sodium, Potassium et le Fer. Mais il ya des cas exceptionnelles pour certains forages qui dépassent les normes algérienne comme : la Conductivité, Ammonium, Calcium, Chlorure, Nitrate, TH, Magnésium, Sulfate et l'oxygène dissout.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes totaux et des germes de contamination fécale (streptocoque). Par contre la présence des coliformes fécaux et clostridium sulfito-réducteurs dans quelques forages. Mais aussi les résultats ont montrés que les eaux souterraines du plateau Est du Mostaganem sont dures.

Nous pouvons conclure que l'eau distribué dans les forages de la nappe Est du plateau du Mostaganem est de très bonne qualité physico-chimique ainsi que bactériologique donc l'eau est potable. Mais l'analyse de l'eau reste une étape indispensable pour préserver la santé des consommateurs.

En perspective, il reste nécessaire de traiter les forages qui dépassent les normes, notamment pour les nitrates, dont l'accumulation est due à la nature du sol, considéré comme agricole par excellence.

- Abdesselem, A. (1999).** Suivre de La qualité microbiologique et physicochimique de trois serres alimentant de la région de Tlemcen. Institut de biologie, Université De Tlemcen.
- Aminot, A. et Kérouel, R. (2004).** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Éditions Ifremer, France.
- Ayad w, 2016**Thèse doctorat Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouche (wilaya de Skikda) université Badji Mokhtar – Annaba p : 19-20
- Altman et Parisek, 1992** Thèse doctorat Modélisation hydrogéologique des écoulements des eaux souterraines et de surface de la nappe des alluvions de la vallée de la Soummam (Nord-Est Algérie) - Impacts sur l'environnement et les écosystèmes
- Bentahar F (2007) :** Cartographie Hydrogéologique du Plateau de Mostaganem et du Bas-Chélif, Magister, FSTGAT, Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediene Bab Ezzouar, USTHB Alger.
- Berne, F. (1972).** Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière. Editions Technip.
- CHAPMAN D, KIMSTACH V, 1996:** Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, p: 59-126
- Colibaly, (2000).** La contribution à l'analyse des eaux usées urbaines de la nouvelle station d'épuration Est Tizi-Ouzou.
- COTE Marc. (1996).** Guide d'Algérie : paysages et patrimoine. Algérie Media-plus.319 pages. (ISBN 9961-922-00-X), p. 63
- Deliste C.E et Schmidt J.W, (1977):** The effects of sulphur on water and aquatic life in Canada, Conseil Nationalde Recherches, Ottawa. Canada.
- Grhmsm, (2011):** https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf Consulté le 05/02/2019
- Gomella, Cyrille (2015) :** Dureté de l'eau. Encyclopædia Universalis
- Ghazali, D. et Zaid, A. (2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source AIN SALAMA-JERRI (région de Meknes –Maroc).
- Garcia. A, (2006) :** Etude de la dynamique des Escherichia coli dans les rivières du bassin de la Seine, Thèse de Doctorat en Microbiologie, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique.
- Gormly, J.R., Spalding, R.F. (1979) -** Sources and concentrations of Nitrate-Nitrogen in Ground Water of the Centrale Platte Region, Nebraska. In Ground Water, vol. 17 N°3 - May-June 1979
- Gypse, anhydrite** Thèse doctorat Modélisation hydrogéologique des écoulements des eaux souterraines et de surface de la nappe des alluvions de la vallée de la Soummam (Nord-Est Algérie) - Impacts sur l'environnement et les écosystèmes
- Hamed, M. et al., (2012).** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba. Thèse magister, de l'Université des Sciences et Technologies Béchar, Algérie.
- Houillier. P, Blanchard. Aet Pailard .M, (2004) :** Métabolisme du potassium, Elsevier SAS. 1 : 138-157.
- Kodamatani, H., Yamazaki, S., Saito, K., Tomiyasu, T. et Komatsu, Y. (2009)-** Selective détermination method for measurement of nitrite and nitrate in water samples usine highperformance liquid chromatography with post-column photochemical reaction and chemiluminescence detection. Journal of Chromatography A, 1216 (2009) 3163-3167.
- Kemmer, F. (1984).** Manuelle de l'eau. Editions Lavoisier technique et documentation.
- Kreitler, C.W., Jones, D.C. (1975) -** Natural soil nitrate : the cause of nitrate contamination of ground water in Runnels country, Texas. In Ground Water, vol.13 N°1,

Leyral, G., Ronnefoy, C., Guillet, F. (2002). Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris.

Mouffok2008, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008,

Maiga, A. (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali.

Norme NF I 90-413 : Recherche et dénombrement et des coliformes thermo tolérants. Méthode générale par ensemencement au milieu liquide (NPP).

Nanfack, et al 2014I, Eaux non conventionnelles : un risque ou une solution aux problèmes d'eau pour les classes pauvres.2014, p: 96.

OMS, (2003). Background document for preparation of WHO Guidelines for drinkingwater quality Geneva, Switzerland.

OMS, (2004). Rapport sur la santé dans le monde, disponible en anglais, français et espagnol.

RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.

Rejeseck, (2002). « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.

Rodier, J. (1976). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eaux de mer.

Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J.P, Chambon. P, Champsaur. H, Rodier. L, (1996) L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8^e édition. Dunod, Paris, France.

Rodier. J, Legube. B, Merlet. N, Brunet. R, Mialocq. J.C, Leroy. P, Houssin. M, Lavison. G, Bechemin. C, Vincent. M, Rebouillon. P, Moulin.L, Chomodé. P,Dujardin. P,Gosselin. S, Seux. R., Almardini F,(2009) : L'analyse de l'eau, 9^{ème} Ed. Dunod., Paris, France.

Plagnes, V (2000) - Structure et fonctionnement des aquifères karstiques : caractérisation par la géochimie des eaux. These de Doctorat de l'Université de Montpellier II soutenue en 1997. Editions BRGM

PERRODON.A. (1957). Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. Bulletin des services géologiques. Algérie.

Zeghoud, (2014). L'étude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra. Mémoire Master. Université d'El Oued.

Annexe 1 : Normes OMS et algériennes des paramètres physico-chimique pour l'eau potable (OMS, 2003).

Substances	Unité	OMS Normes	Normes algériennes
Turbidité	NTU	<2,5	<2
Température	C°	<25	<5
Calcium	mg/l	<270	<200
Magnésium	mg/l	<50	<150
Chlorure	mg/l	<250	<500
Concentration en ions hydrogène	PH	≥ 6,5 et ≤ 9,5	≥ 6,5 et ≤ 9
Conductivité à 20°C	µS/cm	<2100	<2800
Ammonium	mg/l	<0,5	<0,5
Potassium	mg/l	<20	<12
oxygène dissous	O2	<6,5	<8
Fer	mg/l	<0,3	<0,3
Nitrate	mg/l	<50	<50
Nitrite	mg/l	<0,1	<0,1
Sulfate	mg/l	<400	<400
Phosphate	mg/l	<0,5	<0,5
La dureté (TH)	mg/l	<500	<500

Annexe 02: Normes bactériologiques des eaux potables (Hamed et al. 2012).

Paramètre bactériologique	Unités	Recommandation (OMS)
Germes totaux	Germe / ml	100
Coliformes fécaux	Germe / 100	0
Streptocoques fécaux	Germe / 100 ml	0
Bactérie sulfato-réducteurs	Germes/20 ml	0

Annexes 03 : Tableau représentant la table de Macgrady par le nombre le plus probable et intervalle de confiance

Nombre de tubes Donnant une réaction positive sur			NPP Dans 100 mL	Limites de confiance à 95 %	
1 tube De 50 mL	5 tubes De 10 mL	5 tubes De 10 mL		Limites Inférieure	Limite supérieure
0	0	1	1	< 0.5	4
0	0	2	2	< 0.5	6
0	1	0	1	< 0.5	4
0	1	1	2	< 0.5	6
0	1	2	3	< 0.5	8
0	2	0	2	< 0.5	6
0	2	1	3	< 0.5	8
0	2	2	4	< 0.5	11
0	3	0	3	< 0.5	8
0	3	1	5	< 0.5	13
0	4	0	5	< 0.5	13
1	0	0	1	< 0.5	4
1	0	1	3	< 0.5	8
1	0	2	4	< 0.5	11
1	0	3	6	< 0.5	15
1	1	0	3	< 0.5	8
1	1	1	5	< 0.5	13
1	1	2	7	1	17
1	1	3	9	2	21
1	2	0	5	< 0.5	13
1	2	1	7	1	17
1	2	2	10	3	23
1	2	3	12	3	28
1	3	0	8	2	19
1	3	1	11	3	26
1	3	2	14	4	34
1	3	3	18	5	53
1	3	4	21	6	56
1	4	0	13	4	31
1	4	1	17	5	47
1	4	2	22	7	69
1	4	3	28	9	85
1	4	4	35	12	101
1	4	5	43	15	117
1	5	0	24	8	75
1	5	1	35	12	101
1	5	2	54	18	138
1	5	3	92	27	217
1	5	4	161	39	> 450