

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Option: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

## Thème

---

**Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique  
des eaux du robinet de quelques quartiers de la ville de  
Guelma**

---

Présenté par :

- BEDAHI Amina
- GRANA Marwa
- REHAMNIA Madjda
- REHAMNIA Yasmine

Membres de jury:

|              |                         |         |                      |
|--------------|-------------------------|---------|----------------------|
| Président    | : Mr. MEZROUA EL Yamine | (M.C.B) | Université de Guelma |
| Examinatrice | : Mme. YDJEDD Siham     | (M.C.B) | Université de Guelma |
| Promoteur    | : Mr. GHRIEB Lassâad    | (Pr)    | Université de Guelma |

Juin 2022

## ملخص

يهدف هذا العمل الى تقييم جودة مياه الحنفيات، لعدة احياء بمدينة قالمة والتي يزودها سد بوحمدان، عن طريق اجراء تحاليل فيزيوكيميائية وبكتيريولوجية لعدة عينات على مستوى مختبر محطة المعالجة على مستوى هذا السد.

تشمل هذه التحاليل العديد من العناصر الفيزيوكيميائية بالإضافة إلى عملية احصاء للكائنات الحية الدقيقة في الماء.

بعد القيام بمختلف عمليات المعالجة والترشيح في المحطة، يتم ضخ المياه إلى مختلف الخزانات وتوزيعها على المستهلكين.

أظهرت معالجة البيانات بمختلف الطرق ان هذه المياه ذات سحنة كلوريد و كبريتات الكالسيوم و المغنيسيوم وفقاً لتصنيف بايبر.

أظهرت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية والبكتيريولوجية أن هذه المياه لا تشكل خطراً على صحة الإنسان ويمكن استهلاكها بأمان.

## **Résumé**

Le présent travail vise à évaluer la qualité de l'eau du robinet de certains quartiers de la ville de Guelma, alimentés par le barrage de Bouhamdane, sur la base des analyses physico-chimiques et bactériologiques de plusieurs échantillons au niveau du laboratoire de la station de traitement au niveau de ce barrage.

Cette analyse a concerné plusieurs éléments physico-chimiques en plus d'un dénombrement de microorganismes dans l'eau.

Après différents procédés de traitement et de filtration dans la station, l'eau est pompée vers les différents réservoirs et distribuées vers les consommateurs.

Le traitement des données par différentes méthodes a montré que cette eau est de faciès Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne selon la classification de Piper.

Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques ont montré que cette eau ne présente aucun danger sur la santé humaine et peut être consommée en toute sécurité.

## **Abstract**

The aim of this work is to assess the quality of tap water in certain areas of the city of Guelma, supplied by the Bouhamdane dam, on the basis of physico-chemical and bacteriological of several samples at the laboratory of the treatment plant at this dam.

This analysis involved several physico-chemical elements in addition to a count of microorganisms in the water.

After various treatment and filtration processes in the plant, the water is pumped to the different tanks and distributed to the consumers.

The treatment of the data by different methods has shown that this water is of calcium and magnesium chloride and sulphate facies according to the Piper classification.

The results of the physico-chemical and bacteriological analyses showed that this water does not pose a danger to human health and can be safely consumed.

## Remerciements

Nous remercions ALLAH le Tout Puissant pour la volonté, la santé, et la patience qu'il nous a donné durant ces années d'études.

Nos sincère remerciements s'adressent à notre rapporteur Pr. GHRIEB Lassaad d'avoir accepté de nous encadrer sur ce thème, de nous avoir conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de nous apporter son attention tout au long de ce travail.

Nous tenons également à remercier Dr MEZROUA EL Yamine d'avoir accepté de présider ce jury.

Nos remerciements vont également à Dr YADJED Sihem qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent également à tout le personnel de la station de traitement des eaux Hammam Debagh Guelma, qui nous ouvert les mains pour nous accueillir au sein du laboratoire où on a effectué notre stage.

Un remerciement particulier à l'égard de Mme BOUDJEBIEUR Essia de la direction des ressources en eau qui nous a facilité plusieurs taches pour élaborer ce travail.

Un spécial remerciement à Dr. GUERROUI Yacine, doyen de la Faculté, et à tous les enseignants du Département de Biologie qui nous ont encadrés durant tout notre parcours universitaire.

Un grand merci à nos chères familles pour leurs aides morale et financière.



# **TABLE DES MATIÈRES**

Résumé

Abstract

ملخص

Remerciements

Introduction générale..... 1

## Chapitre I : Etude bibliographique

|   |   |
|---|---|
| 1. Composition de l'eau .....   | 2 |
| 2. Cycle de l'eau .....   | 2 |
| 3. Etats de l'eau.....  | 3 |
| a. Etat solide.....   | 3 |
| b. Etat liquide .....   | 3 |
| c. Etat gazeux .....  | 3 |
| 4. Les changements d'état de l'eau .....                              | 4 |
| a. du liquide au gaz .....  | 4 |
| b. du solide au liquide .....   | 4 |
| c. du solide au gaz.....  | 4 |
| 5. Définition de l'eau potable.....                                   | 5 |
| 6. Origines de l'eau potable .....                                    | 5 |
| a. Eaux de source .....   | 5 |
| b. Eaux minérales .....   | 5 |
| c. Eaux brutes.....   | 5 |
| 7. principales sources d'eau potable .....                            | 6 |
| 7.1.Eaux de pluie .....   | 6 |
| 7.2. Eaux de surface.....   | 6 |
| a. Eaux des rivières.....   | 6 |
| b. Eaux des lacs .....  | 7 |
| 7.3. Eaux souterraines.....   | 7 |
| 7.3.1. nappe libre .....  | 7 |
| 7.3.2. nappe captive.....   | 7 |
| 7.4. Les eaux de mer.....   | 7 |
| 8. Caractéristiques des eaux souterraines et des eaux de surface..... | 7 |
| 9. Caractéristiques de l'eau potable et normes de potabilité.....     | 8 |
| 9.1. Caractéristiques organoleptiques .....                           | 8 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| a.      | La couleur .....  | 8  |
| b.      | L'odeur .....   | 9  |
| c.      | La saveur.....  | 9  |
| 9.2.    | Caractéristiques physico-chimiques .....  | 9  |
| 9.2.1.  | Caractéristiques physiques liées à la composition naturelle des eaux : .....    | 9  |
| a.      | La température (T °C).....  | 9  |
| b.      | Le potentiel d'hydrogène (pH) .....   | 9  |
| c.      | La conductivité électrique (CE).....  | 9  |
| 9.2.2   | Caractéristiques physiques liées aux substances indésirables.....               | 10 |
| a.      | Turbidité .....   | 10 |
| b.      | Titre alcalimétrique simple (TA) .....  | 10 |
| c.      | Le titre alcalimétrique complet (TAC).....                                      | 10 |
| d.      | La dureté (TH) .....  | 11 |
| e.      | La salinité (SAL) .....   | 11 |
| f.      | Sels dissous (TDS).....   | 11 |
| 9.2.3.  | Caractéristiques chimiques des eaux.....  | 11 |
| a.      | Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....  | 11 |
| b.      | Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....   | 12 |
| c.      | Le Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) .....  | 12 |
| d.      | Les Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....                              | 12 |
| e.      | Les Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....                               | 12 |
| f.      | L'Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....                                 | 12 |
| g.      | Les phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) .....                           | 13 |
| 10.     | Caractéristiques bactériologiques .....   | 14 |
| 10.1.   | Les germes totaux .....   | 14 |
| 10.2.   | Les coliformes.....   | 14 |
| 10.2.1. | Coliformes totaux .....   | 14 |
| 10.2.2. | coliformes fécaux .....   | 15 |
| 10.3.   | Les streptocoques fécaux .....  | 15 |
| 10.4.   | Bactéries anaérobies sulfito-réductrices .....                                  | 15 |
| 11.     | Maladies provoquées par les micro-organismes qui polluent les plans d'eau ..... | 16 |
| 12.     | Pollution de l'eau .....  | 17 |



|                          |  |    |
|--------------------------|--|----|
| 12.1.                    | Définition de la pollution de l'eau .....              | 17 |
| 12.2.                    | Origines .....   | 17 |
| .12.2.1                  | Pollution domestique .....                             | 17 |
| 12.2.1.1.                | Pollution des eaux pluviales urbaines .....            | 18 |
| 12.2.2.                  | pollution industrielle .....                           | 18 |
| 12.2.3.                  | Pollution agricole .....                               | 19 |
| 13.                      | Circuit d'eau potable .....                            | 19 |
| 13.1.                    | Capture .....  | 19 |
| 13.2.                    | Traitement de l'eau .....                              | 19 |
| .14                      | Différentes étapes de traitement .....                 | 20 |
| 14.1.                    | Prétraitement .....                                    | 20 |
| <input type="checkbox"/> | Le dégrillage : .....                                  | 20 |
| <input type="checkbox"/> | Le tamisage : .....                                    | 20 |
| <input type="checkbox"/> | L'aération : .....                                     | 20 |
| 14.2.                    | Clarification .....                                    | 20 |
| 14.3.                    | Décantation .....                                      | 21 |
| 14.4.                    | Filtration sur sable .....                             | 21 |
| 14.5.                    | Adsorption .....                                       | 22 |
| 14.6.                    | Désinfection .....                                     | 22 |
| a.                       | Méthodes de désinfection .....                         | 22 |
| b.                       | Produits de désinfection .....                         | 22 |
| <input type="checkbox"/> | Le chlore .....  | 22 |
| <input type="checkbox"/> | L'iode .....   | 23 |
| <input type="checkbox"/> | Le permanganate de potassium .....                     | 23 |
| <input type="checkbox"/> | Autres métaux .....                                    | 23 |
| 15.                      | Conditions générales pour une bonne désinfection ..... | 24 |

## **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Description du site de prélèvement .....   | 25 |
| 2.   | Différents matériaux utilisés dans les réseaux de distribution d'eau potable des points prélevés ..... | 28 |
| 2.1. | Polychlorure de vinyle (PVC) (1000 Lots) .....   | 28 |
| 2.2. | Fonte (Cité Guergour) .....  | 28 |
| 2.3. | Polyéthylène de haute densité (Cité El Amir, 19juin, 1000lots) .....                                   | 28 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 3.   | Les fuites.....                                   | 28 |
| 4.   | Les incrustations.....                            | 29 |
| 5.   | Transport et conservation des échantillons.....   | 29 |
| 6.   | Échantillonnage.....                              | 29 |
| 6.1. | Échantillons pour analyses physico-chimiques..... | 29 |
| 6.2. | Échantillons pour analyses bactériologique.....   | 29 |
| 7.   | paramètres physiques.....                         | 30 |
| 7.1. | Mesure sur le terrain.....                        | 30 |
| a.   | La température.....                               | 30 |
| b.   | Potentiel d'Hydrogène (pH).....                   | 31 |
| c.   | La Conductivité électrique.....                   | 31 |
| d.   | La salinité.....                                  | 32 |
| e.   | Le chlore.....                                    | 32 |
| 7.2. | Mesure au laboratoire.....                        | 32 |
| a.   | Turbidité.....                                    | 32 |
| b.   | résidu sec.....                                   | 32 |
| c.   | la Matière organique.....                         | 34 |
| d.   | La matière en suspension (MES).....               | 35 |
| 8.   | Les paramètres chimiques.....                     | 36 |
| a.   | La dureté total (titre hydrotimétrique TH).....   | 36 |
| b.   | L'alcalinité (TA + TAC).....                      | 37 |
| c.   | Titre d'alcalinité TA.....                        | 37 |
| d.   | Titre Alcalimétrique complet (TAC).....           | 38 |
| e.   | La teneur en sel dissous(TDS).....                | 38 |
| 8.1. | Les éléments majeurs.....                         | 39 |
| a.   | Le calcium $Ca^{2+}$ .....                        | 39 |
| b.   | Le magnésium $Mg^{+}$ .....                       | 40 |
| c.   | Les chlorures ( $Cl^{-}$ ).....                   | 41 |
| d.   | Les sulfates $SO_4^{-}$ .....                     | 41 |
| e.   | Les bicarbonates $HCO_3^{-}$ .....                | 42 |
| 8.2. | Les éléments de pollution.....                    | 42 |
| a.   | Les Nitrates $NO_3^{-}$ .....                     | 42 |
| b.   | Les Nitrites.....                                 | 43 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| c.     | L'Ammonium $\text{NH}_4^+$ .....                           | 44 |
| d.     | Le Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....                   | 44 |
| e.     | Le fer.....  | 45 |
| 9.     | Analyses bactériologiques.....                             | 46 |
| 9.1.   | Etude et dénombrement des coliformes totaux et fécaux..... | 46 |
| 9.1.1. | Test de présomption.....                                   | 46 |

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Paramètres physiques.....  | 48 |
| 1.1.   | La température.....  | 48 |
| 1.2.   | Le potentiel d'Hydrogène (pH) .....                                      | 49 |
| 1.3.   | La conductivité électrique (CE).....                                     | 49 |
| 1.4.   | La salinité .....  | 50 |
| 1.5.   | La teneur en sel dissous (TDS).....                                      | 50 |
| 1.6.   | Le Chlore .....  | 51 |
| 1.7.   | La turbidité .....   | 52 |
| 1.8.   | Résidu sec (RS) .....  | 52 |
| 1.9.   | Matière organique (MO).....  | 53 |
| 2.     | Paramètres chimiques .....   | 54 |
| 2.1.   | Dureté totale ou titre Hydrotimétrique (TH) .....                        | 54 |
| 2.2.   | L'alcalinité (Titre alcalimétrique et Titre alcalimétrique complet)..... | 54 |
| 2.3.   | Éléments majeurs.....  | 56 |
| 2.3.1. | Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) .....                                    | 56 |
| 2.3.2. | Le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) .....                                  | 56 |
| 2.3.3. | Les Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) .....                                    | 57 |
| 2.3.4. | Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....                                 | 57 |
| 2.3.5. | Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).....                               | 58 |
| 2.4.   | Éléments de pollution .....  | 58 |
| 2.4.1. | Les nitrates $\text{NO}_3^-$ .....                                       | 58 |
| 2.4.2. | Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....                                   | 59 |
| 2.4.3. | L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....                                      | 59 |
| 2.4.4. | Les ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....                         | 60 |
| 2.5.   | Éléments en trace.....   | 60 |
| 2.5.1. | Le fer ( $\text{Fe}^{+2}$ ).....   | 60 |

|  |    |
|--|----|
| 3. Résultats des analyses bactériologiques.....                                    | 61 |
| 3.1. Résultats des dénombrements du microorganisme de l'eau .....                  | 61 |
| 3.1.1. Les coliformes totaux et fécaux.....  | 62 |
| 3.1.2. Les streptocoques fécaux .....  | 62 |
| 3.1.3. Les germes totaux.....  | 62 |
| 4. Le Diagramme de Piper .....   | 62 |
| 4.1. Interprétation du diagramme de Piper .....                                    | 63 |
| 5. Questionnaire sur la qualité de l'eau du robinet dans la région de Guelma ..... | 64 |
| 5.1. Tranche d'âge.....  | 64 |
| 5.2. Pourcentage de sexe.....  | 65 |
| 5.3. Pourcentage de type d'eau consommé .....                                      | 65 |
| 5.4. Disponibilité de l'eau .....  | 66 |
| 5.5. Satisfaction par rapport à la disponibilité de l'eau .....                    | 66 |
| 5.6. Réservoir de stockage.....  | 67 |
| 5.7. Utilisation de l'eau du robinet.....  | 67 |
| 5.8. Addition de l'eau de Javel.....   | 68 |
| 5.9. Existence des fuites d'eau dans le réseau.....                                | 68 |
| 5.10. Satisfaction de la qualité .....   | 69 |
| 6.Conclusion .....   | 69 |
| Conclusion générale .....  | 70 |

## Liste des figures

| <b>Figure</b> | <b>Titre</b>  | <b>N° de page</b> |
|---------------|---|-------------------|
| 01            | Une molécule d'eau  | 2                 |
| 02            | Représentation schématique du cycle de l'eau global                       | 3                 |
| 03            | Etats de l'eau  | 4                 |
| 04            | Changement d'états de l'eau   | 5                 |
| 05            | Photo d'un Conductimètre.( 22/03/2022)                                    | 9                 |
| 06            | Mesure du TA au laboratoire   | 10                |
| 07            | Mesure du TAC au laboratoire  | 11                |
| 08            | Photo d'une analyse bactériologique de l'eau                              | 14                |
| 09            | Coliformes totaux   | 15                |
| 10            | Coliformes fécaux   | 15                |
| 11            | Schéma d'une station de traitement par procédé de coagulation-floculation | 19                |
| 12            | Bassin de décantation   | 21                |
| 13            | Bassins de Filtration   | 22                |
| 14            | Inventaire des points de prélèvement                                      | 26                |
| 15            | Echantillons d'eau prélevés pour analyse physico-chimique                 | 29                |
| 16            | Echantillons d'eau prélevés pour les analyses bactériologiques            | 30                |
| 17            | photo d'un pH mètre   | 31                |
| 18            | Mesure de résidu sec  | 33                |
| 19            | Mesure de la matière en suspension  | 36                |
| 20            | Variation de la température dans les sites de prélèvement                 | 48                |
| 21            | Variation du pH dans les sites de prélèvement                             | 49                |
| 22            | Variation de la conductivité électrique dans les sites de prélèvement     | 49                |
| 23            | Variation de la salinité dans les sites de prélèvement                    | 50                |
| 24            | Variation de la teneur en sel dissous dans les sites de prélèvement       | 51                |
| 25            | Variation du chlore dans les sites de prélèvement.                        | 51                |
| 26            | Variation de la turbidité dans les sites de prélèvement                   | 52                |
| 27            | Variation du résidu sec dans les sites de prélèvement.                    | 53                |
| 28            | Variation de la matière organique dans les sites de prélèvement .         | 53                |
| 29            | Variation de la dureté totale dans les sites de prélèvement               | 54                |
| 30            | Variation du titre alcalimétrique dans les sites prélèvement              | 55                |
| 31            | Variation du titre alcalimétrique complet dans les sites de prélèvement.  | 55                |
| 32            | Variation des teneurs en calcium dans les sites de prélèvement            | 56                |
| 33            | Variation des teneurs en magnésium dans les sites de prélèvement.         | 56                |
| 34            | Variation des chlorures dans les sites de prélèvement                     | 57                |
| 35            | Variation des sulfates dans les sites de prélèvement                      | 57                |
| 36            | Variation des bicarbonates dans les sites de prélèvement.                 | 58                |
| 37            | Variation des nitrates dans les sites de prélèvement.                     | 58                |
| 38            | Variation des nitrites dans les sites de prélèvement.                     | 59                |
| 39            | Variation de L'ammonium dans les sites de prélèvement.                    | 59                |

| <b>Figure</b> | <b>Titre</b>  | <b>N° de page</b> |
|---------------|---|-------------------|
| 40            | Variation de phosphate dans les sites de prélèvement                              | 60                |
| 41            | Variation de Fer dans les sites de prélèvement                                    | 60                |
| 42            | Représentation graphique des échantillons d'eau étudiés sur le diagramme de piper | 63                |
| 43            | Pourcentage d'âge des participants dans le sondage                                | 64                |
| 44            | Pourcentage de sexe des participants dans le sondage                              | 65                |
| 45            | Pourcentage de type d'eau consommé  | 65                |
| 46            | Pourcentage de disponibilité de l'eau   | 66                |
| 47            | Pourcentage de satisfaction par rapport à la disponibilité de l'eau               | 66                |
| 48            | Pourcentage du type de réservoirs utilisé par les participants                    | 67                |
| 49            | Pourcentage des participants utilisant l'eau du robinet sans filtration           | 67                |
| 50            | Pourcentage des participants utilisant l'eau du robinet sans Javellisation        | 68                |
| 51            | Pourcentage d'existence de fuites dans le réseau de distribution                  | 68                |
| 52            | Pourcentage de satisfaction par rapport à la qualité                              | 69                |


## Liste des tableaux

| N°<br>du tableau | Titre du tableau   | page |
|------------------|--|------|
| 1                | Principales caractéristiques des eaux de surface et souterraines   | 8    |
| 2                | les normes des éléments physiques liées à la composition naturelle des eaux selon l'OMS et le journal officiel Algérien (OMS 2006 ; JORA, 2011). | 10   |
| 3                | Les normes physico-chimiques liées aux substances indésirables selon l'OMS et le journal officiel Algérien. (OMS, 2006 ; JORA, 2011).            | 13   |
| 4                | Normes et recommandation pour la qualité bactériologique de l'eau potable (OMS, 2006)  | 16   |
| 5                | Maladies provoquées par les micro-organismes contaminants l'eau  | 17   |
| 6                | Présentation des sites d'échantillonnage   | 27   |
| 7                | Classification de l'eau de boisson en fonction du résidu sec (RODIER et al, 2005).   | 53   |
| 8                | Classification des eaux potable selon le TH  | 54   |
| 9                | Les résultats d'analyse bactériologique des eaux de prélèvements   | 61   |

## Liste des symboles et abréviations

|   |  |
|---|--|
| <p>°C : degré Celsius.<br/> <b>ADE</b> : Algérienne des eaux<br/> <b>AFNOR</b> : Association Française de Normalisation<br/> <b>ASR</b> : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.<br/> <b>BCPL</b> : bouillon lactose à la bromocresol-pourpre<br/> <b>BEA</b> : Bile Esculine et Azoture de sodium.<br/> <b>Ca<sup>2+</sup></b> : Calcium<br/> <b>CF</b> : coliformes fécaux.<br/> <b>Cl<sup>-</sup></b> : Chlorures<br/> <b>CMA</b> : concentration maximales admissibles<br/> <b>CO<sub>2</sub></b> : Dioxyde de carbone<br/> <b>Cond</b> : conductivité.<br/> <b>CT</b> : coliformes totaux<br/> <b>Cu<sup>2+</sup></b> : Cuivre<br/> <b>D/C</b> : double concentration<br/> <b>DCO</b> : Demande Chimique en Oxygène<br/> <b>Df</b> : degré français.<br/> <b>DMA</b> : dose maximales admissibles.<br/> <b>E. coli</b>: Escherichia Coli.<br/> <b>Fe<sup>2+</sup></b>: <b>Fer</b><br/> <b>Fig</b> : figure.<br/> <b>g/cm<sup>3</sup></b> : Gramme par centimètre cube<br/> <b>g/m<sup>3</sup></b> : gramme par mètre cube.<br/> <b>G</b> : Gramme<br/> <b>Glu</b> : Glucose.<br/> <b>GNAB</b> : gélose nutritive alcaline biliée.<br/> <b>h</b> : heure.<br/> <b>H<sup>+</sup></b> : Le cation hydrogène<br/> <b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> : Bicarbonate<br/> °C : degré Celsius.<br/> <b>Kg</b> : Kilogramme<br/> <b>Kj/mol</b> : kilo Joule par mole<br/> <b>L</b> : litre<br/> <b>L/s</b> : litre par seconde<br/> <b>MES</b> : Les matières en suspension<br/> <b>Mg/l</b> : Milligramme par litre</p> | <p><b>min</b> : minute.<br/> <b>ml</b> : millilitre.<br/> <b>mm</b> : millimètre.<br/> <b>Mn<sup>2+</sup></b> : Manganèse<br/> <b>MO</b> : Matières organiques<br/> <b>MTH</b> : Maladie à transmission hydrique<br/> <b>NA</b> : Normes Algériennes<br/> <b>NH<sup>4+</sup></b> : Ammonium<br/> <b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b> : Nitrite<br/> <b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> : Nitrate<br/> <b>Npp</b> : Nombre le plus probable<br/> <b>NTU</b> : Unité Néphélométrique<br/> <b>O<sub>2</sub></b> : Oxygène<br/> <b>OH</b> : hydroxyle<br/> <b>OMS</b> : organisation mondiale de la santé.<br/> <b>PH</b> : potentiel Hydrogène<br/> <b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b> : Phosphate<br/> <b>R</b> : réservoir<br/> <b>RS</b> : Résidu Sec<br/> <b>S/C</b> : simple concentration<br/> <b>s/cm</b> : Siemens par centimètre<br/> <b>SF</b> : Streptocoques fécaux.<br/> <b>SM</b> : Solution Mère.<br/> <b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b> : Sulfates<br/> <b>SP</b> : Station de Pompage.<br/> <b>Staph</b> : staphylocoques<br/> <b>T</b> : température.<br/> <b>TA</b> : Titre Alcalimétrique<br/> <b>Tab</b> : tableau.<br/> <b>TAC</b> : Titre alcalimétrique complet<br/> <b>TC</b> : Temps de Contact.<br/> <b>TDS</b> : taux des sels dissous.<br/> <b>TH</b> : Titre Hydrométrique<br/> <b>UFC</b> : unité formant colonies.<br/> <b>Zn<sup>2+</sup></b> : Zinc</p> |
|---|--|





# **INTRODUCTION GÉNÉRALE**

L'eau est l'élément essentiel dans la vie, elle couvre les trois quart de la surface terrestre et environ les deux tiers du corps humain (ARAOUA, 1997).

L'homme peut vivre plusieurs semaines sans manger, il meure après quatre jours sans eau. Elle représente un taux très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène H<sub>2</sub>O.

L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0° C et devient vapeur à 100°C qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût (Gerard, 1999).

Sans cette matière simple et complexe en même temps la vie sur terre n'aurait jamais existé, donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement des eaux de surface pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau qui a été préservée pendant des siècles.

Le laboratoire d'analyse a un rôle très important dans le suivi d'une station de traitement car c'est lui qui doit confirmer la potabilité de l'eau après traitement et anticiper toutes les étapes nécessaires avant cette opération à l'aide des analyses pour l'obtention des résultats demandés (Henri, 2012).

En fait le traitement des eaux sert à protéger les consommateurs des microorganismes pathogènes et d'impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé.

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des robinets de quelques quartiers de la ville de Guelma.

Pour cela nous avons structuré notre travail comme suit :

- Une introduction générale
- Chapitre I : comporte des généralités sur l'eau et ses composants,
- Chapitre II : décrit les différentes méthodes et matériels utilisés dans l'élaboration de ce travail,
- Chapitre III : Traite la discussion des différents résultats obtenus.
- Et enfin une conclusion générale.



# **Chapitre I**

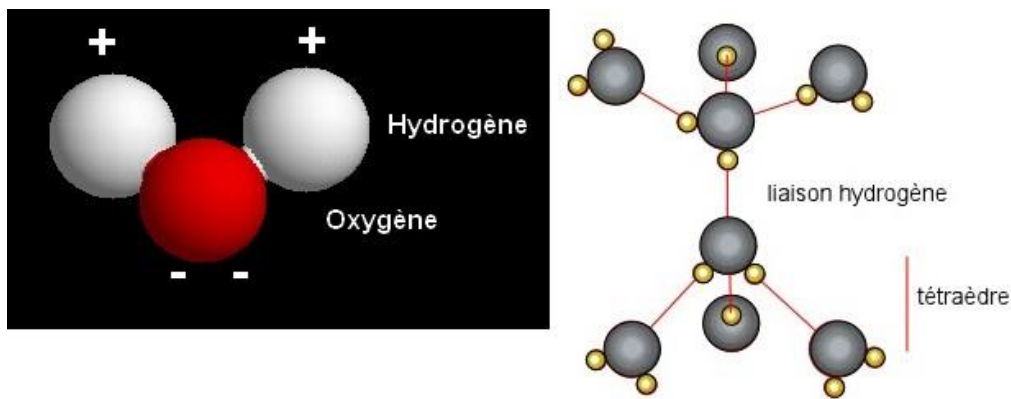
## **ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

L'eau liquide ( $H_2O$ ) est généralement considérée comme une substance assez courante car il est transparent, insipide, et abondamment présent sur terre. C'est l'élément naturel le plus important pour toute forme de vie. C'est la richesse nécessaire à toutes les activités humaines .(BAZIZ, 2008)

### 1. Composition de l'eau

La molécule d'eau est un type particulier de molécule, ses propriétés particulières sont liées à sa nature dipolaire permet la vie sur Terre. La molécule explique que dans nos conditions de température et de pression, il existe une phase liquide abondante sur notre planète.

Une molécule d'eau de formule  $H_2O$  est composée d'un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène liés par deux liaisons covalentes. (SCHRIVER –MAZZUOLI, 2012).



**Fig.1.** Une molécule d'eau (J. Beauchamp, 2001)

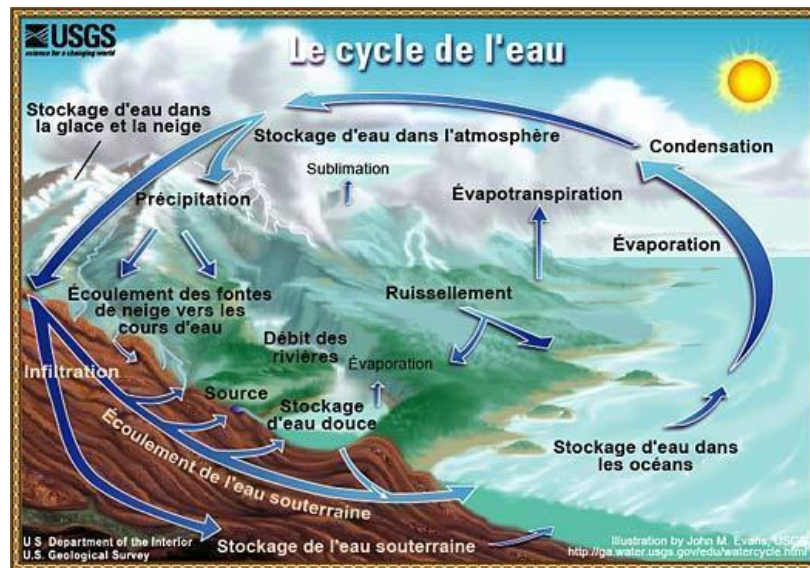
### 2. Cycle de l'eau

L'eau recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de  $km^3$  dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (Leclerc et al, 1977).

La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux.

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit : directement par ruissellement ou

indirectement par infiltration : Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences. (Vilagines, 2000)



**Fig.2.** Représentation schématique du cycle de l'eau global (Bliefert et al., 2001)

### 3. Etats de l'eau

L'eau est un élément fondamental de notre environnement, il apparaît dans différents états : solide, liquide et gazeux (Fig.3).

#### a. Etat solide

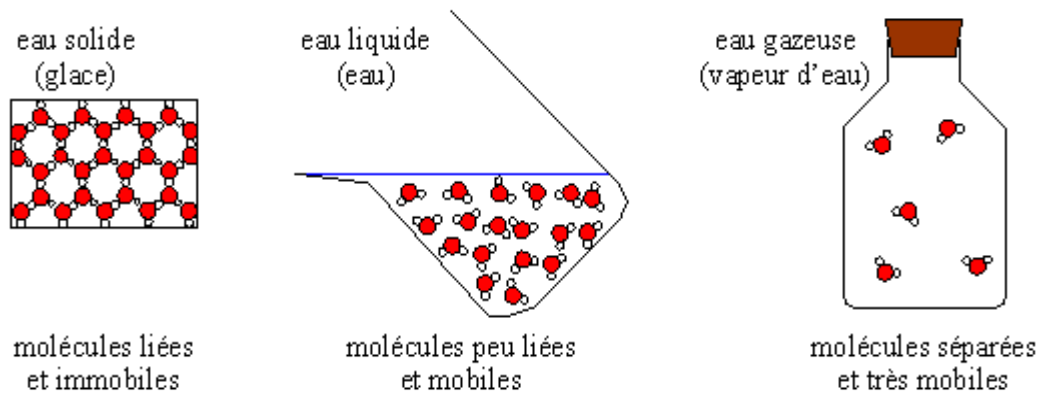
Lorsque la température est inférieure à 0°C, l'eau est un solide. C'est de la glace.

#### b. Etat liquide

Les plus grands réservoirs de liquide sont les océans composés d'eau salée. Elles représentent 97,2% de l'eau sur Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, rivières et eaux souterraines. Elles sont constituées d'eau douce (Merouani et al, 2013).

#### c. Etat gazeux

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la présence de vapeur d'eau dans l'air humide.



**Fig.3.** Etats de l'eau (FSciences,2022)

#### 4. Les changements d'état de l'eau

Il y'a trois grandes états de changement d'eau :

##### a. du liquide au gaz

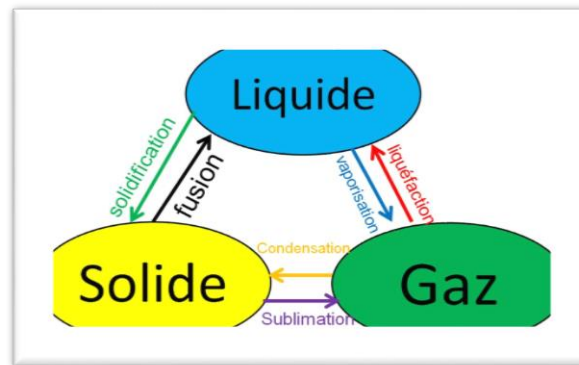
Lorsque l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux, elle s'évapore. L'eau peut être évaporée par ébullition ou évaporation. Le phénomène inverse est appelé liquéfaction ; l'eau passe d'un état gazeux à un état liquide par refroidissement.

##### b. du solide au liquide

Lorsque l'eau passe du solide au liquide, c'est la fusion. Ce changement d'état se fait par chauffage. Le phénomène inverse est appelé solidification ; l'eau passe du liquide au solide par refroidissement.

##### c. du solide au gaz

Lorsque l'eau passe du solide au gaz, c'est la sublimation. L'eau de l'état solide passe à l'état gazeux par chauffage. Le phénomène inverse est appelé condensation ; l'eau passe d'un état gazeux à un état solide par refroidissement (Fig.4).



**Fig.4.** Changement d'états de l'eau (FSciences,2022)

## 5. Définition de l'eau potable

C'est l'eau destinée à la consommation humaine, cette eau ne doit pas contenir d'agents pathogènes ou toxiques, ni d'éléments chimiques indésirables, dont la composition et les qualités sont telles qu'elles ne puissent porter atteinte à la santé des consommateurs. De plus, c'est une eau agréable à boire, claire et sans odeur (Grosclaude et Coord., 1999 ;Bordet, 2007).

## 6. Origines de l'eau potable

### a. Eaux de source

Eau d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution et n'ayant porté ni traitement chimique ni adjonction. Elle doit donc être naturellement conforme et satisfaire aux critères de potabilité (De Wever, 2015).

### b. Eaux minérales

Les eaux minérales ont des propriétés particulières : elles contiennent des teneurs en oligoéléments et en sels minéraux susceptibles de leur conférer des propriétés thérapeutiques et leur composition est stable dans le temps (De Wever, 2015).

### c. Eaux brutes

Les eaux brutes utilisées pour la production d'eau de consommation, sont soit d'origine souterraine ou des eaux superficielles. La qualité des eaux brutes varie selon l'origine, la géologie et le contexte économique du bassin-versant (Bordet, 2007 ; Savary, 2010).

---

## **7. principales sources d'eau potable**

Il existe plusieurs sources d'eau brute, on peut citer : l'eau de pluie, les eaux usées, eau de surface, eau souterraine, et eau de mer. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau avec son environnement. (Raymond, 1997)

### **7.1.Eaux de pluie**

Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent pas de sels dissous. La répartition des précipitations dans le temps et la difficulté de collecte rendent son utilisation limitée dans peu de pays dans le monde. (Raymond, 1997)

### **7.2.Eaux de surface**

L'eau de surface se compose de l'eau des rivières, des ruisseaux, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. C'est un puits personnalisé, solide ou liquide, fixe ou mobile. (Redjem et Rahmouni, 2017)

La principale source d'eau potable est l'eau de surface. Ces eaux deviennent souvent impropres à la consommation suite à la pollution par les activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie d'une région à l'autre selon les périodes de l'année. (Hadeef et Hasni, 2016)

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants ou hydrologiques. Au cours de son cheminement, l'eau dissout et se charge des différents éléments constitutifs des terrains. Par échange à la surface eau-atmosphère, l'eau va se charger en gaz dissous (oxygène, gaz, carbonique, azote).

#### **a. Eaux des rivières**

La qualité est affectée par les précipitations et par les propriétés géologiques du bassin hydrologiques, ainsi que des conditions d'évaporation et des changements de débit saisonniers. (kemassi et Ouanoughi, 1997)



---

## **b. Eaux des lacs**

La composition de l'eau du lac change parfois avec les saisons. Ce changement dépend du jour, des conditions climatiques et de l'activité biologique. Ces eaux sont moins chargées que celles des rivières. (kemassi et Ouanoughi,, 1997)

### **7.3. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines se trouvent sous la majeure partie de la masse continentale de la Terre. Leur origine est due à l'accumulation d'infiltrations dans le sol, qui varie selon la porosité et sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement de bonnes qualités physicochimiques et bactériologiques. Elles sont toujours les meilleurs sources d'eau potable.

#### **7.3.1. nappe libre**

C'est une nappe qui peut pousser vers le haut librement à partir du sol perméable. C'est le site d'un aquifère qui n'est pas recouvert d'une couche imperméable. (Bunning, 1982)

#### **7.3.2. nappe captive**

Lorsque la nappe est emprisonnée entre deux couches imperméables, elle ne peut se développer vers le haut, alors elle est appelée nappe captive. (Bonin, 1982)

### **7.4. Les eaux de mer**

A cause de l'absence des eaux de surface ou profondes, il est parfois nécessaire de faire recours à des eaux saumâtres ou même des eaux de mer. Pour dessaler ces eaux, les deux principales techniques sont à membrane : l'électrodialyse ou l'osmose inverse. Mais elles sont couteuses et consomment beaucoup d'énergie. (GRAINDORGE, 2014)

## **8. Caractéristiques des eaux souterraines et des eaux de surface**

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates. (Ayad, 2016)

Le tableau ci-dessous représente les principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

**Tableau1.** Principales caractéristiques des eaux de surface et souterraines

| Caractéristique                       | Eaux de surface  | Eaux souterraines  |
|---------------------------------------|--|--|
| Température                           | Variable suivant saisons   | Relativement constante   |
| Turbidité                             | Variable, parfois élevée   | Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)  |
| Couleur                               | Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides              | Liée surtout aux matières en solution (acides humique...)  |
| Minéralisation globale                | Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...       | Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région |
| Fer et Manganèse dissous              | Généralement absents   | Généralement présents  |
| Micropolluants minéraux et organiques | Présents dans les eaux de pays développés, mais disparaître dans la source | Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps                  |

## 9. Caractéristiques de l'eau potable et normes de potabilité

### 9.1. Caractéristiques organoleptiques

Ces paramètres regroupent les qualités sensibles de l'eau ; la couleur, l'odeur, la saveur. Ils n'ont pas de valeurs sanitaires directes. D'un point de vue sanitaire une eau peut être trouble, colorée, sentir le chlore et être absolument consommable. (Luc et Lagardette., 2009)

#### a. La couleur

La couleur est due à l'existence de matières organiques colorées en suspension, des métaux ou des rejets industriels colorés. Un changement anormal est couramment l'indice d'une pollution de la ressource ou du réseau. (Luc et Lagardette., 2009 ; Savary, 2010)

La couleur réelle de l'eau est liée aux seules substances dissoutes donc après élimination de la turbidité (Savary, 2010).

---

**b. L'odeur**

L'odeur est due à l'existence des substances volatiles. Un changement anormal ou l'apparition d'une odeur sont caractéristiques d'une dégradation de la qualité et fréquemment précurseur de la pollution. (Bordet, 2007)

**c. La saveur**

La saveur, c'est le goût de l'eau. Elle n'est pas toujours caractéristique de sa qualité. Cependant son changement peut être l'indice d'une dégradation. (Bordet, 2007)

**9.2. Caractéristiques physico-chimiques****9.2.1. Caractéristiques physiques liées à la composition naturelle des eaux :****a. La température (T °C)**

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit au contrôle des réactions physiques, chimiques et biologiques (Nouayti et al., 2015).

**b. Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH d'une eau est une indication de la tendance à être acide ou alcaline. La détermination du pH constitue les mesures de la concentration des ions  $H^+$  et  $OH^-$  dans l'eau. Sa mesure est très importante car le pH conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique.

**c. La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique indique la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la capacité d'ionisation, la charge ionique, la température, la mobilité. La conductivité électrique sert aussi à évaluer le degré de minéralisation d'eau. Une conductivité élevée traduit soit des pH peu ordinaires, soit avec une salinité élevée. (Kouidri, 2006 ; Nouayti et al., 2015 ; Tchadanaye et al., 2016)



**Fig.5.** Photo d'un Conductimètre.( Mars 2022)

**Tableau 02.** Les normes des éléments physiques liées à la composition naturelle des eaux selon l'OMS et le journal officiel algérien (OMS 2006 ; JORA, 2011).

| Paramètres   | Selon l'OMS      | Selon le Journal Algérien    |
|--------------|------------------|------------------------------|
| pH           | entre 6.5 et 9.5 | $\geq 6.5$ et $\leq 9.5$     |
| Conductivité | pas de norme     | 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |
| Température  | Acceptable       | 25°C                         |

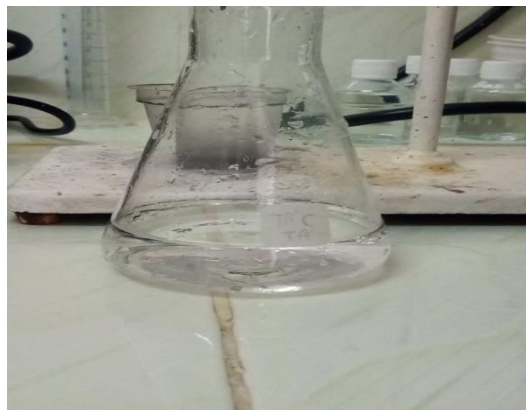
### 9.2.2. Caractéristiques physiques liées aux substances indésirables

#### a. Turbidité

La turbidité de l'eau reflète les solides en suspension (argile, limon, Apparition de particules organiques, colloïdes, plancton, micro-organismes) eau trouble. L'eau trouble peut être due à des sédiments dans les tuyaux, Corrosion ou interruption pendant l'usinage (Savari, 2010).

#### b. Titre alcalimétrique simple (TA)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et carbonates alcaline caustique. Donc c'est la teneur en hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ) et la moitié de la teneur en carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). (Rosier et al, 1996)

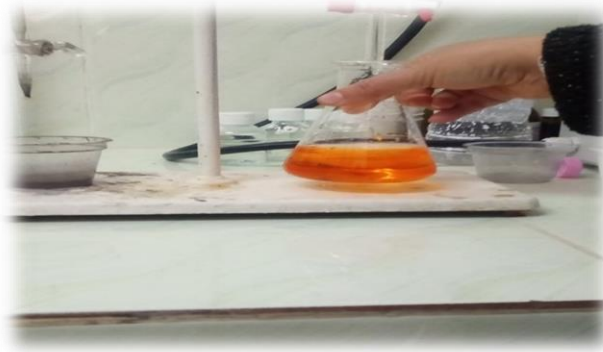


**Fig.6.** Mesure du TA au laboratoire

#### c. Le titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC donne l'alcalinité totale de l'eau, il mesure les substances basiques (ions hydroxyde  $\text{OH}^-$ , ion carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  et ion bicarbonate  $\text{HCO}_3^-$ ).

Le TAC est un indicateur de la capacité tampon de l'eau contre les substances acides. Elle existe une relation entre pH et TAC, en pratique, pour une eau dont le pH est inférieur à 8,3, le TAC Correspond à la concentration en ion bicarbonate  $\text{HCO}_3^-$ . Pour la consommation humaine La température optimale se situe entre 10 et 20°F, soit entre 2 et 5 meq /l (Bengaibona,2010)



**Fig.7.** Mesure du TAC au laboratoire (Mars 2022)

#### **d. La dureté (TH)**

La dureté de l'eau est causée par divers ions métalliques polyvalents dissous, principalement ses sels de calcium et de magnésium .(Malloum et al. 2015)

La dureté est une mesure courante de la façon dont l'eau réagit avec le savon et l'eau dure. Il faut beaucoup de savon pour créer la mousse .(OMS, 2017)

#### **e. La salinité (SAL)**

La salinité du sol et de l'eau constitue le problème majeur dans beaucoup de pays du monde. La majorité des eaux d'irrigation dans la région saharienne en Algérie est d'origine souterraine. Les eaux des nappes phréatiques sont toujours très salées avec plus de 4 à 5g/l de résidus sec et bien souvent trois fois plus. (MASMOUDI, 2011)

#### **f. Sels dissous (TDS)**

On appelle TDS on (minéralisation totale) la masse totale des minéraux dissous (anions et cations) et non dissous (la silice) exprimés en mg /l. (GUIRAUD et All, 1980)

### **9.2.3. Caractéristiques chimiques des eaux**

#### **a. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

C'est un métal alcalino-terreux, généralement l'élément principal de l'eau potable. Le contenu varie essentiellement en fonction de la nature du terrain traversé. Le calcium est

---

présent dans les eaux traversant le calcaire. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau. (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016)

**b. Magnésium ( $Mg^{2+}$ )**

La plupart des eaux naturelles contiennent généralement de petites quantités de magnésium . C'est un élément important de la dureté de l'eau, il donne un goût désagréable à l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées .(Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016)

**c. Le Chlorure ( $Cl^-$ )**

Le chlorure est un anion inorganique important à des concentrations variables dans l'eau naturelle, généralement sous forme de sels de sodium (**NaCl**) et de potassium (**KCl**), Ces anions ne se combinent pas facilement avec des éléments chimiques et restent très mobiles. Il est un bon indicateur de pollution. (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016)

**d. Les Nitrates ( $NO_3^-$ )**

Les nitrates sont des ions naturels présents dans l'environnement. ils viennent de Décomposition de la matière organique (DINEPA et al. 2013). Ces polluants sont le produit chimique le plus répandu dans les masses d'eau du monde entier.

La contamination de l'eau potable par les nitrates est plus souvent associée à une certaine forme de contamination anthropique. Le nitrate est très soluble dans l'eau, Il est facile de se déplacer sous terre. Les nitrates peuvent s'accumuler avec le temps dans l'eau souterraine, qui peut ensuite être utilisé comme source d'eau potable. (Hailu, 2017)

**e. Les Nitrites ( $NO_2^-$ )**

Ils sont également assez répandus, mais à des niveaux bien inférieurs au nitrates. Le nitrite provient de l'oxydation incomplète de la matière organique. On peut les trouver dans la plupart des aliments, l'atmosphère les eaux de surface et souterraines .(Belghiti et al., 2013)

Le nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie dans certains cas et parfois une suffocation chez les bébés nourris au biberon. (Samake, 2002)

**f. L'Ammonium ( $NH_4^+$ )**

L'azote ammoniacal est un  $NH_3^+$  toxique. Sa présence dans l'eau explique le processus de dégradation incomplète du  $NH_4^+$  organique et de l'azote ammoniacal .Il devient rapidement

nitrite et nitrate par oxydation. L'Ammoniac présente l'inconvénient de la nécessité d'augmenter la consommation de chlore lors de la désinfection. (Tchadien, 2014)

#### g. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.)

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante Concentration maximale admissible de phosphate en eau potable est 0.5 mg/l (JEANCLAUDE, 1992)

**Tableau 03.** Les normes physico-chimiques liées aux substances indésirables selon l'OMS et le journal officiel algérien. (OMS, 2006 ; JORA, 2011)

| Paramètres                     | Normes OMS          | Normes Algériennes |
|--------------------------------|---------------------|--------------------|
| Turbidité                      | 5 NTU               | 5 NTU              |
| Dureté $\text{CaCO}_3$         | 200 ppm             | 200 ppm            |
| Nitrates( $\text{NO}_3^-$ )    | 50 mg/l             | 50 mg/l            |
| Nitrites( $\text{NO}_2^-$ )    | 0.2 mg/l            | 0.2 mg/l           |
| Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )   | 0.5 mg/l            | 0.5 mg/l           |
| Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )    | 250 mg/l            | 500 mg/l           |
| Potassium( $\text{K}^+$ )      | 12 mg/l             | 12 mg/l            |
| Calcium( $\text{Ca}^{2+}$ )    | 100 mg/l            | 200 mg/l           |
| Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) | 50 mg/l             | Non mentionnées    |
| Fer ( $\text{Fe}^{+2}$ )       | Pas de valeur guide | 0.3 mg/l           |
| Cuivre ( $\text{Cu}^{2+}$ )    | 2 mg/l              | 2 mg/l             |
| Zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ )      | 3 mg/l              | 5 mg/l             |

---

## 10. Caractéristiques bactériologiques

La qualité bactériologique de l'eau est un paramètre très important qui nécessite un contrôle permanent en présentant les raisons les plus courantes de la dégradation de la qualité des eaux.



**Fig.8.** Photo d'une analyse bactériologique de l'eau (Mars 2022)

Les principales bactéries à rechercher dans les eaux sont :

### 10.1. Les germes totaux

Les comptages de bactéries aérobies mésophiles ou de bactéries totales visent à estimer la densité des populations bactériennes générales dans l'eau potable. Ainsi, il permet une évaluation complète de la qualité générale de l'eau sans qu'il soit nécessaire d'identifier la source de pollution de cette eau. En règle générale, ce décompte est utilisé comme indicateur de l'efficacité du traitement, en particulier Traitement physique, comme la filtration au sol, qui devrait entraîner une baisse significative de la concentration bactérienne, voire aucune bactérie. (Ayad, 2016)

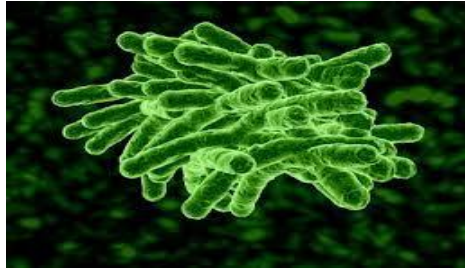
### 10.2. Les coliformes

Le terme « **coliformes** » regroupe de nombreuses espèces bactériennes qui appartiennent en fait à la famille des « **Enterobacteriaceae** » et sont classiquement caractérisées par la fermentation de lactose produit des gaz. On distingue deux types.

#### 10.2.1. Coliformes totaux

Ce sont des aérobies facultatifs en forme de bâtonnets, non sporulants, à Gram (-) négatif Oxydase négative. Capable de fermenter le lactose ou (mannitol) produisant de l'acide et du gaz en 48 heures dans la plage de température de 35°C à 37°C (RODIER J., 2005)





**Fig.9.** Coliformes totaux (SABC, 2022)

### 10.2.2. coliformes fécaux

Coliformes fécaux ou Coliformes thermotolérants Correspond aux Coliformes qui partagent les mêmes propriétés (propriétés des bactéries coliformes), capables de fermenter le lactose et de produire de l'acide et du gaz en moins de 24 heures à des températures comprises entre 36°C et 44°C.



**Fig.10.** Coliformes fécaux (SABC, 2022)

### 10.3. Les streptocoques fécaux

Streptococcus est une bactérie omniprésente dans le sporophyte de l'eau, de l'air, du sol (Delarras, 2014). Plus résistant au stress et à la chloration que les coliformes et survit habituellement dans l'environnement pendant une longue période. De plus, contrairement aux coliformes, il est très difficile de grandir à nouveau dans le réseau. (Ouahchia et al., 2015)

### 10.4. Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

Les bactéries sulfito-réductrices font partie des paramètres de l'indice de qualité, témoin du fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau lorsque cette dernière est une eau de surface ou affectée par les eaux de surface. Ces bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont recherchées par des méthodes de standardisation. Dans une colonie typique en

développement, une colonie formée de spores, les agents réducteurs du sulfate de Clostridium doivent être prouvés (Rodier, 1996).

**Tableau 04.** Normes et recommandation pour la qualité bactériologique de l'eau potable

(OMS, 2006)

| <b>Paramètres bactériologiques</b>   | <b>Unités</b>      | <b>Recommandation (OMS)</b> |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| <b>Germe totaux</b>                  | <b>Germe/ml</b>    | <b>100</b>                  |
| <b>Coliformes fécaux</b>             | <b>Germe/100ml</b> | <b>0</b>                    |
| <b>Streptocoques fécaux</b>          | <b>Germe/100ml</b> | <b>0</b>                    |
| <b>Clostridium sulfite réducteur</b> | <b>Germe/20ml</b>  | <b>0</b>                    |

## 11. Maladies provoquées par les micro-organismes qui polluent les plans d'eau

L'eau source de vie peut transporter de nombreux micro-organismes, Diverses bactéries, virus et protistes qui y vivent et s'y développent.

Aujourd'hui, dans les pays industrialisés, la santé individuelle et collective de plus en plus respectées, on n'observe plus d'épidémies inquiétantes maladies infectieuses associées à l'eau potable.

Il existe deux groupes de lésions à base d'eau, à ne pas confondre ; raisons supplémentaires pour diverses mesures thérapeutiques et préventives :

- a. Maladies acquises ou transmises par contact avec de l'eau contaminée vecteur.
- b. Maladies associées à l'eau potable contaminée par des bactéries agent pathogène.

Leurs premier signe est toujours la diarrhée. (Monjour, 1997)

Nous appelons collectivement les maladies d'origine hydrique ou MTH (maladie d'origine hydrique) Maladies causées par l'eau potable contaminée par des déchets animaux ou les humains, qui contiennent des micro-organismes pathogènes. (Tourab 2013)

Parmi ces maladies :

Brucellose, tuberculose, typhoïde, choléra et diarrhée, sans oublier les maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année dans le monde. (Wahdi, 1995)

Selon l'Organisation mondiale de la santé, 6 000 personnes meurent chaque jour dans le monde par les maladies diarrhéiques. En conséquence, près de 2 millions de personnes sont mortes en 2001, Plus de la moitié d'entre eux sont des enfants.

**Tableau.05. Maladies provoquées par les micro-organismes contaminants l'eau**

| <b>Maladies</b>  | <b>Agents pathogènes</b>  |
|--|---|
| d'origine bactérienne :<br>- la Typhoïde et la paratyphoïde<br>- La dysenterie bacillaire<br>- le choléra<br>- la Gastro-entérite aiguë et la diarrhée | - Salmonelle typhique ; Salmonelle parathyphique A et B ; Shigella sp ;<br>- Vibrio cholerae ; Escherichia coli ; Entérotoxique ; Campylobacter ; Yersiniaenterocolitica ; Salmonelle ; Shigella sp |
| d'origine virale :<br>- L'hépatite A et E<br>- La polio ; La Gastroentérite aiguë et chronique   | - Virus de l'hépatite A et E<br>- Virus de la poliomyélite ; Virus Norwalk Rotavirus ; Enterovirus ; Adenovirus   |
| d'origine parasitaire :<br>Dysenterie amibienne parasite gastro-entérite   | gastro-entérite ;Entamoeba histolytica ; Giardia lamblia ; Cryptosporidium  |

## 12. Pollution de l'eau

### 12.1. Définition de la pollution de l'eau

La pollution peut être définie comme la dégradation ou la perturbation de l'environnement, qui est généralement causée par des substances additives ou exogènes.

### 12.2. Origines

Il existe trois types de pollution

#### 12.2.1. Pollution domestique

---

Généralement transportée par un réseau d'égouts, rejetée par des ménages ou des centres d'activités vers les stations d'épuration. Ses caractéristiques sont :

- Contenu organique élevé,
- Les sels inorganiques, dont l'azote et le phosphore,
- Détergent,
- Bactéries fécales.

#### **12.2.1.1. Pollution des eaux pluviales urbaines**

Émerge grâce à un réseau de collecte spécifique, avec des points de concentration des émissions, ce qui peut causer de graves perturbations.

Elle se caractérise par :

- Haute teneur en minéraux des matières en suspension (sable, gravier, poussière);
- la présence de grandes quantités de petits solides ou de débris flottants ;
- Fortes concentrations de toxines et d'hydrocarbures (lessivage des parkings, résidus corrosion des équipements métalliques, etc.).

#### **12.2.2. pollution industrielle**

Selon l'eau utilisée, ses caractéristiques sont très diverses. Elle dépend de la quantité d'eau utilisée dans le processus (refroidissement, lavage, extraction, en solution, ... etc.) et l'activité des usines (chimie, traitements de surface ... etc.). Tous les sous-produits possibles se retrouvent donc dans l'eau comme bon solvant.

Caractéristiques :

- Matières organiques et graisses (industrie agro-alimentaire, abattoirs et raffinage) ;
- Hydrocarbures (raffineries) ;
- Acides, bases, produits chimiques (industries chimiques et pharmaceutiques) ;
- Eau chaude (centrale thermique) ;
- Substances radioactives (centrales nucléaires, centres de recherche, hôpitaux).

### 12.2.3. Pollution agricole

Comprend une composante domestique, généralement à partir d'un site d'exploitation non connecté au réseau (habitats ruraux dispersés), et composants plus spécifiques, mais Il est complexe et présente principalement les caractéristiques suivantes :

- De forte teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium), provenant des engrais et des effluents d'élevage (fumiers, lisiers) ;
- Des substances oxydables issues de sous-produits d'élevage et des lavages d'aires (matières organiques, ammoniacque) ;
- La présence de produits chimiques de traitement des cultures (produits phytosanitaires) ;
- La présence épisodique dans les effluents d'élevage de produits sanitaires. (bactéricides, antibiotiques) (Genin ,2003)

## 13. Circuit d'eau potable

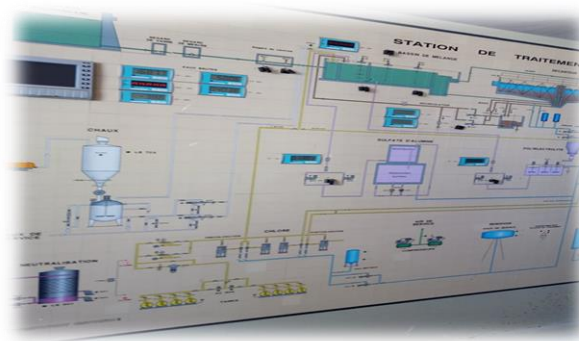
### 13.1. Capture

L'eau provient de rivières, de lacs de barrage ou d'aquifères souterrains. Les eaux souterraines ne subissent généralement pas de traitement physico-chimique.

### 13.2. Traitement de l'eau

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et impuretés nocives pour la santé.

Il existe plusieurs types de traitement des eaux de consommation. Dans ce qui suit on va détailler les étapes de traitement par procédé de coagulation-floculation



**.Fig.11.** Schéma d'une station de traitement par procédé de coagulation-floculation.

---

## 14. Différentes étapes de traitement

### 14.1. Prétraitement

L'eau doit être éliminée autant que possible avant l'élimination des éléments dont la nature et la taille peuvent empêcher un traitement ultérieur. Dans le cas de l'eau potable, il existe deux principaux types de prétraitement :

- **Le dégrillage** : permet de protéger les ouvrages en aval de l'arrivée de gros objets qui peuvent provoquer des blocages dans les différentes unités de traitement.
- **Le tamisage** : Éliminer les objets plus fins que ceux éliminés par tamisage, par exemple, ce sont des morceaux de plastique ou de plastique. (Hernandez, 2006)
- **L'aération** :

L'eau brute peut être de mauvaise qualité, c'est-à-dire.

- Hypoxie (O<sub>2</sub>)
- Chargé de CO<sub>2</sub> et d'autres substances volatiles.

Par conséquent, l'aération est utilisée pour améliorer la qualité de l'eau de diverses manières. Se réfère à. (KEMASSI et OUANOUGH, 1997)

### 14.2. Clarification

C'est l'ensemble des opérations qui permet d'éliminer les substances toxiques présentes dans l'eau et capter le maximum de solides en suspension. (Hernandez, 2006)

Il y a deux opérations :

La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes.

- **La coagulation** élimine les colloïdes responsables de la turbidité telles que les particules d'argile, certaines bactéries et d'autres matières organiques. Le coagulant le plus souvent utilisé est le sulfate d'aluminium.
- **La floculation** est un processus lors duquel les produits de la coagulation sont conçus pour former des "flocs" de taille et de poids suffisant pour permettre leur élimination par sédimentation ou filtration (Hernandez, 2006 ; Boni, 2009 ; Malteser, 2014).

---

### 14.3. Décantation

Cela comprend l'utilisation de la densité de l'eau et particules solides en suspension ; ces dernières sont lourdes et tombent lentement au fond (Bonin, 1986). La décantation permet de séparer deux phases (solide-liquide) par une méthode simple gravitationnelle. C'est une fonction de la taille des particules, de la vitesse et de la vitesse de concentration. Ces particules en suspension sont soit présentes dans l'eau brute, soit résultent de l'action d'agents chimiques ajoutés artificiellement (coagulation-floculation) (KEMASSI et OUANOUGH, 1997)



**Fig.12.** Bassin de décantation (Mars 2022)

### 14.4. Filtration sur sable

C'est un procédé visant à clarifier une suspension d'un liquide contenant des substances à travers un milieu poreux composé de matière particulaire : de très petites particules présentes à l'origine ou issues de la floculation restant dans la masse d'eau. (CADROT, 2002)

Dans la plupart des cas, c'est l'obstacle ultime et obligatoire dans le domaine du traitement de l'eau. Il est conçu pour réaliser ou compléter la réduction des particules en suspension, des coliformes, des virus, des parasites et de la turbidité grâce aux lits filtrants

À cette station, nous avons six réservoirs de filtre, la couche de sable est d'une hauteur de 1 à 1,2 m. L'opération de lavage à contre-courant du filtre est basée sur le colmatage (turbidité et chute de pression) (ADE).



Fig.13. Bassins de Filtration

#### 14.5. Adsorption

L'adsorption définit les propriétés de certains matériaux avec des molécules immobilisées (gaz, ions métalliques, molécules organiques...) à leur surface. (DEGREMOT, 1989)

L'adoucissement est la réduction des degrés hydrologiques ; il est essentiel lorsque la dureté de l'eau est trop élevée. (Bonin, 1986)

#### 14.6. Désinfection

La désinfection est un traitement qui détruit ou élimine les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies ; ce traitement n'inclut pas nécessairement la stérilisation (DESJARDINS, 1990).

##### a. Méthodes de désinfection

- **Méthodes physiques** : L'eau peut-être stérilisée par ébullition, mais ces méthodes sont à application limitée ou par U.V.
- **Méthodes chimiques** : on peut citer l'ozone, le permanganate de potassium Argent métallique et eau de Javel.

##### b. Produits de désinfection

##### ➤ Le chlore

C'est l'oxydant le plus largement utilisé dans la désinfection des eaux. Faible coût et facile à utiliser, en particulier dans les petites installations. Sa persistance dans le réseau de distribution est autant d'avantages qui affectent son utilisation (HASALY et LECLERE, 1993). En plus de son effet bactéricide, le chlore a plusieurs propriétés secondaires importantes dans le traitement de l'eau ; oxydes de fer, manganèse et sulfure d'hydrogène ; il détruit certains



---

éléments qui donnent à l'eau un goût ou une odeur désagréable. Il protège aussi les installations contre les algues et les boues organiques et facilite la coagulation (RAJAGOPALA, 1985).

➤ **Acide hypochloreux.**

Comme d'autres sources possibles de chlore, on peut citer les chloramines, les sulfachloronides et les bioxydes de chlore.

L'eau de javel, comme produit de ménage et sanitaire, constitue une excellente désinfection.

Chez l'homme, le chlore est un puissant irritant de l'appareil respiratoire même à de faibles concentrations. La respiration de chlore dans les endroits clos entraîne des nausées et de la toux, il est de règle générale de prendre les précautions nécessaires dans le cadre de la manipulation du chlore et ses dérivés (BOUZIANI, 2000).

L'eau de Javel est un produit toxique et corrosif surtout lorsqu'il est concentrée ; elle peut provoquer des brûlures de la peau et des yeux en cas de projection.

➤ **L'ozone**

L'ozone sort d'oxygène condensé, est un excellent procédé de lutte contre les microbes et les entérovirus et il est donc destiné à un plus large usage. L'ozone présente l'inconvénient d'être un gaz instable et coûteux ce qui explique sa faible rémanence (Anonyme, 1998).

➤ **L'iode**

C'est un procédé extemporané de fortune : une eau fortement souillée, après traitement d'un quart d'heure avec 1/10000 d'iode ne contient plus de germes pathogènes (anonyme, 1998).

➤ **Le permanganate de potassium**

Le permanganate de potassium  $MnO_4K$  est un stérilisant efficace à dose relativement élevée (2 mg/l) avec le temps de contact prolongé (24heures) (BONIN, 1986).

➤ **Autres métaux**

Comme le cuivre et l'argent parfois employés par contact de l'eau avec du sable argenté. Mais ce procédé risque de fournir de l'eau elle-même bactéricide, présentant pour la consommation humaine un certain risque au regard des voie digestives (BONIN, 1986).

---

## **15. Conditions générales pour une bonne désinfection**

Pour être efficace, la désinfection doit être effectuée sur une eau de bonne qualité. La teneur en matière en suspension doit être aussi réduite que possible. En effet les bactéries et les micro-organismes peuvent s'agglomérer sur les matières en suspension qui protègent de l'effet des désinfections. La teneur en MO, COT et sur tant COA (Carbone Organique Assimilable) doit être la plus faible possible. (DEGREMOT, 1989)



# **Chapitre II**

## **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

---

Le présent travail a été élaboré dans la région de Guelma, Nord-est Algérien. Il a pour objectif la détermination de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du robinet de quelques quartiers de la ville par réalisation des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Nous avons suivi la qualité de l'eau à travers des analyses qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux de Hammam Debagh, Guelma, à partir de 6 prélèvements. Ces analyses nous ont permis de connaître la teneur de l'eau en différents paramètres, pour savoir si cette eau répond aux normes fixées par la législation, car certains de ces derniers sont toxiques aux certaines doses.

Dans ce chapitre nous présentons les différentes méthodes et matériels utilisés pour la réalisation de ce travail.

### **1. Description du site de prélèvement**

La région de Guelma est caractérisée par un climat semi-humide au centre et au nord et semi-aride au sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. Les températures varient de 4°C en hiver à 35,4°C en été, avec une moyenne de 17,3°C.

La station de traitement d'eau potable de Hammam Meskhoutine (Debagh) dessert environ 300 000 personnes, elle a un débit journalier d'environ 47 000 m<sup>3</sup>/jour.

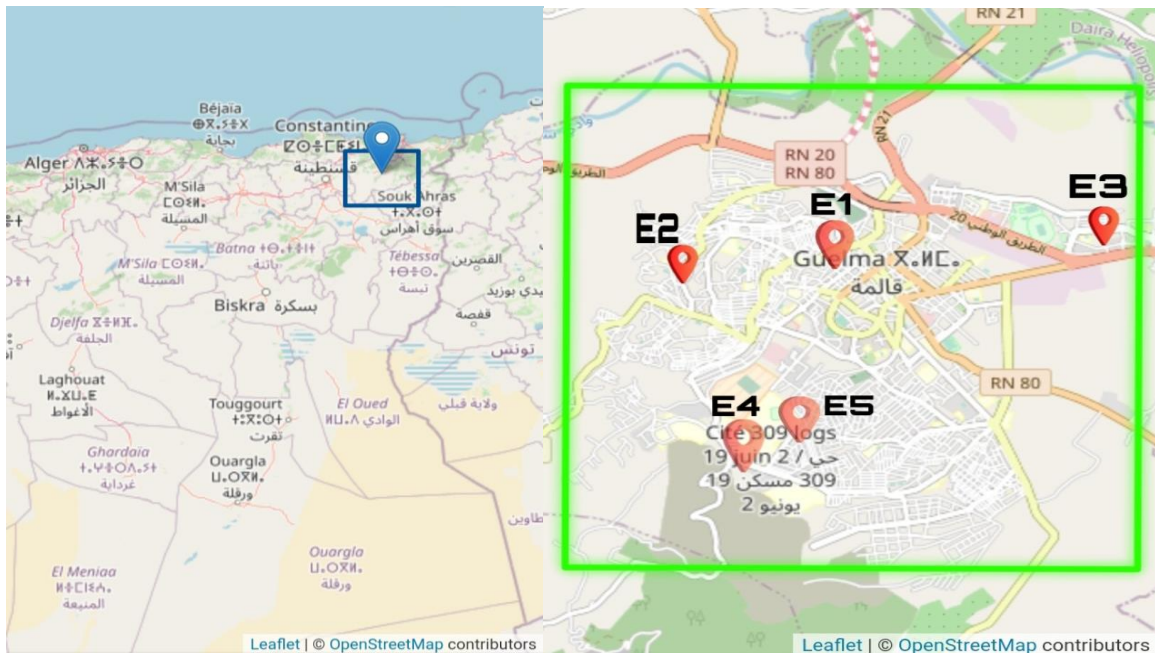
L'eau potable produite dans la station doit effectivement conserver sa qualité depuis la sortie de la station jusqu'au robinet de l'utilisateur. Par conséquent, une bonne distribution découle de l'absence de débits d'eau dangereux sur l'ensemble du réseau.

Après traitement de l'eau potable, l'eau est stockée dans des réservoirs ou des châteaux d'eau avant d'être distribuée à la population et aux autres usagers (industriels, commerciaux, administratifs, pompiers, voirie, etc.). Le réseau public de distribution est alors raccordé au réseau privé via des compteurs d'eau.

Les réseaux de distribution d'eau potable sont constamment exposés aux matières organiques biodégradables et aux flux microbiens provenant des stations d'épuration, ainsi qu'aux événements (interruptions, réparations) qui surviennent dans le réseau lui-même. Certains de ces micro-organismes (notamment les bactéries hétérotrophes) sont adaptés à ce milieu pauvre en nutriments et peuvent ainsi coloniser l'ensemble du réseau de distribution d'eau potable, les plus fortes densités de micro-organismes se retrouvant à la surface des matériaux

supportant et s'organisant sous forme de microcolonies ou de multiples ou moins dispersé et mélangé avec des produits de corrosion et des précipités inorganiques.

Afin de bien voir l'impact des différents paramètres affectant la qualité de l'eau du barrage traitée à la station de traitement d'eau potable de Hammam Debagh - Guelma, et dans le trajet à partir de la station jusqu'aux différents usagers, nous avons choisi des quartiers bien représentatifs dans le chef-lieu de la Wilaya, alimentées par ces eaux de barrage. (Fig.14)



**Fig.14.** Inventaire des points de prélèvement

Les points de prélèvement sont intégralement présentés dans le tableau ci-dessous

**Tableau 6.** Présentation des sites d'Échantillonnage

| Point de prélèvement                 | Date du prélèvement | Heure de prélèvement | Matériaux du réseau | Nature du prélèvement       | Code du Prélèvement | Réservoir |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|
| CITÉ GUERGOURE                       | 20/03/2022          | 10:34 AM             | PVC                 |                             | E2                  | SP3       |
| CENTRE VILLE, LA RUE D'ANONA         | 20/03/2022          | 11:01 AM             | Fonte               | Eau du robinet + Réservoirs | E1                  | R5        |
| CITÉ EL AMIR ABD EL KADER            | 20/03/2022          | 11:32 AM             | PEHD                |                             | E3                  | R1        |
| CITÉ DE 1000 LOTS                    | 21/03/2022          | 7:06 AM              | PVC+ PEHD           |                             | E4                  | R5        |
| CITÉ DU 19 JUIN                      | 20/03/2022          | 16:30 AM             | PEHD                |                             | E5                  | R5        |
| STATION DE POMPAGE À LA SORTIE (SP1) | 20/03/2022          | 09 :00 AM            |                     |                             | RST                 | SP1       |

Notre plan d'échantillonnage est basé sur un protocole qui tient compte du matériau et de l'état du réseau de distribution et du mode de stockage de l'eau. Tous les échantillons ont été prélevés sur l'eau du robinet de plusieurs communautés afin de bien voir l'impact des différents paramètres affectant la distribution de cette eau de la station de traitement jusqu'aux différents utilisateurs.

---

## **2. Différents matériaux utilisés dans les réseaux de distribution d'eau potable des points prélevés**

### **2.1. Polychlorure de vinyle (PVC) (1000 Lots)**

Le PVC est un matériau synthétique hautement développé avec des propriétés techniques presque idéales mais problématique d'un point de vue écologique et anti-incendie. Il est utilisé dans l'eau potable, notamment sous sa forme chlorée : le PVC-C. Celui-ci résiste à des températures jusqu'à 100°C et peut être utilisé pour les conduites d'eau froide ou chaude. Le PVC .U. est aussi appelé PVC.

### **2.2. Fonte (Cité Guergour)**

Le tuyau en fonte est un type de tuyau qui permet à un fluide de circuler entre deux destinations plus ou moins éloignées. La particularité des tuyaux en fonte réside dans leur composition à base de fonte, ce qui les rend inoxydables et résistants. Les tuyaux en fonte sont obtenus par centrifugation et sont principalement en fonte grise. Les tuyaux en fonte sont principalement utilisés pour les canalisations souterraines qui transportent de l'eau, des produits pétroliers ou du gaz naturel. Les tuyaux en fonte peuvent supporter des pressions jusqu'à PN 10 et sont résistants à la corrosion.

### **2.3. Polyéthylène de haute densité (Cité El Amir, 19 juin, 1000 lots)**

Les canalisations en PEHD répondent pleinement aux attentes du développement durable. Durabilité, longévité, étanchéité et insensibilité à la corrosion. Le polyéthylène, un polymère formé uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène, a largement contribué à la protection de l'environnement.

## **3. Les fuites**

L'eau potable est transportée par des canalisations fermées, généralement enterrées. Les pertes et bris d'eau augmentent avec le vieillissement lié aux canalisations et à leurs caractéristiques environnementales, avec une diminution des performances hydrauliques et de la qualité de l'eau, et peuvent entraîner une baisse de la qualité de l'eau suite à l'introduction d'eau contaminée, une perturbation du trafic après une inondation et un risque de refoulement.

#### 4. Les incrustations

Le dépôt de carbonate peut être favorisé par aération, ou au contraire neutralisé par l'ajout de chaux, avant l'alimentation en eau du réseau. Les incrustations dans les conduites d'eau, qui se manifestent souvent de façon spectaculaire, sont souvent responsables de la réduction progressive du débit d'eau, qui nécessite un traitement pour rétablir la productivité initiale.

#### 5. Transport et conservation des échantillons

Les flacons doivent être soigneusement étiquetés et transmis sans retard au laboratoire, il importe de procéder à l'analyse dans un délai très court. Si le transport doit dépasser une heure, il faut utiliser une boîte isotherme munie d'éléments réfrigérants (Guiraud, 1998)

#### 6. Échantillonnage

Le prélèvement des échantillons d'eau doit être effectué dans des conditions générales d'hygiène strictes, de manière à éviter la contamination des échantillons d'eau prélevés et la contamination externe de l'environnement. (Anonyme, 2006, b)

##### 6.1.Échantillons pour analyses physico-chimiques

Pour l'analyse physico-chimique, les échantillons ont été conditionnés dans des bouteilles en plastique. Après prélèvement, étiqueter les flacons et les placer dans une glacière à l'abri de la lumière à 4°C et analyser dans les 24 heures. (Rodier, 2009)



**Fig.15.** Echantillons d'eau prélevés pour analyse physico-chimique

##### 6.2.Échantillons pour les analyses bactériologique

Remplir soigneusement les échantillons d'eau dans des flacons en verre stériles de 500 ml avec des bouchons en verre rodé. Ces échantillons ont été prélevés dans des conditions stériles,



en laissant un vide d'air dans le flacon pour permettre la remise en suspension des micro-organismes dans le milieu approprié par agitation avant inoculation (Fig.16). Les échantillons sont envoyés au laboratoire dans une glacière à une température de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  pour analyse bactériologique. (Rodier, 2009)



**Fig.16.** Echantillons d'eau prélevés pour les analyses bactériologiques

## 7. paramètres physiques

### 7.1.Mesure sur le terrain

Les paramètres physiques de l'eau ne peuvent être mesurés que sur terrain, car la valeur peut changer très rapidement dans l'échantillon prélevé. Les paramètres mesurés sont :

La température de l'eau, le pH, la salinité, la conductivité et le chlore.

Connaître précisément la température de l'eau est important, en effet, cela a un rôle dans la solubilité des sels, en particulier des gaz, dans la dissociation des sels par conséquent, l'effet de la dissolution sur la conductivité est connu dans la détermination du pH source d'eau et mélange. (Rodier, 1989)

#### a. La température

Affecte directement la réaction de dissolution de l'oxygène de l'eau, c'est-à-dire que plus l'eau n'est froide, plus la solubilité est grande.

**Principe :** la mesure de la température de l'eau est utilisée au point d'échantillonnage. On lit directement la température en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

### b. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau. Le contrôle du pH est important pour maximiser l'efficacité du traitement pendant le traitement de l'eau potable, et dans les réseaux de distribution pour contrôler la corrosion et réduire le relargage du réseau et les projets de pipeline.

**Principe :** Pour ce dosage, nous utilisons l'électromètre avec des électrodes combinaison selon la norme AFNOR. La méthode consiste à plonger dans l'échantillon, une électrode spécifique .(Kasim, 2005)

#### Mode opératoire

D'abord appuyez sur le bouton marche/arrêt pour allumer l'appareil. puis rincer l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec une serviette en papier jetable. En suite plonger l'électrode dans la solution à tester à une profondeur d'au moins quatre centimètre. attendre que la valeur se stabilise avant de lire. En fin Rincer à nouveau l'électrode avec de l'eau distillée et essuyer avec une serviette en papier jetable Nettoyer pour la prochaine mesure (Kassim, 2005).

### c. La Conductivité électrique

La conductivité de l'eau est la capacité à conduire l'électricité en siemens/mètre, permettant d'évaluer la quantité de minéraux dissous sous forme ionique. La conductivité naturelle est généralement comprise entre  $5.10^{-3}$  et  $150.10^{-3}$  S/m. (Mazzuoli, 2012)

La conductivité de l'eau augmente avec la température car Les ions augmentent en conséquence. (Rodier, 2009)

La mesure se fait in situ à l'aide d'un multi- paramètres.



Fig.17. photo d'un multi- paramètres

---

**d. La salinité**

La salinité est un facteur écologique majeur et la salinisation de l'environnement conduit à des changements majeurs apportés au biome sans causer de pollution. Les lectures sont effectuées par des multi paramètres in-situ.

**e. Le chlore**

Le dosage du chlore résiduel, du chlore résiduel libre et du chlore résiduel total peut être ajusté en utilisant du diméthyl-Para-phénylènediamine (D.P.D) à l'aide d'un réactif dissolvant les comprimés rapidement. Les résultats sont exprimés en mg/l et la réponse colorimétrique de chaque lecture est donnée par le chlore sur DPD en utilisant un comparateur lisible visuellement avec une échelle standard de couleur permanente. (Bouchlaghem et al. 2011)

**7.2.Mesure au laboratoire****a. Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble, c'est la diminution de la transparence qui devient liquide en raison de la présence de substances non dissoutes. C'est causé par le fait d'être dans l'eau les substances présentes dans les suspensions fines, telles que les argiles, les limons, les particules de silice, une petite partie de la nébulosité peut être due à la présence de substances colloïdales d'origines organiques ou minérales. (Reggam, 2015)

**Principe**

La turbidité est une mesure des propriétés optiques de l'eau, qui est déterminée par la dispersion et absorption de la lumière par les particules de matières en suspension présentes. La quantité de la turbidité mesurée dépend de variables telles que la taille, la forme et les propriétés de réfraction des particules. (Cardot et Gilles, 2013)

**Mode opératoire**

Remplir le réservoir stérile avec l'eau à analyser, Puis appuyez sur le bouton de mesure, Après prenez la lecture après que le turbidimètre soit stabilisé.

**b. résidu sec**

C'est une mesure de la quantité de minéraux dissous dans l'eau. Il donne un indicateur du degré de minéralisation de l'eau. Un résidu sec a été obtenu après évaporation de l'eau à 180°C. Il fournit des informations sur la teneur en substances dissoutes non volatiles. Selon la

région d'origine de l'eau, cette teneur peut varier de moins de 100 mg/L (eau des champs cristallins) à plus de 30 000 mg/L (Makaousi, 2014).

### Principe

Une quantité d'eau bien mélangée s'évapore dans la capsule tarée.

Le résidu est séché puis pesé, en effet à 105 – 110°C, le bicarbonate est transformé en carbonate, entraînant une perte de dioxyde de carbone.

### Mode opératoire

On sèche le bécher dans une étuve à 105°C pendant 15 minutes, puis refroidir dans un dessiccateur pendant 15 minutes ; peser la masse du bécher (m1). puis prélever 200 ml d'eau à analyser dans le même bécher, mettre celui-ci dans une étuve à 105°C pendant 24 heures, puis refroidir dans un dessiccateur pendant 1/4 d'heure et peser (m2) immédiatement.

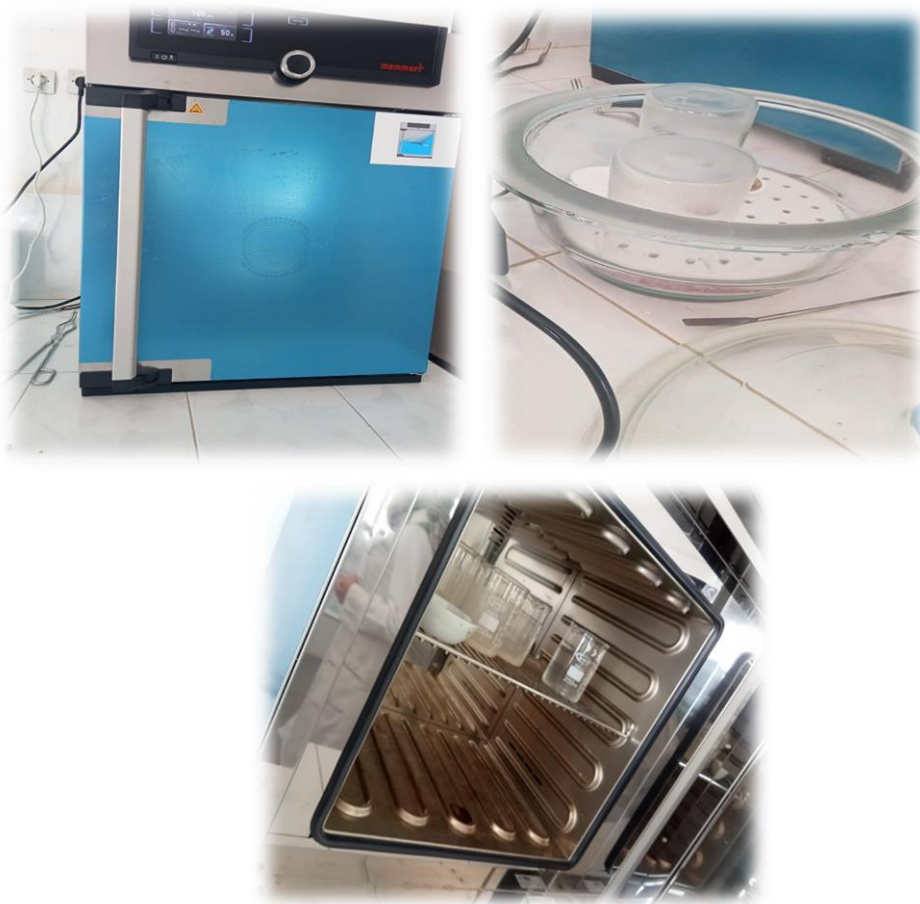


Fig.18. Mesure de résidu sec

---

**Expression des résultats**

Le résultat est donné en (mg/l) par la formule suivante :

$$RS \text{ (mg/l)} = [(m_2 - m_1) \cdot 5] \cdot 10^3$$

m<sub>1</sub> : le poids initial du bécher à vide.

m<sub>2</sub> : le poids résiduel.

**c. la Matière organique**

La matière organique désigne les matières décomposées d'origine animale, végétale et bactérienne, les composés organiques provenant des déchets et les débris environnementaux dans le sol. La matière organique fraîche se compose de litière, de branches, de résidus de culture, de racines mortes, de micro-organismes morts, etc. Elle est présente dans la plupart des couches de sol, terrestres ou aquatiques, et constitue 0,5 % à 10 % de la composition du substrat et de la biomasse. En théorie, il n'inclut pas les substances non décomposées. La première matière organique en décomposition à l'horizon est l'humus.

**Principe**

Cette opération consiste à mesurer la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières organiques d'origine animale ou végétale contenues dans l'eau en milieu acide et en milieu alcalin. Les réactifs ; solution d'acide sulfurique à 50 %, solution de permanganate de potassium N/80, solution d'acide oxalique.

**Mode opératoire**

Nous ajouter 100 ml d'eau à analyser dans l'erlenmeyer.

Après nous ajouter 10 ml d'acide sulfurique à 50 %. Ajouter 10 ml de solution de permanganate de potassium N/80 (coloration mobile), A partir du moment où la formation au fond du ballon fait éclater le liquide, utiliser une plaque chauffante pour chauffer l'échantillon jusqu'à ébullition pendant 10 minutes, Contre-titrer l'excès d'acide oxalique avec du permanganate de potassium,

La fin de la réaction est visible par le changement de couleur vers le rose clair.

**Expression des résultats**

La concentration en matière organique en mg/l est donnée par la formule suivante :

---

**MO (mg/l) = VKMnO<sub>4</sub> (ml).**

VKMnO<sub>4</sub> (ml) : le volume de permanganate de potassium nécessaire pour le titrage de la matière organique.

#### **d. La matière en suspension (MES)**

Les matières en suspension sont constituées de particules minérales ou organiques visibles de 1 mm à 1 µm d'origine naturelle (sable, vase, limon, plancton, etc.) ou artificielle (déchets municipaux ou industriels). Ils réduisent la pénétration de la lumière, ce qui réduit à son tour la croissance des plantes. Ils sont obtenus par filtration ou centrifugation puis séchés à 150°C jusqu'à l'obtention d'un résidu sec.

#### **Principe**

Séparation des matières en suspension par filtration sur disque filtrant en fibre de verre séchage à 105°C et pesée.

#### **Mode opératoire**

D'abord mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 105°C pendant 20 min, Puis laisser refroidir dans le dessiccateur, Ensuite les peser soit m1, On place les membranes dans la rampe à filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser à travers, Puis rendre les membranes à l'étuve (105°C) afin de les sécher pendant 20 min, Les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser une 2ème fois soit m2



**Fig.19.** Mesure de la matière en suspension

## **8. Les paramètres chimiques**

### **a. La dureté total (titre hydrotimétrique TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium.

La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon.

Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français. (Rodier et al, 2009)

### **Principe**

En pratique la dureté totale est définie par la somme des cations calcium et magnésium.

Les alcalino-terreux présentés dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel disodique de l'acide Diamintetracétique (EDTA).

---

**Réactifs**

- Indicateur coloré : noir érichrome T(NET).
- Solution d'EDTA.
- Solution tampon : ammoniacale 34%.

**Mode opératoire**

Introduire 50 ml d'eau à analyser, on ajoute 2 ml de solution tampon d'ammoniacale (pH= 9,5 – 10), puis ajouter quelques grains d'indicateur coloré NET, verser d'EDTA jusqu'au virage de couleur de rouge vers le bleu.

**Expression des résultats**

Le résultat est donné par la formule suivante :

$$\text{TH (}^\circ\text{F)} = \text{V (ml)} * 2$$

V: Volume d'EDTA nécessaires pour le TH.

**b. L'alcalinité (TA + TAC)**

Contrairement à l'acidité, l'alcalinité de l'eau correspond à la présence d'alcalis et de sels acides faibles. Dans l'eau naturelle, la cause la plus fréquente d'alcalinité est la présence de Bicarbonate, Carbonate et Hydroxyde.

Pour la mesure de l'acidité, on distingue deux rubriques, la rubrique alcalinité ou en-tête d'alcalinité simple (TA) et en-tête d'alcalinité complet (TAC), mesure continue de TA et TAC sur le même échantillon, les deux. La méthode de mesure sera introduite en même temps (Rodier et al., 2009).

**c. Titre d'alcalinité TA****Principe**

Le dosage est basé sur des acides minéraux neutralisant un volume d'eau (HCl) dilué en présence de phénolphthaléine (indicateur coloré).

**Réactifs**

- ✓ Acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- ✓ Indicateur coloré : phénolphthaléine dans de l'alcool à 0,5 %.



---

✓ Solution d'orange de méthyle.

### **Mode opératoire**

- Introduire 100 ml d'eau à analyser, On ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine (rose), après titrer par le H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'à la disparition de la couleur, Si la couleur n'apparaît pas :

**TA = 0 (pH < 8,3 donc TA = 0).**

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné par la formule suivante :

**TA (°F) = V titré (ml)**

V titré : le volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour TA

### **d. Titre Alcalimétrique complet (TAC)**

#### **Principe**

Utiliser l'échantillon traité précédemment il n'y a pas de coloration.

#### **Mode opératoire**

On ajoute 2 à 3 gouttes de méthylorange, Puis titrer par le H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'au virage de couleur de jaune vers orangé.

#### **Expression des résultats**

**TAC (°F) = V titrer (ml) – 0,5**

**V titré : le volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour TAC**

### **e. La teneur en sel dissous (TDS)**

La quantité de sels minéraux dissous influe sur la conductivité, la mesure permet La détermination de la quantité totale de sels minéraux dissous dans l'eau est appelée TDS.

Une eau dont la salinité est inférieure à 600 mg/l est généralement considérée aussi bonnes que soient les mesures TDS en laboratoire à l'aide de multi paramètres ou Mettre une

---

certaine quantité d'eau à analyser dans un bécher stérile et l'introduire dans le compteur TDS eau dans un des appareils. (Rodier, 1996)

### **8.1. Les éléments majeurs**

#### **a. Le calcium $\text{Ca}^{2+}$**

Forme de carbonate. ces sels sont présents dans presque toutes les eaux naturelles et sa teneur dans l'eau, de 1 à 150 mg/l, ce qui est directement lié aux propriétés géologiques de l'eau selon les terrains traversés. Les sels de calcium sont principalement obtenus lors de l'érosion des roches. Le calcaire est constitué de dioxyde de carbone dissous  $\text{CO}_2$  qui constitue le principal facteur économique dominant les eaux de surface. Le calcium est l'élément principal de la dureté de l'eau. (Makaousi, 2014)

#### **Principe**

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Sa teneur est liée directement à la nature géologique des terrains traversés. Il existe à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme des sulfates, chlorure ...etc. (Rodier, 2009). Sa présence dans l'eau est liée principalement à deux origine naturelles, soit la dissolution des formations carbonatées  $\text{CaCO}_3$ , soit la dissolution des formations gypseuses ( $\text{CaSO}$ ) (Cardot et gilles, 2013).

#### **Réactif**

- Indicateur coloré : murixide.
- Solution d'EDTA ( $\text{C}_{10} \text{H}_{14} \text{N}_2 \text{Na}_2 \text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).
- Hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$

#### **Mode opératoire :**

On introduit 50 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer au col large, L'addition de 2 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ), on ajoute deux gouttes d'indicateur de murixide, titrer avec l'EDTA jusqu' au virage du rose au violet.

#### **Expression des résultats**

La concentration de calcium, en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] \text{ mg /l} = V (\text{ml}) * 8,01$$

---

**V : Volume d'EDTA nécessaires pour le Ca<sup>2+</sup>.****b. Le magnésium Mg<sup>+</sup>**

Le magnésium se classe au huitième rang des éléments naturels les plus abondants dans la nature. Il représente 2,5 % de la croûte terrestre et forme généralement des roches ressemblant à des roches giobertite (magnésite), dolomite, olivine, serpentine, talc et amiante. Principale source du magnésium dans ces eaux est les minéraux de fer et de magnésium dans les roches sédimentaires de carbonate igné et de magnésium.

Dans les régions riches en magnésie, l'eau peut contenir des concentrations de 10 à 50mg/l de cet élément. (Makaousi, 2014)

**Principe**

Titration molaire des ions calcium et magnésium avec des solutions de sel disodique Acide éthylène diamine tétra acétique (EDAT) à pH=10. Erichrome noir T, produit rouge foncé ou violet en présence d'ions calcium et magnésium, utilisés comme indice.

**Réactifs**

- Indicateur coloré : noir érichrome T.
- Solution d'EDTA (C<sub>10</sub> H<sub>14</sub> N<sub>2</sub> Na<sub>2</sub>O<sub>8</sub> H<sub>2</sub>O).
- Solution NH<sub>4</sub>OH.

**Mode opératoire**

Introduire 50 ml d'eau à analyser, on ajoute 2 ml d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub> OH),

Puis on ajoute quelque graine de Noir Erichrome T (NET), Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'au virage couleur bleu.

**Expression des résultats**

La concentration de magnésium par mg/l est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Mg}^{2+}] \text{ mg/l} = [(V_1 * 0,2) - (V_2 * 0,2)] 24,305$$

**V<sub>1</sub> : volume de d'EDTA pour TH.**

**V<sub>2</sub> : volume de d'EDTA nécessaire pour la concentration de Ca<sup>2+</sup>.**

---

### c. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives, La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé.

#### Principe

Les ions de chlorure sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) en présence de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'un précipité rouge (chromate d'argent).

#### Réactifs

- Solution de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).
- Solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à 10%.

#### Mode opératoire

- Introduire 25 ml d'eau à analyser dans un Erlenmeyer au col large, on ajoute 2 à 3 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre), Titrer avec la solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) à 10% jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre.

#### Expression des résultats

Le résultat est donné par la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] \text{ (ml/l)} = V(l) * 142$$

- **$V(l)$  : volume de l' $\text{AgNO}_3$  nécessaire pour les ions de chlorure.**

### d. Les sulfates $\text{SO}_4^-$

Les sulfates ( $\text{SO}_4^-$ ) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ) toxique en sulfate. (Belghiti et al, 2013)

#### Principe

Echange des cation présentés dans un échantillons à travers un échangeur d'ion d'hydronium ( $H^+$ ), réaction des ions sulfates présenté dans l'élut avec du chlorure de baryum pour former un précipité blanc (sulfate de baryum).

#### Réactifs :

- Chlorure de baryum ( $BrCl$ ).
- Solution stabilisante.

#### Mode opératoire

Introduire 50 ml d'échantillon ,on ajoute 1 ml de réactif mixte, puis attendre au moins 20 min, L'apparition de la coloration rose indique la présence des ions de sulfate, Et après faire la lecture au spectromètre.

#### e. Les bicarbonates $HCO_3^-$

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique . (Aouissi, 2009)  
La concentration des bicarbonates est calculée selon la relation suivante :

$$[HCO_3^-] = TAC (F^\circ) \times 12,2$$

### 8.2. Les éléments de pollution

#### a. Les Nitrates $NO_3^-$

L'ion nitrate ( $NO_3^-$ ) est l'aliment azoté de base de la plante et la clé des rendements élevés. Les nitrates que les racines trouvent dans le sol ont diverses origines : La dégradation de l'humus ; la matière organique (fraiche ou compostée) apportée comme fertilisant ; ou azote nitrique des engrais azotés chimiques.

La présence de nitrate dans l'eau est un indice de la pollution d'origine agricole (engrais) urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle .(Bouchrite Hakimi, 2016)

#### Principe

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

#### Réactifs

---

Solution d'hydroxyde de sodium à 30 %.

Solution de salicylate de sodium à 50 %.

Tartrate double de sodium.

### **Mode opératoire**

- Introduire 10 ml d'eau à analyser, on ajoute 1 ml de solution de salicylate de sodium à 50 %,

Après on évaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75- 88 °C, puis Prendre le résidu avec 2 ml de l'acide sulfurique, laisser reposer 10 min,

Puis ajouter 15 ml d'eau distillée, on ajoute 15ml de tartrate double de sodium et de potassium,

En fait à la fin la lecture au spectromètre.

### **b. Les Nitrites**

#### **Principe**

La diazotation de l' amino-4-benzènesulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrométrique (Rodier, 2009).

#### **Réactifs**

-Solution de réactif.

-Solution d'acide phosphorique.

-Solution standard de 100 mg/l.

#### **Mode d'opératoire**

D'abord prendre 50 ml d'eau à analyser, On ajoute 1 ml du réactif mixte, Puis Attendre 10 min, L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ , Effectuer la lecture à 543 nm.

#### **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement

---

### c. L'Ammonium $\text{NH}_4^+$

L'ion ammonium  $\text{NH}_4^+$  est la formule moléculaire réduite de l'azote. Il provient principalement de la dégradation des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes. Il peut également provenir d'eaux usées municipales épurées, d'émissions industrielles ou agricoles. Il est présent dans l'eau naturelle à des concentrations allant de 0,1 à plus de 10 mg/l.

#### Principe

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

L'ion hypochlorite est généré in situ par hydrolyse alcaline du sel de sodium du dichloroisocyanurate de sodium.

#### Réactifs

- Réactif coloré 1.
- Réactif incolore 2.

#### Mode opératoire

D'abord Prélever 40 ml de l'eau à analyser, On Ajoute dans l'ordre :

4 ml de réactif coloré homogénéisé,

4 ml de réactif de Dichloroisocyanurate de sodium et homogénéisé, puis effectuer les mesures spectrophotométrique, L'apparition de la couleur verdâtre indique la présence des ions d'ammonium, puis Faire la lecture au spectromètre.

### d. Le Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphate est un élément indispensable pour les organismes aquatiques, de fortes concentrations. On peut les rencontrer dans les estuaires indiquant un enrichissement à partir de sources domestiques et l'agriculture du bassin versant, et la présence d'intrants directs à l'activité industriel.

Les phosphates peuvent être d'origine organique ou minérale, le plus souvent leur teneur dans l'eau naturelle en raison de leur utilisation en agriculture, leur utilisation comme additifs

---

dans les détergents et les agents de traitement des eaux de chaudière. L'eau de certains puits, en milieu rural, indique la proximité d'engrais, de fosses septiques ou potentiel d'infiltration du ruissellement agricole, riche en engrais. Dans une eau trouble et salée, les niveaux de phosphore sont influencés par la nature et la concentration en particules fines due aux phénomènes d'adsorption.

Dans l'eau saumâtre turbide, les niveaux de phosphore sont influencés par la nature et la concentration en particules fines due aux phénomènes d'adsorption.

### **Principe**

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

Réaction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption (l'une vers 700 nm l'autre plus importante à 800 nm).

### **Réactifs**

Acide ascorbique.

Réactif mixte.

### **Mode opératoire**

Dans une fiole jaugée de 50 ml : Introduire 40 ml de l'eau à analyser, on ajoute 1 ml d'acide ascorbique.

#### **e. Le fer**

### **Principe**

Le complexe fer (II) – phénanthroline-1010 est stable dans l'intervalle de pH de 2.5 à 9 et l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de fer (II) présent. La relation entre la concentration et l'absorbance est linéaire jusqu'à une concentration de 5 mg de fer par litre. Le maximum d'absorbance se situe à environ 510 nm (coefficient d'absorption  $11 \times 10^3 / \text{mol.cm}$ ).

### **Réactifs**

-Tampon d'acétate.



---

-Chlorhydrate d'hydroxylamine.

-Solution de phénanthroline-1.10

-Solution mère.

### **Mode opératoire**

On ajoute à la solution transvasée, 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine et mélanger soigneusement, puis ajouté 2ml de tampon acétate pour obtenir un pH compris entre 3.5 et 5.5 (de préférence 4.5), on Ajoute enfin 2ml de la solution de phénanthroline-1.10 compléter à 50ml puis conserver les fioles à l'obscurité pendant 15mn, Enfin passer au spectrophotomètre pour mesurage à une longueur d'onde de 510 nm.

### **Expression des résultats**

Le résultat est donné en mg/l. (ISO 6332)

## **9. Analyses bactériologiques**

L'analyse bactériologique des eaux n'a pas pour but de faire l'inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, ou celles qui sont souvent plus faciles à accompagner et sont généralement présentes en plus grand nombre dans l'intestin des mammifères, et par leur présence indiquent une contamination fécale et donc une maladie associée à une contamination fécale. On peut noter que l'absence de contamination fécale ne signifie nullement l'absence d'espèces potentiellement pathogènes.

Cette analyse est importante car la qualité bactériologique de l'eau n'est pas un paramètre stable, mais fluctue du fait de contaminations accidentelles, nécessite un contrôle permanent et est la cause la plus fréquente d'appareils à eau non potable. (Rodier, 1996)

### **9.1. Etude et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

#### **9.1.1. test de présomption**

- Les coliformes sont considérés comme des indicateurs de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes ont été réalisés par filtration membranaire 0,45 $\mu$  en milieu solide. La colorimétrie filtrée est une méthode rapide, simple et standardisée qui nécessite l'utilisation de rampes de filtres.
- Pour la détection des coliformes par filtration membranaire, un test standard est d'abord requis ; stériliser d'abord l'entonnoir gradué en acier inoxydable et la membrane poreuse

---

à l'aide d'un bec Bunsen, puis les refroidir immédiatement avec l'eau à analyser ou de l'eau distillée stérile.

- Placer aseptiquement une membrane avec une porosité minimale de 0,45  $\mu$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide de pinces stériles. Fixez l'appareil avec les clips correspondants.
- Puis 100 ml de l'eau à analyser sont placés aseptiquement devant le bec Bunsen. La pompe à vide est alors activée pour absorber l'eau à travers la membrane. Retirez immédiatement l'entonnoir et utilisez une pince contondante stérile pour transférer la membrane sur la surface de la gélose tergitol contenant du chlorure de 2,3,5-triphényltétrazolium (TTC) et de la gélose heptadécylsulfate de sodium (**Tergitol 7**).
- Ces derniers seront incubés avec des couvercles pendant 24 voire 48 heures à 37°C et serviront à la recherche de coliformes suivie d'une identification biochimique d'E. coli.  
(Hamadi, 2011)

### **La lecture**

Après 24h d'incubation l'absence des colonies des coliforme (résultat négative).

#### 9.1.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

- Test de présomption :

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture : absence des colonies

### **Nombre total de bactéries**

Ce sont des bactéries qui se développent dans des conditions aérobies.

Leur présence est un indicateur de contamination bactérienne. Leurs comptages renseignent sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine. Par conséquent, ils fournissent des informations sur le degré de protection des eaux souterraines de l'eau analysée. (Rodier, 2005)

Recherche et dénombrement des bactéries viables à 37°C

Avant d'ajouter le milieu Tryptone Dextrose Agar and Yeast Extract (TGEA), ajouter 20 ml d'eau à analyser dans la boîte de Pétri. Incuber à 37°C pendant 24 à 48 heures.

**La lecture** Absence des colonies.



# **Chapitre III**

## **RÉSULTATS ET DISCUSSION**

Afin de vérifier la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable dans la ville de Guelma et de voir l'impact des facteurs influençant cette qualité pendant le trajet, de la station de traitement de Hammam Debagh jusqu'aux divers consommateurs, nous avons procédé à une analyse de plusieurs paramètres physicochimiques et bactériologiques des eaux des robinets de cinq quartiers et des eaux des réservoirs de stockage qui desservent ces quartiers.

Le premier réservoir à la sortie de la station de traitement (SP1), a été pris comme réservoir témoin. On signale qu'on ne dispose pas des analyses du réservoir R1 qui dessert la cité El Amir Abd El Kader.

L'analyse de ces éléments a été effectuée dans le laboratoire de la station de traitement des eaux de Hammam Debagh pendant le mois de Mars 2022. Cette analyse a concerné les éléments suivants : Température, pH, Sal, CE, Chlore, Turbidité, RS, MO, TA, TAC, TDS,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ , et  $\text{Fe}^{+2}$ .

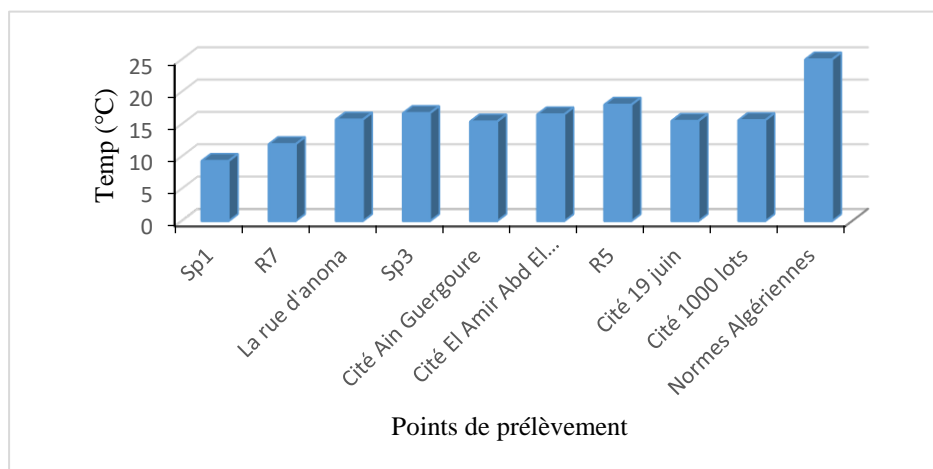
Dans cette partie, nous essayons d'examiner les résultats obtenus par ces tests et de les comparer aux différents standards de potabilité.

## 1. Paramètres physiques

### 1.1. La température

Le graphique suivant montre les variations de température aux différents points d'échantillonnage.

Les valeurs de température dans les cinq points de prélèvement sont comprises entre 15.4 °C et 16.5 °C. La température dans les réservoirs de stockage est probablement influencée par la saison d'échantillonnage. Ces valeurs sont toujours dans les normes Algériennes (25°C).

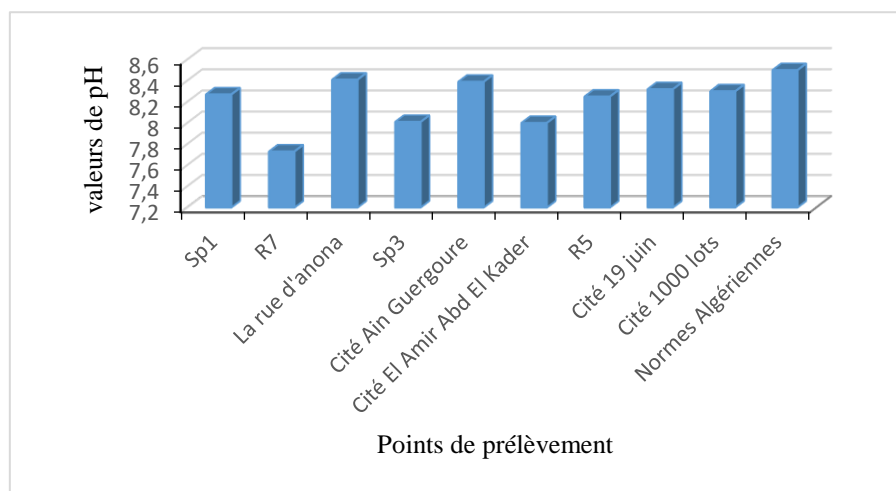


**Fig.20.** Variation de la température dans les sites de prélèvement

## 1.2. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH représente l'indice d'acidité d'une substance dans l'eau.

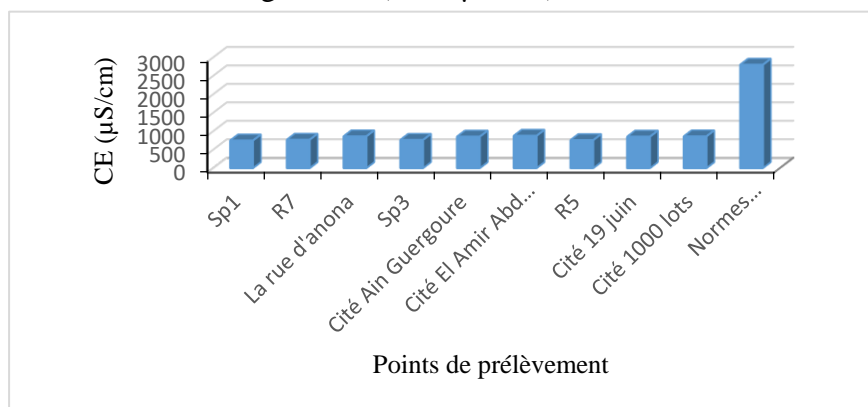
Les résultats enregistrés dans les points de prélèvement indiquent des valeurs allant de 8 à 8,41. Ses résultats sont proches de ceux enregistrés dans les réservoirs, et toute différence peut être due aux conditions de stockage. Les résultats indiquent que les eaux de tous les échantillons sont alcalines (supérieur à 7) et restent conformes à la norme Algérienne de potabilité (6,5-8,5).



**Fig.21.** Variation du pH dans les sites de prélèvement

## 1.3. La conductivité électrique (CE)

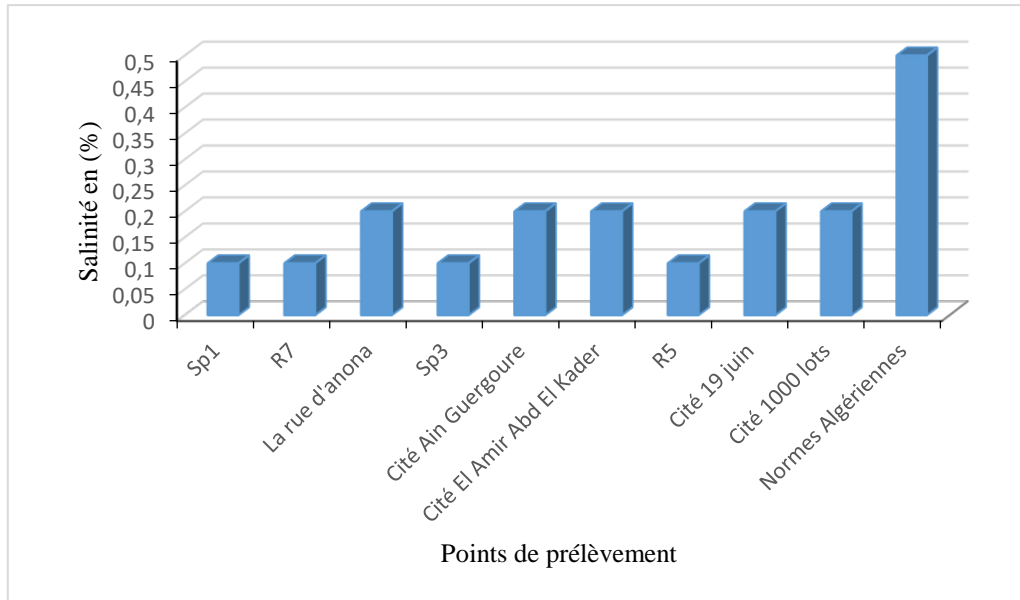
Une conductivité électrique élevée est un signe de pollution du cours d'eau. Les valeurs de la conductivité électrique enregistrées (Figure 22) varient entre (851  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur minimale et 874  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur maximale) dans les points de prélèvement, Toutes les valeurs sont dans la norme Algérienne (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).



**Fig.22.** Variation de la conductivité électrique dans les sites de prélèvement

### 1.4. La salinité

Les valeurs de la salinité de l'eau enregistrées au niveau des cinq points d'échantillonnage sont de l'ordre de 0.2%, ce qui est supérieure à la salinité de l'eau dans les réservoirs de la station. Ceci est probablement dû à l'impact du réseau de distribution. Les résultats sont toujours dans la norme Algérienne (0.5%).

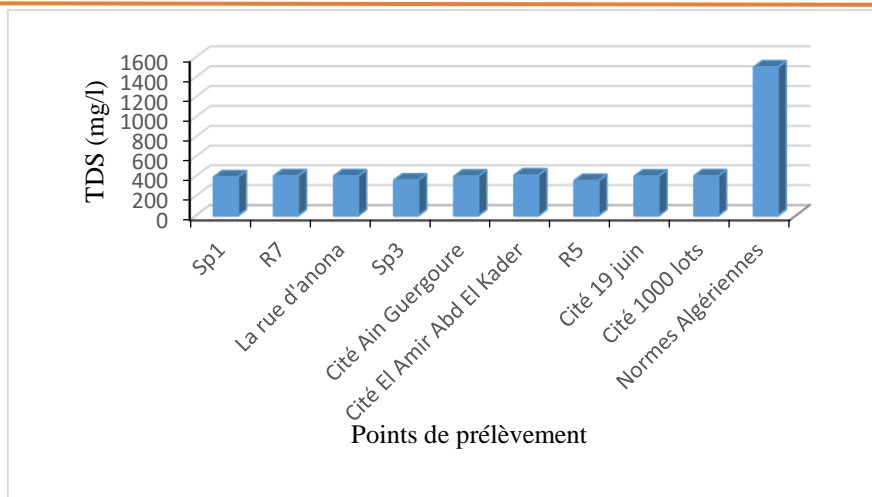


**Fig.23.** Variation de la salinité dans les sites de prélèvement

### 1.5. La teneur en sel dissous (TDS)

Se compose principalement de produits minéraux dissous. Ces solutés proviennent du lessivage naturel de roches de caractéristiques géologiques différentes, et de l'apport des eaux usées des unités municipales et industrielles.

D'après le graphique ci-dessous, on remarque que les valeurs de TDS mesurées n'ont pas changé de manière significative, avec des valeurs comprises entre 400 mg/L et 411 mg/L dans les points de prélèvement, et les réservoirs. Ces valeurs reflètent une faible salinité conformément à la norme Algérienne (1500 mg/L).

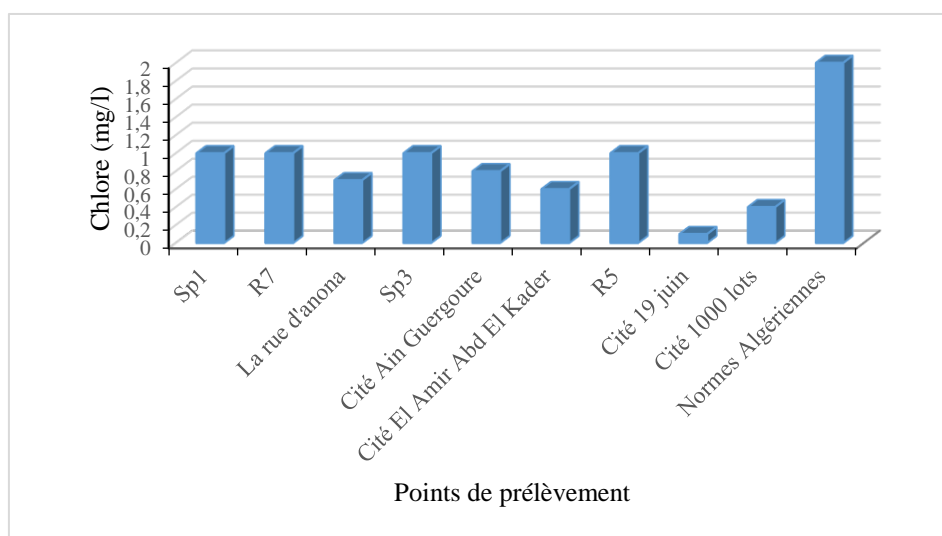


**Fig.24.** Variation de la teneur en sel dissous dans les sites de prélèvement

### 1.6. Le Chlore

Le chlore est le désinfectant le plus répandu dans le réseau d'eau potable. Les résultats de la figure indiquent que la teneur en chlore dans tous les réservoirs est de l'ordre de 1 mg/l, ce qui peut s'expliquer par la dose de chlore injectée dans les réservoirs de stockage.

Cette teneur diminue dans les différents points de prélèvements à cause de la consommation du chlore dans le traitement des micro-organismes et de la matière organique dans les réseaux de distribution.

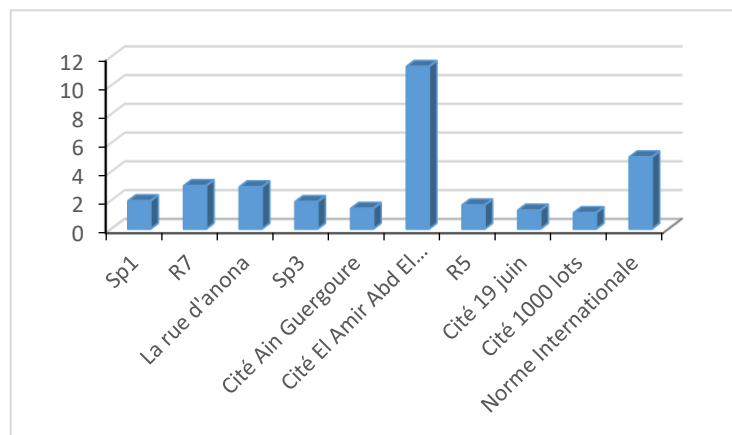


**Fig.25.** Variation du chlore dans les sites de prélèvement

### 1.7. La turbidité

La turbidité est liée à la présence de particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière dont le limon, l'argile, la matière organique et inorganique en fines particules.

D'après le graphe suivant on remarque que la turbidité varie depuis la station jusqu'au dernier point de prélèvement de 1,12 NTU à 3 NTU et reste toujours dans la norme internationale (5 NTU). Mais elle augmente d'une façon remarquable dans la cité El Amir Abd El Kader avec une valeur de 11.3 NTU ce qui laisse penser que cette augmentation peut être due à l'influence du réseau de distribution et au stockage dans les châteaux d'eau.



**Fig.26.** Variation de la turbidité dans les sites de prélèvement

### 1.8. Résidu sec (RS)

Le résidu sec est la teneur en matière dissoute et en suspension d'une eau. Plus une eau est minérale, plus son résidu sec est élevé. Le traitement de l'eau dans la station réduit généralement le résidu sec d'une façon très remarquable.

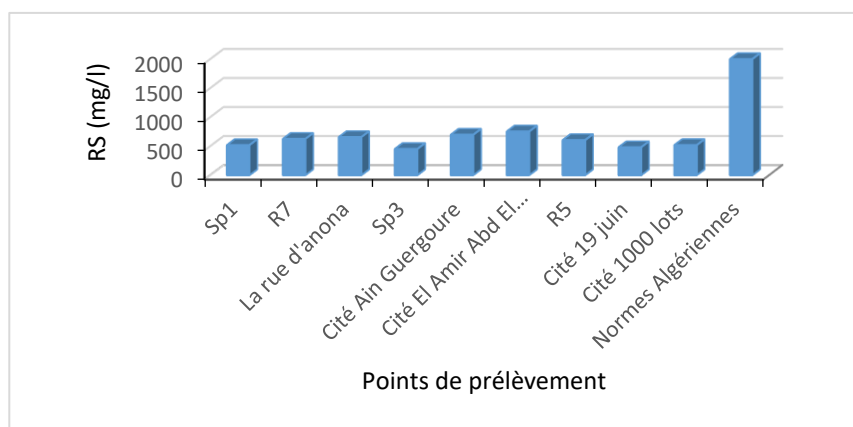
Les résultats obtenus varient respectivement depuis la station jusqu'au dernier point de prélèvement de 450 mg/L à 752 mg/L. La norme Algérienne recommande un seuil de 2000 mg/L pour l'eau destinée à la consommation humaine.

Les eaux étudiées sont classées dans la catégorie de la potabilité bonne et passable. (Tableau.7.)



**Tableau.7.** Classification de l'eau de boisson en fonction du résidu sec (RODIER et al, 2005).

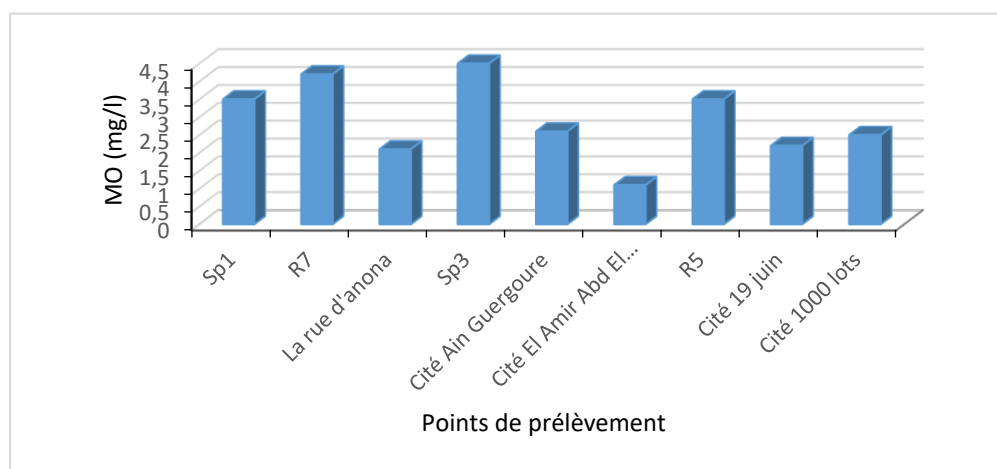
| Paramètres        | Potabilité |          |           |           |           |
|-------------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | Bonne      | Passable | Médiocre  | Mauvaise  | Momentané |
| Résidu sec (mg/L) | 0 - 500    | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-4000 | 4000-8000 |



**Fig.27.** Variation du résidu sec dans les sites de prélèvement

### 1.9. Matière organique (MO)

D’après le graphe, on remarque que la teneur en matière organique diminue depuis la station jusqu’au dernier point de prélèvement de 4.5 mg/L à 1.1 mg/L.



**Fig.28.** Variation de la matière organique dans les sites de prélèvement

## 2. Paramètre chimique

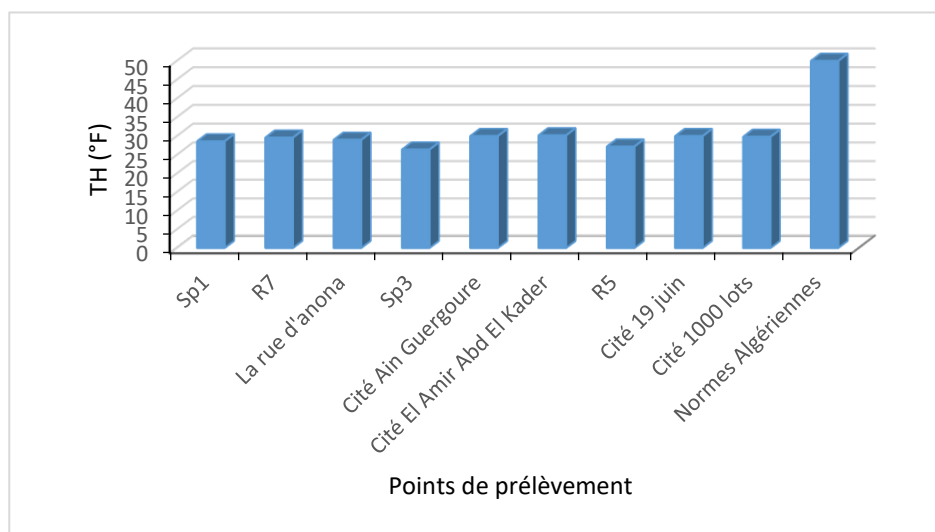
### 2.1. Dureté totale ou titre Hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau est le signe de sa minéralisation. Ceci s'explique principalement par les ions calcium et magnésium.

Selon nos résultats, les valeurs du TH sont comprises entre 29 °F et 30,2 °F, presque identique aux résultats des réservoirs. Ces résultats indiquent que l'eau prélevée est considérée comme dure, mais avec des valeurs qui ne dépassent pas la norme Algérienne de 50 °F. Cette dureté est probablement le résultat de l'origine de l'eau de barrage riche en ions alcalino-terreux ( $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$ ).

**Tableau.8.** Classification des eaux potable selon le TH.

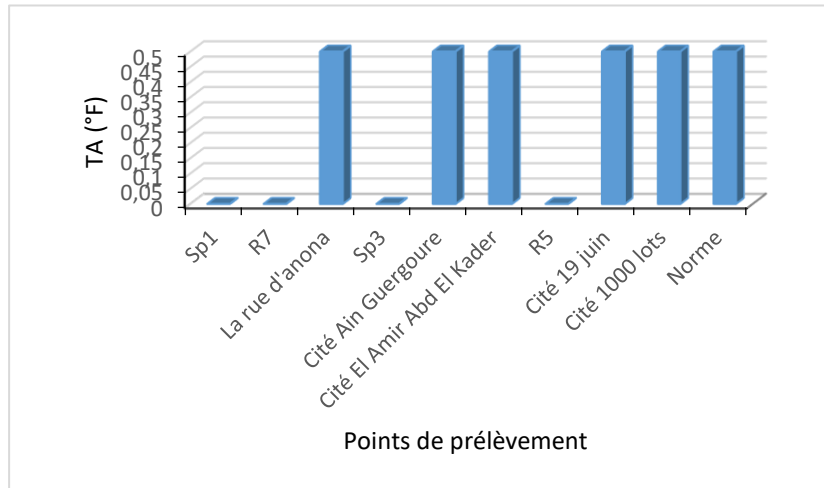
| TH (°F) | 0 à 7      | 7 à 15    | 15 à 30     | 30 à 40 | + 40      |
|---------|------------|-----------|-------------|---------|-----------|
| Eau     | très douce | eau douce | plutôt dure | dure    | très dure |



**Fig.29.** Variation de la dureté totale dans les sites de prélèvement

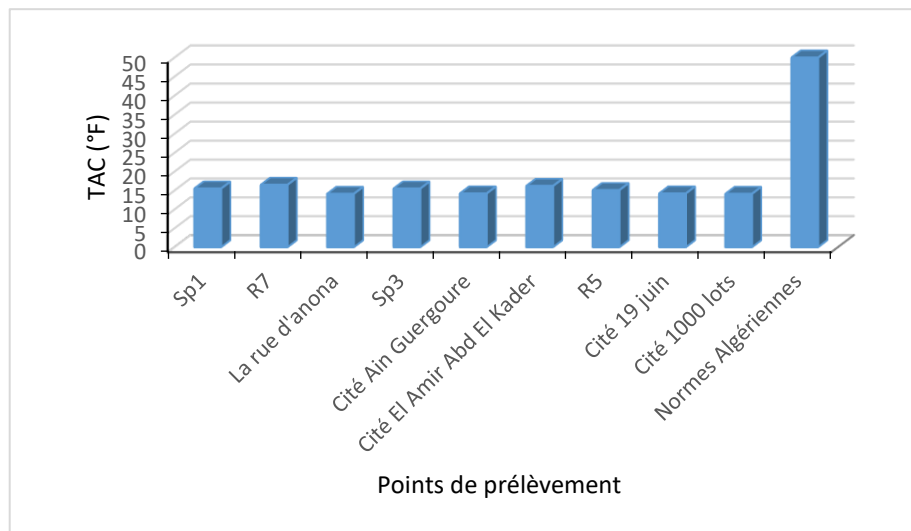
### 2.2.L'alcalinité (Titre alcalimétrique et Titre alcalimétrique complet)

Si le pH est compris entre (4,5 et 8,3), cas des eaux naturelles, on remarque l'absence du titre alcalimétrique (TA). Dans la station les eaux analysées indiquent des valeurs nulles de TA, mais dans les points des prélèvements on remarque une valeur fixe à 0,5°F. Cette augmentation peut être due aux réseaux de distribution.



**Fig.30.** Variation du titre alcalimétrique dans les sites prélèvement

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur d'eau en alcalin libre, carbonate et bicarbonate. D'après les résultats de ce paramètre, nous avons remarqué que la valeur depuis la sortie de la station jusqu'aux différents utilisateurs individuels fluctuait entre 14,1°F et 16,5°F. Ces valeurs sont toujours dans la norme Algérienne.



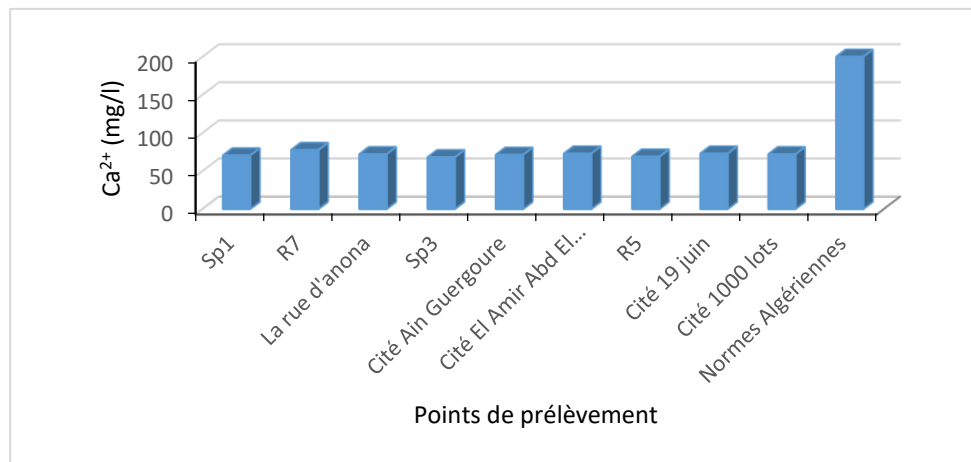
**Fig.31.** Variation du titre alcalimétrique complet dans les sites prélèvement

## 2.3.Éléments majeurs

### 2.3.1. Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Les ions calcium sont très courants dans la nature, en particulier dans le calcaire sous forme de carbonates. Ses sels se trouvent dans presque toutes les eaux naturelles.

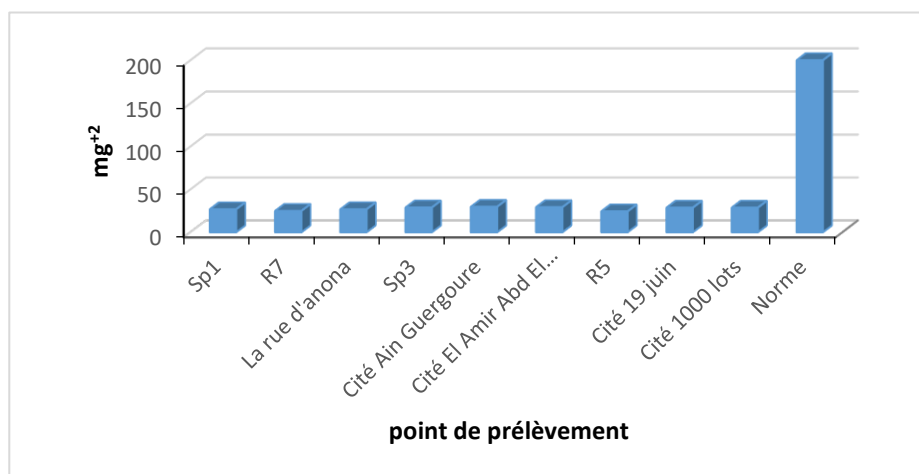
On remarque que ces teneurs montrent une certaine similarité depuis la sortie de la station jusqu'aux consommateurs de 68,08 à 77,62 mg/L, répondant ainsi aux normes de Algériennes.



**Fig.32.** Variation des teneurs en calcium dans les sites de prélèvement

### 2.3.2. Le magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ )

Il est à noter que ces niveaux des exportations depuis la station vers les consommateurs sont en fait stables, allant de 24,73 à 29,65 mg/L, répondant ainsi aux normes de l'OMS.

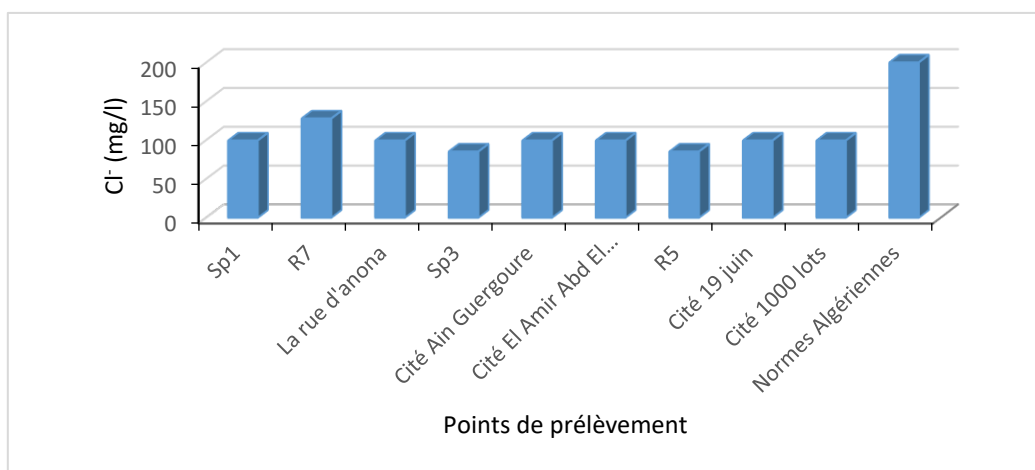


**Fig.33.** Variation des teneurs en magnésium dans les sites de prélèvement

### 2.3.3. Les Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

L'eau contient presque toujours des proportions variables des chlorures, des sulfates et des bicarbonates. Ils sont tous liés principalement à la nature lithologique du terrain traversé.

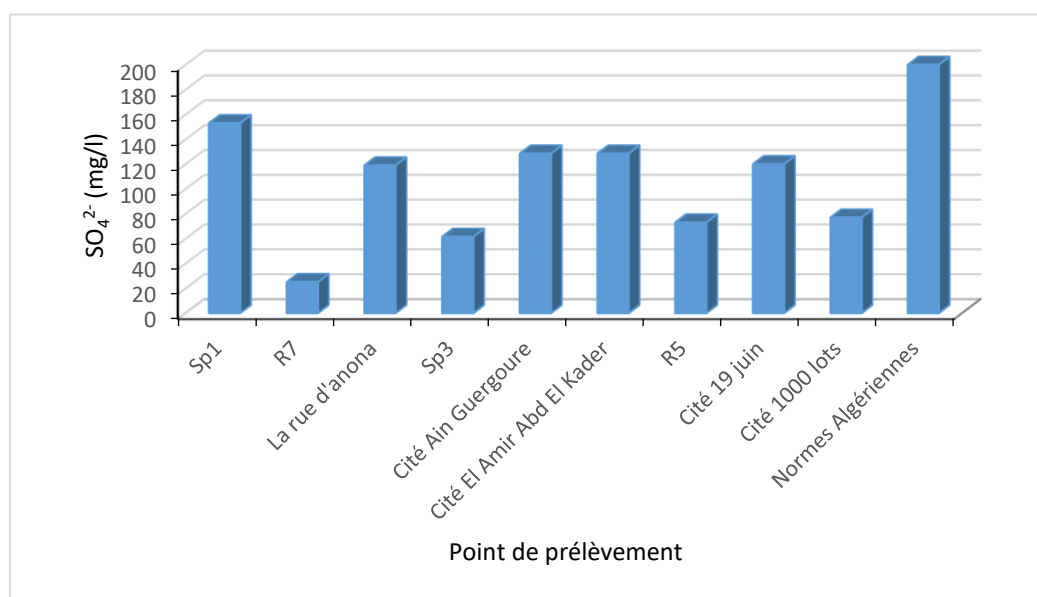
Les teneurs enregistrées pour les ions de chlorures varient de 85.2 mg/l à 127.8 mg/l. Ces valeurs sont toujours dans la norme de potabilité Algérienne des eaux (200mg/L).



**Fig.34.** Variation des chlorures dans les sites de prélèvement

### 2.3.4. Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

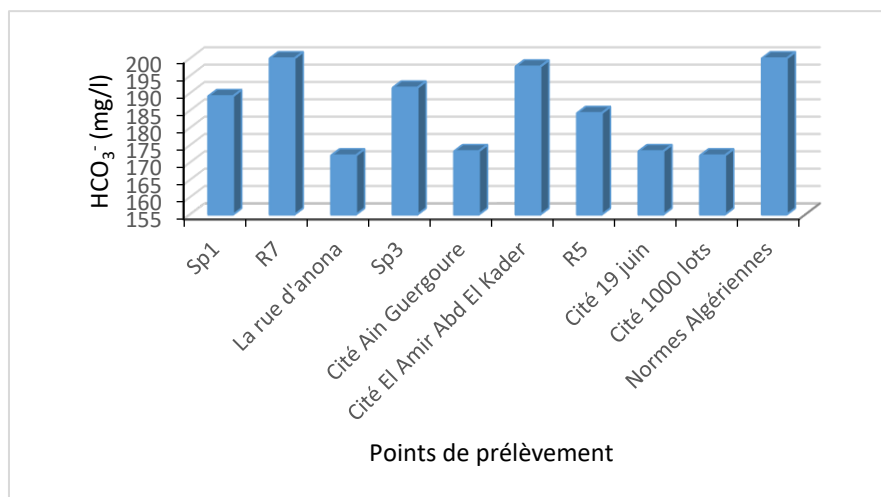
Les teneurs enregistrées pour les ions de sulfates varient entre 77 mg/l et 128.5 mg/l. Ces valeurs sont toujours dans la norme Algérienne de potabilité des eaux.



**Fig.35.** Variation des sulfates dans les sites de prélèvement

### 2.3.5. Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

Les teneurs enregistrées pour les ions de bicarbonates varient de 172,02 mg/L à 197.64 mg/l. On remarque que ces valeurs sont toujours dans les normes Algériennes de potabilité des eaux.

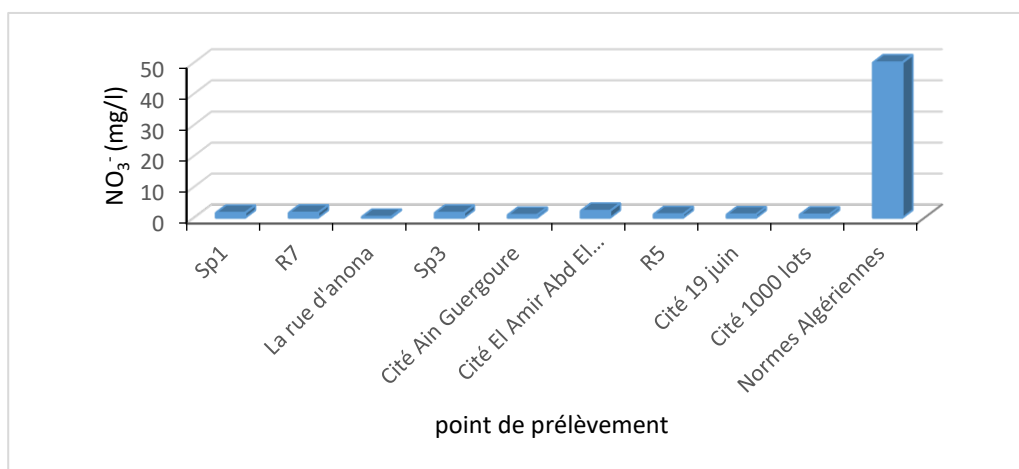


**Fig.36.** Variation des bicarbonates dans les sites de prélèvement

## 2.4. Éléments de pollution

### 2.4.1. Les nitrates $\text{NO}_3^-$

Les valeurs obtenues des nitrates varient entre 0,254 mg/L et 2,218 mg/L. D'une manière générale, nos résultats affichent des taux qui respectent les normes de potabilité Algériennes (50 mg/l). Ces valeurs confirment l'absence de toute source de pollution au niveau du réseau de distribution ou durant le stockage.

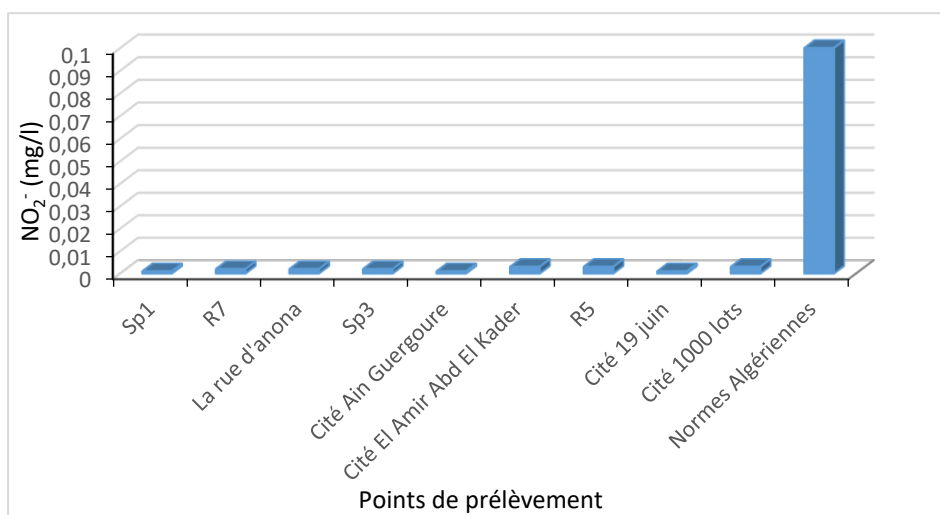


**Fig.37.** Variation des nitrates dans les sites de prélèvement

### 2.4.2. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites sont répons dans le sol, dans les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles. En général, dans les eaux de surface, leurs teneurs excède rarement 1mg /l.

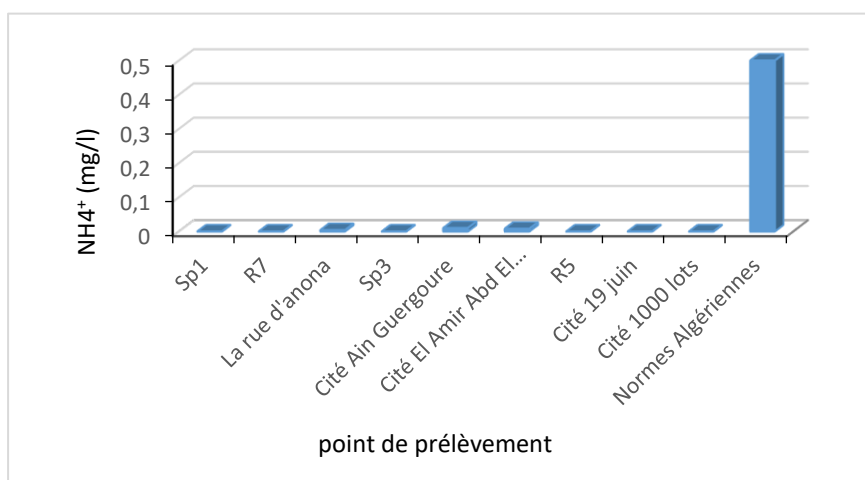
Les teneurs en nitrites sont presque nulles (0.001/0.003 mg/L) dans toutes les eaux analysées. Ces valeurs respectent la norme de potabilité Algérienne (0.1 mg/L).



**Fig.38.** Variation des nitrites dans les sites de prélèvement

### 2.4.3. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Cet élément existe en faible proportion mais toujours inférieure à 0,5 mg/l selon les normes de potabilité Algérienne. Ces teneurs sont nulles, laissant prédire qu'elles ne constituent pas un risque de pollution par le mélange avec les eaux usées à cause des fuites et du réseau endommagé.



**Fig.39.** Variation de L'ammonium dans les sites de prélèvement

### 2.4.4. Les ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphore total est présent dans les eaux naturelles sous deux formes : phosphate et phosphore organique.

Une partie importante du phosphore contenu dans les eaux provient des rejets urbains ou industriels, des déjections animales provenant d'élevages industriels.

La concentration en ortho phosphates pour les points de prélèvements est presque nulle de 0 à 0.037 mg/l confirmant que les eaux de prélèvement sont très bien protégées contre les risques de pollution durant le trajet depuis la station de traitement.

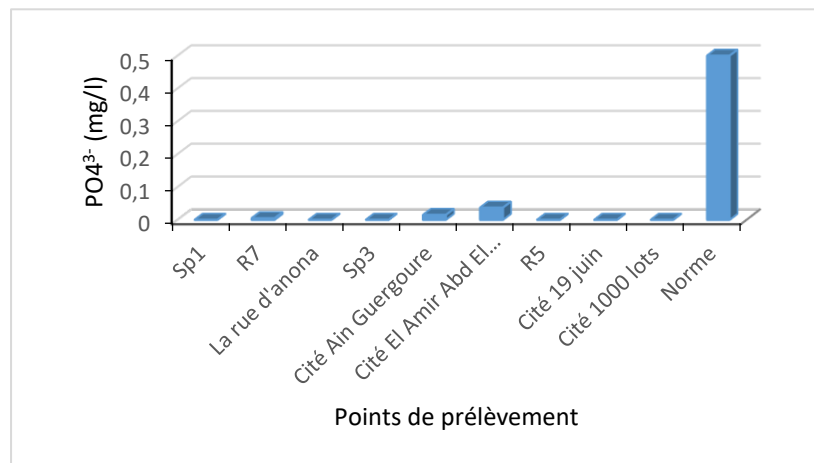


Fig.40. Variation de phosphate dans les sites de prélèvement

## 2.5. Éléments en trace

### 2.5.1. Le fer ( $\text{Fe}^{+2}$ )

Comme les montre, la figure ci-dessous, les valeurs de fer enregistrées varient entre 0.03 et 0.09 mg/l dans tous les points de prélèvement avec des valeurs presque nulles dans les réservoirs. Ces valeurs restent dans la norme algérienne (0,3 mg/L).

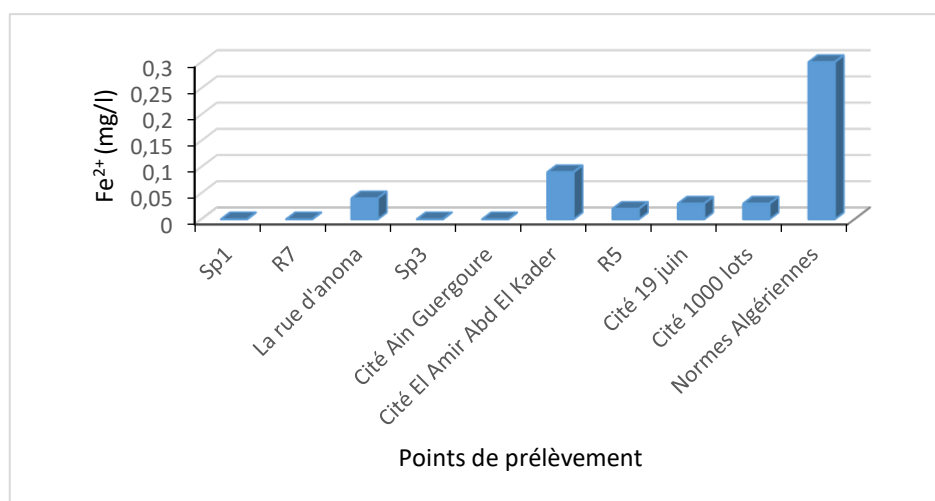


Fig.41. Variation de Fer dans les sites de prélèvement



### 3. Résultats des analyses bactériologiques

#### 3.1. Résultats des dénombrements du microorganisme de l'eau

Les résultats des dénombrements des germes totaux (GT), coliformes fécaux et totaux (CTF), streptocoques fécaux (SF) concernant les points d'eau choisis dans cette étude sont représentés dans le tableau suivant :

| Point de prélèvement                 | date de prélèvement | Heure du prélèvement | Incubation à (37° C) | Coliformes Fécaux et Totaux UFC/100m | Germes Totaux UFC/m | Streptocoques Fécaux UFC/100m |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| CITÉ GUERGOURE                       | 20/03/2022          | 10:34 AM             | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| LA RUE D'ANONA AU CENTRE VILLE       | 20/03/2022          | 11:01 AM             | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| CITÉ EL AMIR ABD EL KADER            | 20/03/2022          | 11:32 AM             | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| CITÉ 1000 LOTS                       | 21/03/2022          | 7:06 AM              | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| CITÉ 19 JUIN                         | 20/03/2022          | 16:30 AM             | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| STATION DE POMPAGE À LA SORTIE (SP1) | 20/03/2022          | 9:30 AM              | 24h/48h              | 0                                    | 0                   | 0                             |
| <b>Normes</b>                        |                     |                      |                      | 0                                    | 10                  | 0                             |

**Tableau.9.** les résultats d'analyse bactériologique des eaux de prélèvements

---

### **Les coliformes totaux et fécaux**

Selon les réglementations ; algérienne et européenne, une eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux et fécaux dans 100 ml. Les résultats des analyses de l'eau traitée confirment une absence totale des coliformes totaux et fécaux.

#### **3.1.1. Les streptocoques fécaux**

La réglementation algérienne exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml. C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées

#### **3.1.2. Les germes totaux**

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général vis à vis de toute pollution microbienne : c'est le dénombrement total des bactéries. La réglementation algérienne indique une valeur de 20 germes/ml à 37°C pendant 24h et 100 pour 22°C à 72h par millilitre à ne pas dépasser. Les analyses de l'eau traitée montrent une absence totale des germes totaux.

### **4. Le Diagramme de Piper**

Ce diagramme permet de représenter plusieurs échantillons d'eau simultanément. Il est composé de deux triangles permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique et d'un losange synthétisant le faciès global, les nuages de points concentrés dans un pôle représentent pour les différents échantillons la combinaison des éléments cationiques et anioniques.

Le diagramme de Piper est particulièrement adapté à l'étude de l'évolution des faciès des eaux lorsque la minéralisation augmente, ou bien pour comparer des groupes d'échantillons entre eux et indiquer les types de cations et anions dominants (Touati et Nebia, 2019).

#### 4.1. Interprétation du diagramme de Piper

Comme c'est mentionné précédemment, nous avons essayé à travers l'utilisation de ce diagramme de comparer des échantillons d'eau du robinet prélevés de quartiers différents dans la ville de Guelma, ayant la même origine (Eau de barrage).

Pour cela nous avons utilisé un logiciel d'hydrochimie « Diagramme » version 2.0 2004 pour représenter et pouvoir comparer le faciès chimique de cinq échantillons.

La représentation des résultats des analyses chimiques sur le diagramme de Piper montre que le faciès chimique dominant est le Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne (Fig.42).

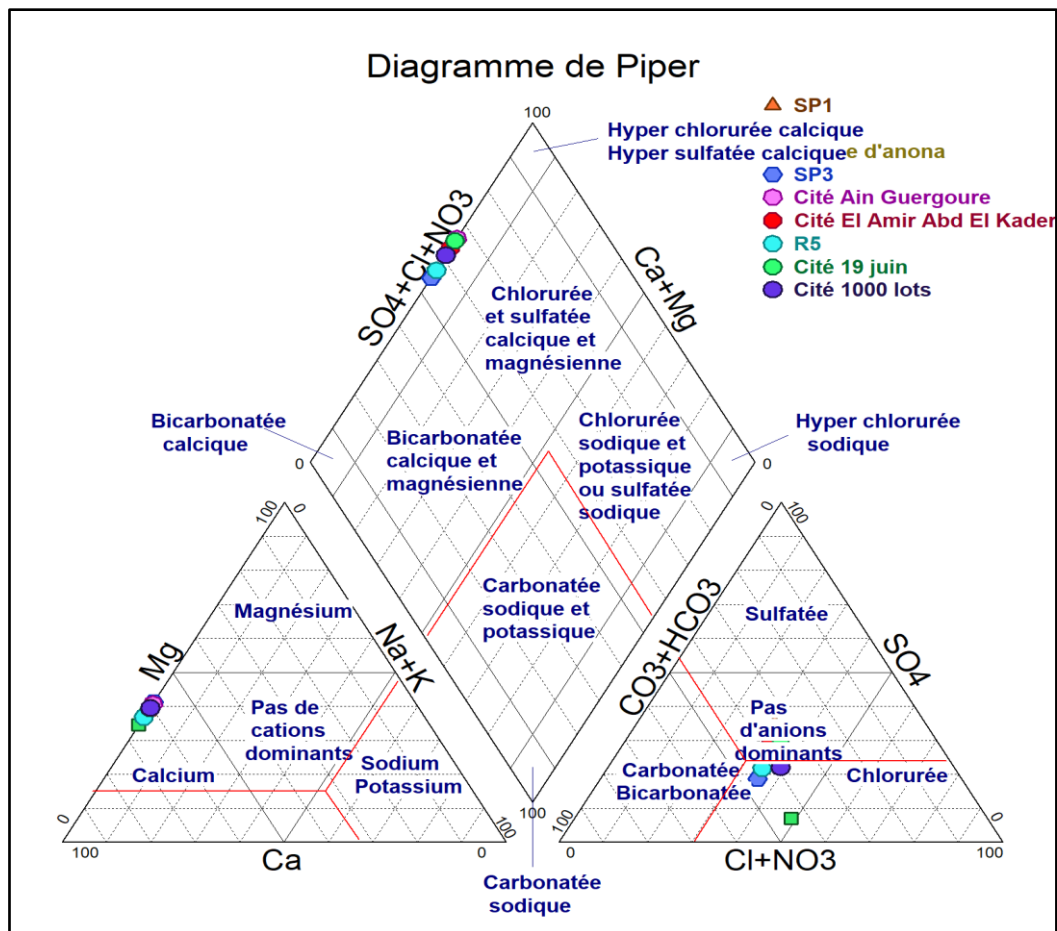


Fig.42. Représentation graphique des échantillons d'eau étudiés sur le diagramme de piper

## 5. Questionnaire sur la qualité de l'eau du robinet dans la région de Guelma

A la fin de cette partie on a bien voulu faire participer la société civile et avoir son opinion et sa culture de consommation des eaux de boissons.

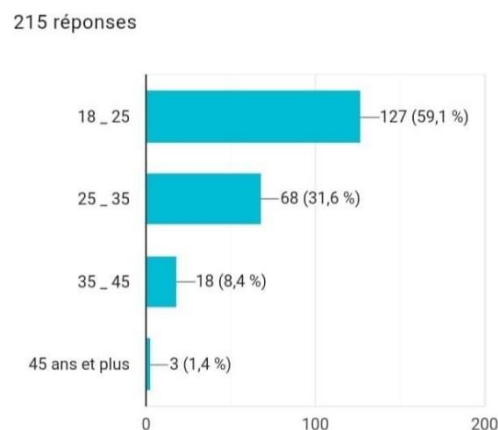
Pour cela nous avons lancé un sondage sur internet (Google forme) en date du 22/05/2022 concernant la consommation des eaux du robinet dans la région de Guelma.

Plus de 200 personnes ont participé à l'enquête d'âge et de sexe différent.

Les résultats de ce questionnaire, sont traités par question, sous forme d'histogramme.

### 5.1. Tranche d'âge

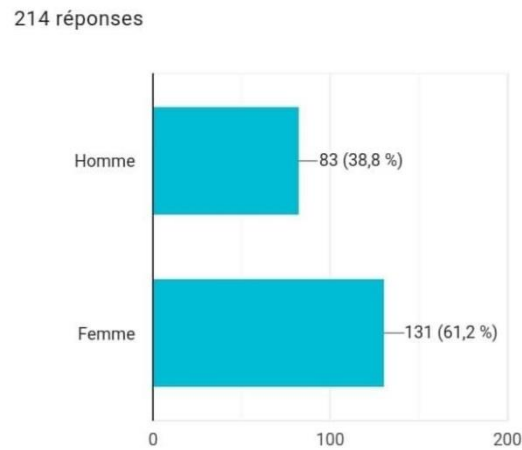
Sur un nombre de participant de 215 personnes, on peut voir que la tranche d'âge de 18 à 25 ans est la première catégorie des participants avec un pourcentage de 59.1%. La tranche d'âge de 25 à 35 ans vient en deuxième position.



**Fig.43.** Pourcentage d'âge des participants dans le sondage

## 5.2. Pourcentage de sexe

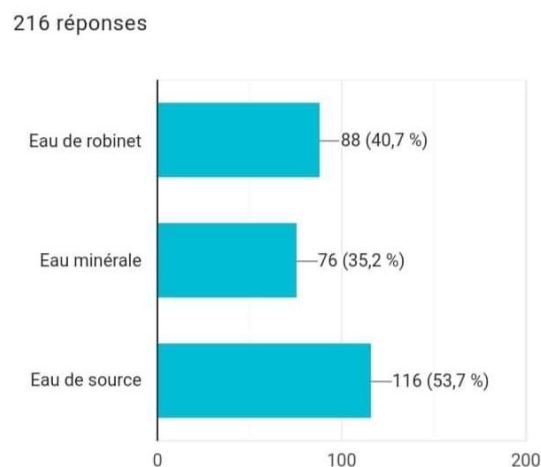
La figure ci-dessous représente le pourcentage de sexe des participants dans le sondage. A partir de ces résultats, on constate que la proportion de femmes dépasse celle des hommes avec un pourcentage de 61.2%.



**Fig.44.** Pourcentage de sexe des participants dans le sondage

## 5.3. Pourcentage de type d'eau consommé

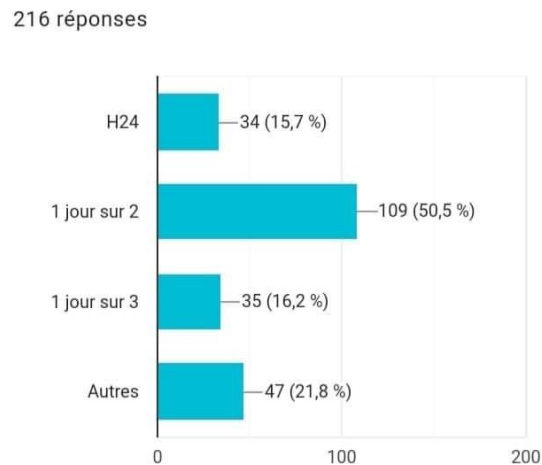
A travers la figure ci-dessous, on remarque que la plupart des participants consomment de l'eau de source avec un pourcentage de 53,7%, puis de l'eau du robinet avec 40,7%, et enfin de l'eau minérale avec 35,2%.



**Fig.45.** Pourcentage de type d'eau consommé

#### 5.4. Disponibilité de l'eau

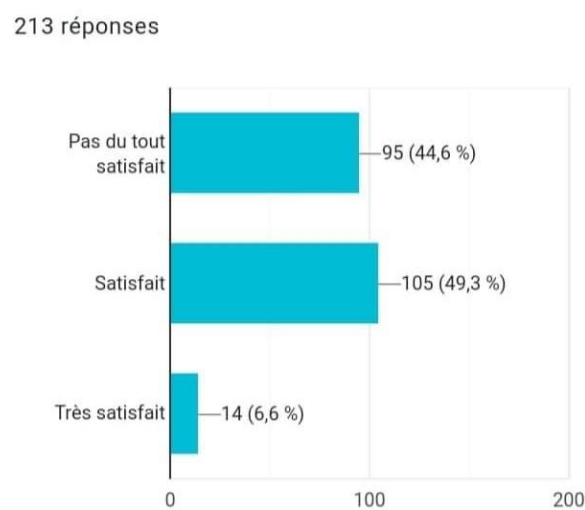
La figure ci-dessous, montre que la plupart des participants à raison de 50,5%, ont de l'eau disponible 1 jour sur 2.



**Fig.46.** Pourcentage de disponibilité de l'eau

#### 5.5. Satisfaction par rapport à la disponibilité de l'eau

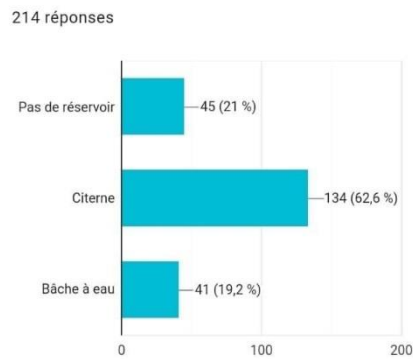
On remarque d'après le graphe ci-dessous qu'il ya plus ou moins un équilibre dans le pourcentage des consommateurs satisfaits et non satisfaits par rapport à la disponibilité de l'eau.



**Fig.47.** Pourcentage de satisfaction par rapport à la disponibilité de l'eau

### 5.6. Réservoir de stockage

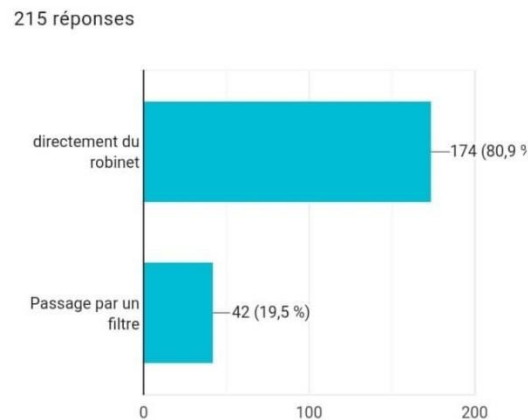
La figure 48 montre que la plupart des participants stockent l'eau dans des citernes avec un pourcentage de 62,6%, alors que le pourcentage de personnes qui n'utilisent pas du tout de réservoirs est de 21%, puis nous constatons que le pourcentage de personnes qui utilisent une bâche à eau est de 19,2%.



**Fig.48.** Pourcentage au type de réservoirs utilisés par les participants

### 5.7. Utilisation de l'eau du robinet

A travers la figure ci-dessous, on peut voir que la plupart des participants (80,9%), consomment l'eau directement du robinet sans utiliser un filtre.

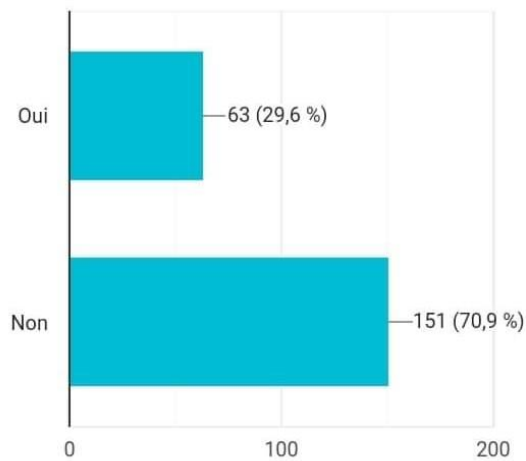


**Fig.49.** Pourcentage des participants utilisant l'eau du robinet sans filtration

### 5.8. Addition de l'eau de Javel

D'après la figure 49, on peut voir qu'un pourcentage de 70.9% de participant consomme l'eau du robinet sans rajouter de l'eau de Javel.

213 réponses

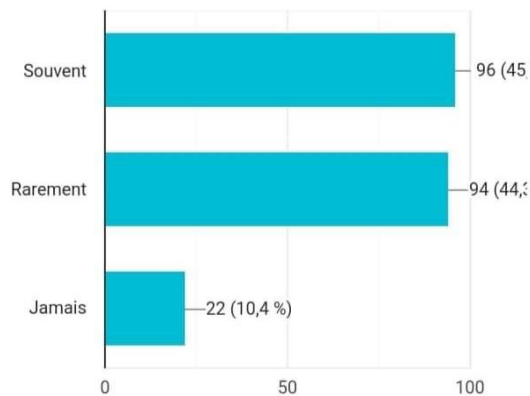


**Fig.50.** Pourcentage des participants utilisant l'eau du robinet sans Javellisation

### 5.9. Existence des fuites d'eau dans le réseau

On remarque, d'après le graphe ci-dessous qu'il ya une égalité entre le pourcentage des participants qui confirment l'existence des fuites dans les réseaux (45%), et le pourcentage des participants confirmant la rareté de ces fuites (44.3%).

212 réponses



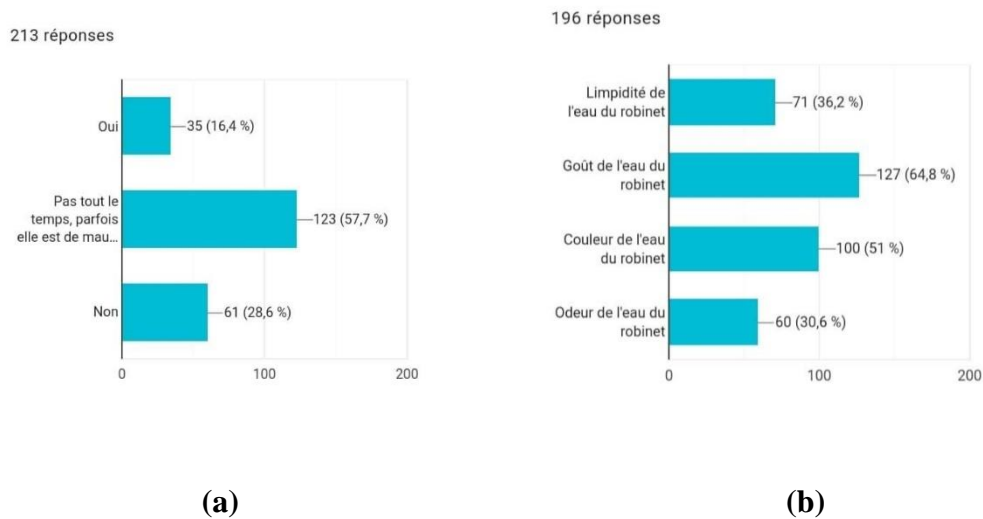
**Fig.51.** Pourcentage d'existence de fuites dans le réseau de distribution



### 5.10. Satisfaction de la qualité

D'après la figure 52 (a), on remarque qu'un très grand pourcentage de participant (57,7%) n'est pas satisfait de la qualité de l'eau du robinet.

La figure 52b montre que ces avis se classe respectivement par rapport au gout (64.8%), la couleur (51%), la limpidité (36.2%) et enfin l'odeur de l'eau avec un pourcentage de 30.6%.




**Fig.52.** Pourcentage de satisfaction par rapport à la qualité

## 6. Conclusion

En conclusion on peut dire que tous les échantillons analysés sont dépourvus de toute pollution chimique ou bactériologiques et les eaux prélevées sont dans l'ensemble conformes aux normes Algérienne et ne présente aucun danger pour la consommation.

On peut aussi dire que ni le trajet depuis la station de traitement, ni le stockage dans les réservoirs n'a influencé la qualité ou le faciès chimique de ces eaux confirmant ainsi la même origine (Eau de barrage).

Le questionnaire lancé sur internet et sollicité par un nombre important de participant, a bien montré des avis relatifs à la qualité de l'eau du robinet des quartiers étudiés.



# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## Conclusion générale

---

Ce travail a porté sur la qualité de l'eau du robinet de quelques quartiers de la wilaya de Guelma, traitée dans la station de traitement d'eau de barrage de Bouhamdane.

De cette étude il en ressort que :

- D'après le diagramme de Piper on a constaté que le faciès chimique prédominant dans tous les échantillons est de type Chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne.
- L'étude des paramètres physiques des eaux traitées a montré une eau de qualité normale, sauf dans la cité El Amir Abd El Kader on a remarqué une couleur différente avec une turbidité de 11.3 NTU dépassant ainsi les normes Algériennes à cause de la matière en suspension due probablement à la qualité du réseau de distribution et du réservoir de stockage.
- L'analyse des éléments majeurs, de pollution et de l'élément trace métallique montre que cette eau présente dans son ensemble des teneurs conformes à celles des normes Algériennes.
- Les paramètres bactériologiques révèlent une absence totale des germes indicateurs de pollution fécale.
- L'enquête sociale, relative à la qualité des eaux de boisson, lancée sur internet a montré une diversité d'avis des participants.

D'après les résultats des paramètres étudiés, nous pouvons dire que l'eau du robinet de ces quartiers est une eau de bonne qualité et ne présente aucun danger et peut être utilisée en toute sécurité.

### **Recommandations**

Pour bien améliorer la qualité des eaux de consommation depuis la station de traitement des eaux de Hammam Debagh arrivant aux différents consommateurs on recommande ce qui suit :

- Contrôle des réseaux de distribution surtout dans les anciens quartiers,
- Rénovation des matériaux de différents réseaux surtout celui en amiante de ciment,
- Nettoyage et contrôle périodique des châteaux d'eau,
- Contrôle de fuite dans les réseaux pour éviter le mélange avec les eaux usées,
- Bien contrôler la dose du chlore injectée dans les réservoirs et le réseau,
- Lancer des études poussées sur l'impact des différents matériaux sur la qualité des eaux.



# **RÉFÉRENCES**

# **BIBLIOGRAPHIQUES**

**Algérienne des eaux (anonyme)** – station de traitement des eaux potables de hammam debagh

**Anonyme. 2006.b.** contrôle sanitaire des eaux, guide de prélèvement, france, p6

**Ayad.w, (2016)** : evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de skikda), thèse de doctorat, université badji mokhtar, annaba, algérie.

**Baziz N, 2008.** Etude Sur La Qualité De L'eau Potable Et Risque Potentiels Sur La Santé Cas De La Ville De Batna. Mémoire De Magister. Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna, P154.

**Belghiti, M., Bengoumi, D, (2013).** Etude De La Qualité Physico -Chimique Et Bactériologique Des Eaux Souterraines De La Nappe Plio-Quaternaire Dans La Région De Meknès (Maroc). Larhyss Journal. Issn 1112-3680.N°14. P 21-36.

**Belghiti, M., , Bengoumi, D, (2013).** Etude De La Qualité Physico -Chimique Et Bactériologique Des Eaux Souterraines De La Nappe Plio-Quaternaire Dans La Région De Meknès (Maroc). Larhyss Journal. Issn 1112-3680.N°14. Pp27

**Belouafi, Khedim (2021)** Contribution A L'étude De L'évolution De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux De La Source D'ain El Houtz (Tlemcen, Ouest Algerien) , P55.

**Bengaibona, B, B. 2010.** Analyse Comparée Des Qualités Microbiologiques Et Physico-Himiques Des Eaux De Pluie Stockées Dans Des Citernes En Ferro Ciment : Cas Des Impluviums De Dori. Mémoire De Fin D'étude En Master Spécialisé En Génie Sanitaire Et Environnement. Burkina Faso

**Boni, M., Demoncheaux, J. P., Girardet, C Et Bornert, G. (2008).** Maîtrise De La Qualité Des Eaux Destinées A La Consommation Humaine En Situation Dégradée : Expérience Du Service De Santé Des Armées Françaises. Communication : Bull. Acad. Vét. France, Tome 162 - N°1. P 16.

**Boni, M., Demoncheaux, J. P., Girardet, C Et Bornert, G. (2008).** Maîtrise De La Qualité Des Eaux Destinées A La Consommation Humaine En Situation Dégradée : Expérience Du Service De Santé Des Armées Français. Communication : Bull. Acad. Vét. France, Tome 162 - N°1. Disponible Sur : <[Http://Www.Academie-Veterinaire-Defrance.Org](http://www.Academie-Veterinaire-Defrance.Org)>. Pp 16.

**Bordet, J. (2007).** L'eau Dans Son Environnement Rural. 1er Ed Johanet. Paris. Isbn: 978-2-9000-86-711.Pp 53-174.

**Boucherit , Hakimi . 2016** Contribution A L'étude De La Qualité Physico-Chimique Et Bactériologique De L'eau Du Barrage Hammam Debagh–Guelma. Mémoire De Master, Université Du 08 Mai 1945. Guelma. P28

**Bouchlaghem, Z; Harrathia, H; Labadlia, L; Meziani, B. (2011).** L'eau Et Les Contraintes De La Désinfection. Mémoire De Master, Université 08 Mai 1945. Guelma.

**Bouziati M., (2000);** L'eau, De La Pénurie Maladies .Ed. Ibn-Kholdon, Oron P156.158.

**Cardot C., (2002) ;** Les Traitement De L'eau Procède Physico-Chimique Et Biologique. Ed Ellipses

**Cardot , Gilles. 2013 ;** Génie De L'environnement - Analyse Des Eaux - Réglementation, Analyses Titrimétriques Et Spectrophotométriques, Statistiques - Cours Et Exercices

**Chaden, M. H. (2014).** Evaluation De La Qualité De L'eau Du Bassin Supérieur De La Rivière Du Litani, Liban : Approche Hydrogéochimique. Thèse De Doctorat En Géosciences. Université De Lorraine.P99.

**Degrement, (1989) :** Mémento Technique De L'eau, Technique Et Documentation, Tome1.

**Delarras, C. (2014).** Pratique En Microbiologie De Laboratoire.1er Ed Lavoisier. Paris. Isbn : 9782-7430-1565-7. P234-652.

**De Wever, P. (2015).**L'eau De La Vie.1er Ed, Edp Sciences, France ; Isbn : 978-2-7598-1189-2. En Linge. P 63

**Desjardins, R. (1990).** Le Traitement Des Eaux. 2ème Ed Revue Et Enrichie. Canada. Isbn : 978-2553-00643-2. P 08-47-71-111

**Dinepa, O. I. Eau, Unicef. (2013).** Echantillonnage Et Analyse De L'eau Potable Pour Laboratoires Simplifiés. 1.3.1. Fit 1. Isbn 13-978-99970-51-24-0. P 27-28.

**Genin B., 2003,** Cours D'eau Et Indices Biologiques, Pollution, Méthodes Ibgn (Indice Biologique Global Normalisé), Edition Educagri.

**Graindorge-J Et Landot-E, 2014,** La Qualité De Eau Potable Technique Et Responsabilité. 3eme Edition. P 31-32

**Grosclaude, G Et Coord. (1999).** L'eau Usage Et Polluants. Tome Ii. Paris. Isbn : 2-7380-0854-2. Pp 59.

**Guiraud-J Et Galzy-P, 1980**, Analyse Microbiologique Dans L'industrie Alimentaire, Les Editions De L'usine Nouvelle. Paris. P 64-89.

**Guiraud J.P. (1998)** – Microbiologie Alimentaire. Dunod. 615p.

**Hadef D. Et Hasni M, (2017)** : Etude Des Propriétés Physico-Chimique Et Bactériologiques De L'eau De L'oued Boutane Région Khemis Miliana Ain Defla, Mémoire Master En Chimie

**Hailu, B. (2017)**. Physicochemical And Microbial Quality Of Drinking Water From Source To Household Taps: The Case Of Legedadi Reservoir. A Thesis Submitted To The Centre For Environmental Science. Addis Ababa University. Ethiopia. P 14.

**Hamdi, W. (2011)**. Qualité Hygiénique Et Caractéristique Physicochimique Des Eaux Domestiques De Quelques Localités De La Cuvette D'ouargla. Mémoire De Magister, Université Ouargla.

**Haslay C Et Leclerc H., 1993**, Microbiologie Des Eaux D'alimentation, Edition Tac Et Doc Paris.

**Hernandez, H. R. D. L. (2006)**. Supervision Et Diagnostic Des Procédés De Production D'eau Potable. Automatique / Robotique. Thèse De Doctorat, Insa De Toulouse. Français. <Tel00136157>.Pp 7-20.

**Iso 6058, 1984**, Qualité De L'eau -- Dosage Du Calcium -- Méthode Titrimétrique A L'edta.

**Iso 6059, 1984**, Qualité De L'eau -- Dosage De La Somme Du Calcium Et Du Magnésium -- Méthode Titrimétrique A L'edta.

**Iso 6332**, détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline

**Iso 7150, 1984**, Qualité De L'eau-Dosage Du L'ammonium.

**Jean Claude.-B, 1992**. Chimie Des Eaux. 2ème Edition. Les Editions Du Griffon D'argile. P 213-215.

**Jora, 2011**. Journal Officiel De La République Algérienne Décret Exécutif N° 11- 125 Du 17 Rabie Ethani 1432 Correspondant Au 22 Mars 2011 Relatif, Qualité De L'eau De Consommation Humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, P: 7-25

**Kassim, C. (2005)**. Etude De La Qualité Physico-Chimique Et Bactériologique De L'eau Puits De Certains Quartiers Du District De Bamako. Thèse De Doctorat, Université De Bamako.

**Kemassi A., Ouanoughi S., (1997);** Chloration Organique Et Effet De La Minéralisation. Mémoire. D'ing Uni .Mohammed Khaider Biskra .Pp13.14.26.43.

**Kouidri, B. Z. (2006).** Etude Et Traitement De L'eau Du Barrage D'jorf-Eltorba De La Wilaya De Bechar Par Filtration Sur Sables. Mémoire De Magister.Faculté Des Sciences & Des Sciences De L'ingénieur. Université Hassiba Benbouali. Chlef. Pp 18-20.

**Leclerc, Et All 1977,** Microbiologie Appliquée, Edition Doin., 1977, P : 94-96.

**Luc, J Et Lagardette, M.(2009).** Vademecum De L'eau. Copyright Edition Johanet. Paris. Isbn: 978-2-900086-82-7. P 66.

**Malteser International. (2014).**Lignes Directrices Sur L'eha Pour Les Acteurs De Terrain Manuel 1 :L'eau [En Ligne]. Disponible Sur :<[Https://Www.Malteser-International.Org](https://www.malteser-international.org)>. Pp34-68-79.

**Masmoudi-A, 2011.** Effet De La Salinité Des Eaux Et La Fréquence D'irrigation Sur Le Sol Et Le Végétal. Université Mohamed Khider – Biskra. P 61.

**Mazzuoli, L. S. (2012).** La Gestion Durable De L'eau Ressource. Qualité. Organisation. 2ème Ed. Pp 60, 61,70.

**Mekaoussi N., (2014):** Comportement Des Eléments Chimiques Dans Les Eaux De Surface De Hammam Debagh (Est Algérien). Mémoire De Magister. Université Hadj Lakhdar–Batna. 7- 13p.

**Merouani-M Et Bouguedah-A, 2013.** Etude De La Pollution Chimique Et La Vulnérabilité Alla Pollution Des Eaux Souterraines De La Cuvette D'ouargla. Mémoire Master. Université Kasdi Marbah Ouargla. P 59.

**Monjou ;1997** Les Pathologies D'origine Hydrique Et La Potabilité De L'eau Faculté De Médecine Pitié - Salpêtrière – Paris.

**Nouayti1, N., Khattach, D., Hilali, M. (2015).**Evaluation De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Souterraines Des Nappes Du Jurassique Du Haut Bassin De Ziz (Haut Atlas Central, Maroc). J. Mater. Environ. Sci.1068-1081. Issn: 2028-2508. Coden: Jmescn.

**Oms, 2006.** World Health Organization. Guidelines For Drinking Gwater Quality. First

**Oms. (2017).** Directives De Qualité Pour L'eau De Boisson. 4ème Ed. Intégrant Le Premier Additif. Genève. Isbn 978-92-4-254995-9. Pp 226-341.



**Redjem .F, Rahmouni .R, (2017) :** Evaluation De La Qualité De L'eau Potable Distribuée Dans La Commune De Hamma Bouziane (Wilaya De Constantine), Mémoire De Master, Université Des Frères Mentouri Constantine, Algérie.

**Rodier., (1989).** L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer. Dunod, Paris

**Rodier-J, Bazin-C., Broutin-J, Chambon P, Chapsaup-H, Rodi-L, 1996.**L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eaux De Mer. Ed. Dunod, Paris. P 3031-204-205-380-500-1086-1335. **Rodier J., 2005.** L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer. 8eme Edition : Dunod, Paris.

**Rodier., (1996).** L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer. 6eme Edition : Dunod, Paris.

**Rodier J., (1996) -** Analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires. 8ème Edition, Dunod Paris 1130p.

**Rodier, 2009.** L'analyse De L'eau : Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer. 9eme Edition : Dunod, Paris.

**Raymond D., 1997.** Le Traitement Des Eaux. Canada. P 305.

**Savary, P. (2010).**Guide Des Analyses De La Qualité De L'eau. 1re Ed : Territal A Bresson.

**Tchadanaye, N. M., Nambatingar, N., Tchoroun, M. D. (2016).** Physico-Chemical Quality Of Consumer Waters In N'djamena. Human Journals. 5 (2). Pp 72.

**Tourab,2013** Mémoire De Fin Contribution A L'étude De La Qualité Physicochimique Et Bactériologique Des Eaux Souterraines Dans La Plaine Du Haouz, Université Des Sciences Et Techniques Cadi Ayyad, Fst Marrakech (Maroc), 2013, P: 82.

**Vilagines-R, 2000,** Eau. Environnement Et Santé Publique : Introduction A L'hydrologie. 2ème Edition. P 218 Vilagines, 2000 . Eau, Environnement Et Santé Publique, Edition Tee Et Doc., Lavoisier, 2000, P: 5-164.

**Wahdi, 1995.** Les Maladies A Transmission Hydrique. Santé Plus Alger. N°45.)

**Webographie**

## Références bibliographiques

---

<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/qr/d/eau-sont-etapes-traitement-eau-potable-1124/> consulté le 22/03/2022

**Anonyme 01:** <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-dysenterie>