

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des Sciences et Technologies
Département des Sciences et Technologies

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Hydraulique

Spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement

Thème

***LES PARAMETRES PHYSICO-
CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE
DE L'EAU DE SABIL AU GHARDAIA***

Par :

- **BENDARA Hafsa**
- **HACINI Fatima Zohra**
- **HACINI Asma**

Jury :

M^r BENADDA Lotfi

Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa

Encadreur

M^r Z.BABA AMER

Maître conférence B

Univ. Ghardaïa

Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2013/2014

REMERCIEMENT

*Nous tenons tout d'abord et toujours à remercier Allah,
qui nous a donné la santé, la volonté et la force
d'atteindre notre but.*

*Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur :
Mr. BENADDA Lotfi de nous avoir dirigé, il s'est
toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long
de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour
l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a consacré.*

*Un grand merci aux personnels de l'A.D.E,
principalement les techniciens du laboratoire qui nous
ont facilité le travail.*

*A tous les techniciens du laboratoire de contrôle de
qualité d'EL-ATTEUF*

*Nous tenons à remercier également tous les enseignants
du département Sciences et technologies particulièrement
nos enseignants :*

*BENADDA , OULED BELKHEIR, MECHRI ,
DAHEUR, BOUBELLI , MOULAI , BOUAMEUR
ET AMIEUR*

*A tous les personnes ayant contribué, de près ou de loin,
à la réalisation de ce travail*

ASMA. HAFSA & FATIMA



DEDICACES

**Tout d'abord, je remercie Allah Tout-Puissant qui m'a guidé et éclairé
le chemin pour atteindre mon but.**

Je dédie ce modeste travail à :

La source de la tendresse et le symbole de l'amour ma chère mère

Qui s'est toujours sacrifié afin que j'obtienne mes objectifs.

A mon cher papa

**A mes sœurs et frères que j'aime et avec qui j'ai vécu le sens de joie et
de bonheur**

Qu'ALLAH les garde et les préserve.

A ma grand-mère ; qu'ALLAH procure pour elle une longue vie.

A mes oncles et tantes ainsi que leurs enfants

A toutes la famille de BENDARA

**A vous mes sœurs avec qui j'ai partagé les meilleures moments ; mes
amies Fatima et Asma**

A mes amis et collègues.

**A ceux qui m'ont appris des lettres d'or ; les mots de perles et les
expressions nobles et claires de la science**

A nos professeurs distingués.

*** A tous mes collègues de spécialité la HYDRAULIQUE**

BENDARA HAFSA



DEDICACE

***Avec l'aide d'Allah j'ai pu réaliser ce modeste Travail
que Je dédie :***

**** En premier lieu, à mes parents qui ont consenti
beaucoup de sacrifices pour me permettre de
réaliser mes objectifs. Qu'ils trouvent ici toute ma
reconnaissance et ma gratitude.***

**** A mes frères, mes sœurs et ma grand-mère chacun
à son nom.***

**** A mes oncles, tantes et cousins***

**** A toutes les familles HACINI et
BENABDERRAHMANE sans exception.***

**** A toutes mes amies particulièrement : ASMA et
HAFSA.***

**** A tous mes collègues de la même spécialité
HYDRAULIQUE***

FATIMA ZOHRA

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à ma chère

Mère et mon cher père qui m'ont toujours soutenu et

Aidé à affronter les difficultés,

Pour tous ce qu'ils ont fait pour que je

puisse les

Honorer, ainsi qu'à leur patience durant toute ma vie.

A mes très chers frères et à mes chères sœurs,

A toute ma famille.

A mon cher frère Hammou

Ma chère sœur Selma, Fatima et Hafsa

Tous mes amis

ASMA



Résumé : caractérisation physico-chimique et microbiologique des eaux de sabil au Ghardaïa

L'étude de la caractéristique physico-chimique et microbiologique des eaux d'Ighaba au Ghardaïa réalisée sur base d'un échantillonnage de 8 puits révèle l'existence d'une pollution biologique qui se traduit par la présence de germes totaux à 22°C et à 37°C ,coliformes totaux ,coliformes fécaux ,Escherichia coli et streptocoque D ,ce qui rend ces eaux impropres à la consommation humaine par rapport aux normes d'OMS

Mots clés : l'eau de sabil , microbiologique ,physico-chimique,normes,pollution,ghardia

مخلص الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لماء السبيل في غرداية

ان دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لماء السبيل في غرداية والتي انجزت عن طريق تحاليل لثمان عينات اوضحت وجود ثلوث بيولوجي من خلال وجود مجموع البكتيريا في درجة حرارة 22° م 37 م ,مجموع القولونيات البرازية , ايشيريشيا كولي

(Escherichia coli) والمكورات العقدية, مما يجعل المياه غير صالحة للاستهلاك البشري وفقا لمعايير المنظمة العالمية للصحة .

الكلمات الدلالية :ماء السبيل ,الفيزيائية والكيميائية ,علم الاحياء الدقيقة, المعايير , الثلوث, غرداية

Summary : chimique and physique and microbiologique characterization of water of sabil in Ghardaïa

The study of physique and chimique and microbiologique characterizat on of water of sabil in ghardaia made on the basis of 30 sampes , reveals a biological pollution that results in the presence of total bacteria at 22°C and at 37 °C ,totale coliforms ,Eschirichia coli and streptococcus, which makes the water unfit for humain consumption by OMS

Keywords :water of sabil,physique and chimique, standards,pollution ,ghardaia

Table De Matière

INTRODUCTION.....	2
PROBLEMATIQUE.....	5
CHAPITRE 01: ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES	
1.1. QU'EST-CE QUE L'EAU ?	7
1.2. LES CLASSES DE POLLUANTS	8
1.3. UNE CLASSIFICATION ALTERNATIVE	9
1.3.1 POLLUANTS PRIMAIRES	9
1.3.2. POLLUANTS SECONDAIRES.....	9
1.3.3. POLLUANTS TERTIAIRES.....	10
1.3.4. LES TRACES	10
1.3.5 COMPOSANTS NON PERMANENTS	11
1.4. LES UNITES DE MESURE	11
1.4.1 UNITES DE MESURE DES SUBSTANCES DISSOUTES	12
1.4.2 UNITES DE MESURE DES SOLIDES EN SUSPENSION.....	14
1.5. DURETE.....	15
1.6. PH.....	15
1.7. OXYDO-REDUCTION UN OXYDANT EST UNE SUBSTANCE	17
1.8. CONDUCTIVITE DE L'EAU.....	17
1.9. DISSOLUTION ET PRECIPITATION	17
1.10. L'EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE DE L'EAU	18
1.11. LES POLLUANTS DANS L'EAU	23
1.11.1. INTRODUCTION	23
1.11.2. CALCIUM – Ca ²⁺	23
1.11.3. MAGNESIUM – Mg ²⁺	23
1.11.4. BICARBONATE – HCO ₃ ⁻	23
1.11.5. FER – Fe ²⁺ , Fe ³⁺	23
1.11.6. SILICE – SiO ₂	23
1.11.7. GAZ CARBONIQUE – CO ₂	24
1.11.8. CHLORE.....	24

1.11.9. TRIHALOMETHANES	25
-------------------------------	----

CHAPITRE 02: MATIERS ET METHODE

2.1. L'OBJECTIF	27
2.2. CHOIX CITERNES CONCERNES D'ETUDE.....	27
2.3. ÉCHANTILLONNAGE.....	33
2.3.1. PRELEVEMENT DE L'EAU POUR L'ANALYSE	33
2.3.2. TRANSPORT ET STOCKAGE DES ECHANTILLONS	33

CHAPITRE 03 : PARTIE EXPERIMENTALE

3.1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	35
3.1.1. MESURE DE LA TEMPERATURE IN-SITU	35
3.1.2. LES TESTS	35
3.1.2.1. COLORATION.....	36
3.1.2.2. TDS	36
3.1.2.3. TURBIDITE.....	37
3.1.2.4. ELECTRODIALYSE.....	37
3.1.2.5. CALCAIRE.....	38
3.1.3. ANALYSE AU LABORATOIRE	38
3.1.3.1. MESURE DE PH	38
3.1.3.2. MESURE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE, SALINITE ..	39
3.1.3.3. NITRITE	40
3.1.3.4. NITRATE ET NITRITE	40
3.1.3.5. L'AMMONIAQUE.....	41
3.1.3.6. PHOSPHATE	41
3.1.3.7. SULFATES	42
3.1.3.8. CHLORURES.....	42
3.1.3.9. TURBIDITE.....	43
3.1.3.10. TH (DURETE TOTAL)	44
3.1.3.11. TAC (TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET)	44
3.1.3.12. CALCIUM	44
3.1.3.13. MAGNESIUM.....	45
3.1.3.14. SODIUM	45

3.1.3.15. POTASSIUM	46
3.1.3.16. LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO ₅)	47
3.1.3.17. LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (DCO).....	48
3.2. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES	48
3.2.1. RECHERCHE DES GERMES TOTAUX.....	49
3.2.1.1. MODE OPERATOIRE.....	49
3.2.1.2. INCUBATION ET LECTURE	49
3.2.1.3. EXPRESSION DES RESULTATS	49
3.2.2. COLIFORMES EN MILIEUX LIQUIDES (METHODE DE NPP).....	51
3.2.2.1. TEST DE PRESOMPTION	51
3.2.2.2. LECTURE	51
3.2.2.3. TEST DE CONFIRMATION.....	51
3.2.2.4. LECTURE	52
3.2.3. RECHERCHE DES STREPTOCOQUES FECAUX EN MILIEU LIQUIDE	54
3.2.3.1. TEST DE PRESOMPTION	54
3.2.3.2. LECTURE	54
3.2.3.3. TEST DE CONFIRMATION.....	54
3.2.3.4. LECTURE	54

CHAPITRE 04 : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 INTRODUCTION	57
4.2. ECHANTILLONS.....	57
4.3. ANALYSE DE LA TEMPERATURE IN-SITU.....	57
4.4. LES TESTES.....	58
4.4.1. COLORATION	58
4.4.2. TDS	58
4.4.3. ELECTRODIALYSE	59
4.4.4. TURBIDITE	60
4.4.5. CALCAIRE	60
4.5. ANALYSE AU LABORATOIRE	61
4.5.1. POTENTIEL HYDROGENE (pH)	61
4.5.2. MESURE DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE, SALINITE	62

4.5.3. NITRITE	64
4.5.4. NITRATE.....	65
4.5.5. L'AMMONIAQUE	66
4.5.6. PHOSPHATE.....	67
4.5.7. SULFATE	68
4.5.8. CHLORURES	69
4.5.9. TURBIDITE	70
4.5.10. TH (DURETE TOTAL).....	70
4.5.11. TAC (TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET).....	72
4.5.12. CALCIUM.....	73
4.5.13. MAGNESIUM	74
4.5.14. SODIUM	74
4.5.15. POTASSIUM	75
4.5.16 LA DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGENE (DBO5)	76
4.5.17. DCO	76
4.5.18. GERMES TO TOTAUX A 37C°	77
4.5.19. GERMES TOTAUX 22°C	79
4.5.20. COLIFORMES TOTAUX.....	80
4.5.21. COLIFORMES FECAUX	81
4.5.22. ESCHERICHIA COLI.....	82
4.5.23. STREPTOCOQUE.....	84
CONCLUSION	87
ANNEXE 1	90
ANNEXE 2	97
ANNEXE 3	100
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	103

La liste des figures

Figure 01: La molécule d'eau.....	8
Figure 02: Classification des impuretés	8
Figure 03: Conductivité de l'eau en fonction de la concentration de solides dissous (TDS).[12]	18
Figure 04: Le gaz carbonique dans l'eau	19
Figure 05 :Nomogramme de Lange lier et Ryznard[12]	21
Figure 06 : Interprétation de l'indice de Ryznar [12]	22
Figure 07: Le CO2 dans l'eau, sous différentes formes en fonction du Ph ...	25
Figure 08 : Malette de test	35
Figure 09 : (atloïdien)	36
Figure 10 : (TDS)	36
Figure 11 : Réactif savonneux.....	37
Figure 12 : Electrodialyse.....	37
Figure 13 : (solutions A et B Dureza)	38
Figure 14 : (pH-mètre)	39
Figure 15 : (conductivimètre)	40
Figure 16 : (turbidimètre).....	43
Figure 17 : (spectromètre UV-visible)	47
Figure 18 : (enceins thermo statée).....	48
Figure 19 : Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau	50
Figure 20 : Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau	53
Figure 21 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.....	55
Figure 22 : Variation de T° par rapport à la norme OMS	57
Figure 23: teste de coloration	58
Figure 24 : guide de TDS.....	59
Figure 25 : teste d'électrodialyse	59
Figure 26 : test de turbidité	60
Figure 27 : test de calcaire	60

Figure 28 : Variation de pH par rapport à la norme OMS	61
Figure 29 : Variation de conductivité par rapport à la norme OMS	62
Figure 30 : Variation de salinité par rapport à la norme OMS	63
Figure 31 : mesure de pH ,conductivité ,salinité	63
Figure 32 : Variation de nitrite par rapport à la norme	64
Figure 33 : dosage de nitrite	64
Figure 34 : Variation de nitrate par rapport à la norme	65
Figure 35 : dosage de nitrate	65
Figure 37 : dosage d'ammonium	66
Figure 36 : Variation de d'ammonium par rapport à la norme OMS	66
Figure 38 :Variation de phosphate par rapport à la norme OMS	67
Figure 39 :mesure de phosphate	67
Figure 40 : Variation de sulfate par rapport à la norme OMS	68
Figure 41 : dosage de sulfate	68
Figure 42 : Variation de chlorure par rapport à la norme OMS	69
Figure 43 : dosage de chlorure	69
Figure 44 : Variation de turbidité par rapport à la norme OMS	70
Figure 45 : Variation de dureté par rapport à la norme OMS	71
Figure 46 : dosage de TH	71
Figure 47 : Variation de TAC par rapport à la norme OMS	72
Figure 48 : dosage de TAC	72
Figure 49 : Variation de calcium par rapport à la norme OMS	73
Figure 50 : dosage de calcium	73
Figure 51 : Variation de magnésium par rapport à la norme OMS	74
Figure 52 : Variation de sodium par rapport à la norme OMS	74
Figure 53 : Variation de potassium par rapport à la norme OMS	75
Figure 54 : mesure de sodium et potassium par PEP7	75
Figure 55 : Variation de DBO ₅ par rapport à la norme OMS	76
Figure 56 : Variation de DCO par rapport à la norme OMS	77
Figure 57 : Variation de germes totaux 37° par rapport à la norme OMS	78
Figure 58 : absence des germes totaux 37C° (originale)	78
Figure 59 : Présence des germes totaux 37 C° (originale)	78
Figure 60 : Variation de germes totaux 22° par rapport à la norme OMS	79

Figure 62 : présence des germes totaux 22C°(originale)	80
Figure 61 : absence des germes totaux 22C°(originale)	80
Figure 63 : Variation de coliformes totaux par rapport à la norme OMS	81
Figure 64 : Variation de coliformes fécaux par rapport à la norme OMS	82
Figure 65 : Variation d'Escherichia coli par rapport à la norme OMS	83
Figure 66 : présence d'Escherichia coli dans l'eau (originale)	83
Figure 67 : Variation de streptocoque par rapport à la norme OMS	84
Figure 68 : Recherche et dénombrements des streptocoque ROTHE/DC	85
Figure 69 : Recherche et dénombrements des streptocoque ROTHE/SC	85
Figure 69 : Citerne C2 de sidi abaz	90

La liste des tableaux

Tableau 01 : Facteurs de conversion pour les ions les plus courants.....	13
Tableau 02: Conversion des degrés de dureté	15
Tableau 03 : les formations générales	32
Tableau 04 : l'échantillonnage	57
Tableau 05 : résultats du TDS	58
Tableau 08 : résultats de conductivité.....	91
Tableau 09 : résultats de salinité	91
Tableau 10 : résultats de nitrate	91
Tableau 11 : résultats de ammonium.....	91
Tableau 12 : résultats de phosphate	92
Tableau 13 : résultats de sulfate.....	92
Tableau 14 : résultats de chlorure	92
Tableau 15 : résultats de turbidité	92
Tableau 16 : résultats de TH	93
Tableau 17 : résultats de TAC.....	93
Tableau 18 : résultats de calcaium.....	93
Tableau 19 : résultats magnésium.....	93
Tableau 20 : résultats sodium.....	94
Tableau 21 : résultats de potassium	94
Tableau 22 : résultats DBO ₅	94
Tableau 23 : résultats DCO	94
Tableau 24 : résultats de G T 37°	95
Tableau 25 : résultats de GT 22°	95
Tableau 26 : résultats de CT	95
Tableau 27 : résultats de Cf	96
Tableau 28 : résultats EC.....	96
Tableau 29 : résultats de streptocoque	96
Tableau 30 : Nombre le plus probable et intervalle de confiance dans le cas du système d'ensemencement (NPP).	100

Tableau 31 : Utilisation de la table de NPP pour dénombrer les
coliformes.....101

Tableau 32 : Utilisation de la table de NPP pour dénombrer les
Streptocoques.....102

INTRODUCTION

Introduction

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.

L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus. Près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique.

Une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine.

Les standards de référence dans ce domaine diffèrent selon les époques et les pays (et selon l'autorité en charge de cette définition dans certains pays¹). Le concept de « potabilité » varie à travers le monde, fruit d'un contexte historique, scientifique et culturel local. Il détermine la question de l'accès à l'eau, puisqu'une eau de bonne qualité est essentielle au développement économique et humain.

Par exemple, les paramètres pouvant être réglementés sont :

- La qualité organoleptique (couleur, turbidité, odeur, saveur).
- certains paramètres physico-chimiques naturels (température, pH, chlorures : 200 mg/l, sulfates : 250 mg/l, etc.).
- Des substances dites indésirables (nitrates : 50 mg/l, nitrites, pesticides, etc.).
- Des substances toxiques (arsenic, cadmium, plomb, hydrocarbures, etc.).
- des paramètres microbiologiques (l'eau ne doit pas contenir d'organismes pathogènes, dont coliformes fécaux²). [8]

La wilaya de Ghardaïa qui se situe dans la zone septentrionale du Sahara Algérien s'étend sur une superficie de 86.550 km² entaillée dans des plateaux rocheux et dans des régions ensablées avec un climat aride caractérisé surtout par des chaleurs torrides en été. Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées dans la wilaya ont des valeurs faibles de l'ordre de 60 mm/an qui sont caractéristiques du climat de la région. Parfois des averses violentes de courtes durées engendrent des crues torrentielles brutales qui sont sources de dégâts humains et matériels dans les vallées urbanisées.

L'eau, indispensable à la vie et à tout développement économique, sociale et culturel est devenue un enjeu stratégique majeur. GHARDAIA qui dispose beaucoup de ressources hydriques n'échappe pas à cette règle pour se développer. [18]

Ceci dit, et vu la qualité des eaux souterraines de la nappe de Ghardaia qui représente une dureté importante, pousse la population de s'alimenter par des eaux de sources phréatiques dite eau d'El-Ghaba, dont on s'est intéressé à étudier dans ce mémoire la qualité de consommation (comme on a indiqué) des différents eaux d'El-Ghaba (ou de Sabil).

Problématique

Problématique

La plupart des gens à Ghardaïa boivent l'eau du robinet et l'utilisent pour les usages ménagers quotidiens, Mais une grande catégorie d'entre eux comptent sur l'eau distribuée gratuitement par les camions transportant des citernes d'eau dite : « Eau de Sabil » ou encore « Eau d'El-Ghaba », faisant allusion à l'eau des sources phréatiques.

Les citoyens préfèrent boire et cuisiner avec cette eau sans connaître la nature ou les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques ; pour eux son efficacité à cuisiner certain repas sérials, son goût sucré et certaines utilisations thérapeutiques, ces trois critères détermine cette eau comme eau préféré, tandis que autres personnes ont un point de vue contraire.

Raison pour laquelle dans ce travail essayer de déterminer les paramètres physiques, chimiques et bactériologiques de différent type de source de l'eau d'El-ghaba, en vu de résoudre cette problématique de consommation de ce type d'eau.

Nous avons procédé à un échantillonnage qu'on a analysé in-situ et au laboratoire, ensuite une interprétation scientifique des résultats relevés par une synthèse sur la qualité de l'eau d'elghaba de chaque zone, en s'appuyant sur les normes de consommation.

Notre projet s'articule ainsi sur :

- Chapitre 1 – Etude Bibliographique ;
- Chapitre 2 – Matériels et méthodes ;
- Chapitre 3 – Partie expérimentale ;
- chapitre 4 – Résultats et discussions ;
- Synthèse générale.

Chapitre 01

Etudes Bibliographiques

1.1. Qu'est-ce que l'eau ?

Il est usuel de croire que l'eau est H_2O . En fait, une description plus précise de ce liquide serait: l'eau, c'est H_2O plus une série d'impuretés. Le praticien du traitement de l'eau doit connaître ces impuretés, leurs conséquences sur les propriétés de l'eau, et aussi les unités de mesures employées pour exprimer ces impuretés à fin de comprendre les analyses d'eau.

Les polluants de l'eau ayant

des conséquences directes sur les caractéristiques de l'eau, on utilise pour l'eau de nombreuses mesures.

Il est important pour pouvoir concevoir des systèmes de traitement de l'eau et les utiliser de manière optimale de bien comprendre les analyses d'eau, et la signification de grandeurs telles que le PH, le potentiel d'oxydoréduction, etc.

L'eau est un fluide qui a des caractéristiques tout à fait remarquables:

- Sa densité est plus faible à l'état solide qu' l'état liquide
- La tension de surface est très élevée
- On l'appelle parfois le solvant universel, car elle dissout plus de substances que tout autre fluide connu.
- Sa chaleur de vaporisation élevée, ce qui en fait un fluide caloporteur de choix Ces caractéristiques sont dues à la molécule d'eau (voir figure 01).

La molécule d'eau est une molécule polarisée. Ces molécules tendent à rester ensemble à l'état liquide plus que d'autres fluides, ce qui explique la chaleur de vaporisation élevée. Elle tend aussi à séparer les ions : il en résulte que l'eau est un excellent solvant. Le volume de l'eau augmente lorsqu'elle passe de l'état liquide à l'état solide, elle est l'une des 3 seules substances connues dans la nature dans ce cas. [8].

1.2. Les classes de polluants

L'eau, de part sa nature de solvant universel, n'existe pratiquement pas sous forme de H₂O pure. L'on trouve littéralement de tout dans l'eau. A fin de pouvoir analyser les traitements de purification envisageables, il est indispensable dans un premier temps de classer les impuretés. Il y a plusieurs manières de classer les impuretés. L'intérêt d'une classification est évidemment conditionné par l'utilité de celle-ci pour définir les traitements de purification.

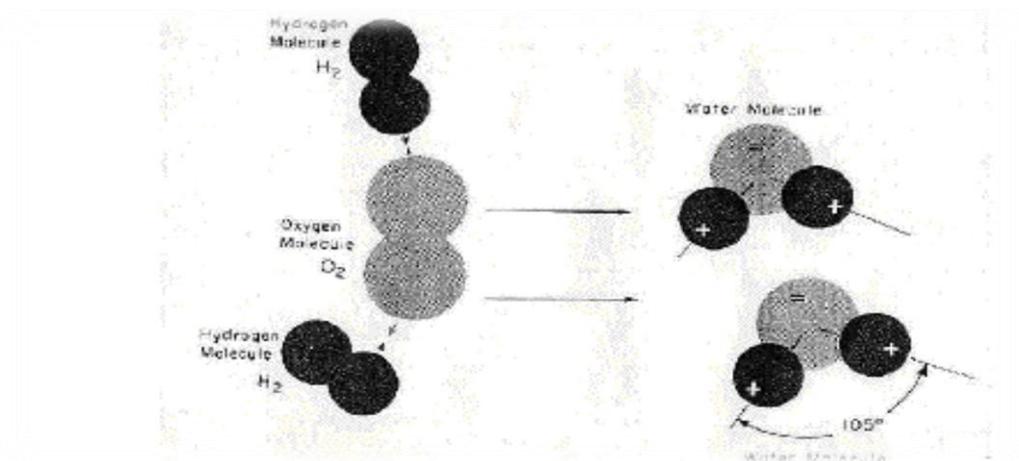


Figure 01: La molécule d'eau

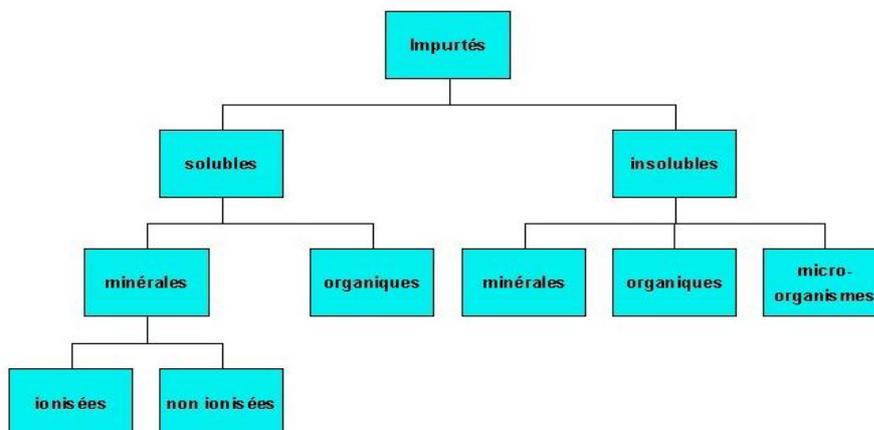


Figure 02: Classification des impuretés

Les principales classes de polluants sont :

- Les éléments solubles : on pourra les éliminer par osmose inverse ou échange d'ions.
- Les micro-organismes : on pourra les détruire par des méthodes de désinfection.
- Les composés insolubles : il faudra précipiter ou filtrer
- Les composants organiques: ils constituent une nourriture pour d'éventuelles bactéries, il faudra donc les éliminer, en général par oxydation ou par absorption sur charbon actif.

1.3. Une classification alternative

Une autre manière de classier est de parler de polluants primaires ou secondaires, en fonction de leur concentration habituelle dans l'eau.

1.3.1. Polluants primaires

Les polluants primaires, dont la concentration dans l'eau dépasse souvent les 5 ppm sont :

- Bicarbonate HCO_3^-
- Calcium Ca^{2+}
- Chlorures Cl^-
- Magnésium Mg^+
- Silice SiO_2
- Sodium Na^+
- Sulfate SO_4^{2-}

1.3.2. Polluants secondaires

On définit comme polluants secondaires ceux dont la concentration dépasse souvent 0.1 ppm :

- Ammoniac NH_3
- Bore B_3^+
- Fluor F^-
- Fer Fe^{2+}

- Nitrate NO_3^-
- Potassium K^+
- Strontium Sr^{2+}

1.3.3. Polluants tertiaires

Polluants tertiaires sont ceux dont la concentration dépasse souvent 0.01 ppm :

- Aluminium
- Arsenic
- Baryum
- Bromide
- Cuivre
- Plomb
- Lithium
- Manganèse
- Phosphate
- Zinc

1.3.4. Les traces

Les traces sont ces polluants dont la concentration est généralement inférieure à 0.01 ppm :

- Antimoine
- Cadmium
- Chrome
- Cobalt
- Mercure
- Nickel
- Etain Sn
- Titane Ti

1.3.5. Composants non permanents

La concentration de nombreux composants de l'eau est soumise à des changements Dus au contact avec l'air, avec les matériaux de récipients et conduites, ou à l'activité biologique. Il s'agit en particulier de :

Acidité et alcalinité Produits de cycles biologiques Il s'agit en particulier des produits des cycles suivants :

- Cycle du carbone CH_4 , CO , CO_2 , carbone organique.
- Cycle de l'oxygène O_2 , CO_2 .
- Cycle de l'azote azote organique, NH_3 , NO_2^- et NO_3^- .
- Réactions redox En résultent 2 classes de produits.

Oxydants, parmi les quels il faut distinguer :

- Naturels : O_2 , S.
- Résidus de traitement: Cl_2 , CrO_4^{2-} .
- Réducteurs : Naturels : organiques, Fe^{2+} .
- Résidus de traitement: organiques, Fe^{2+} , SO_2 , SO_3^{2-} .

Radionucléides : essentiellement le Radon, qui est un problème réel pour la santé humaine par exemple dans certaines régions de l'arc jurassien, mais pose rarement des problèmes pour les applications industrielles de l'eau.

1.4. Les unités de mesure

L'eau est un produit complexe. Il n'est donc pas étonnant que l'on utilise un nombre important d'unités de mesure pour le décrire. Les unités de mesure généralement utilisées sont :

Mesure de concentrations: ppm, mg/l, grains

PH : exprimé sans dimension

Potentiel redox : exprimé en mV

Dureté : exprimée généralement en degrés

S'y ajoutent différents indices, tels que :

Indice de Lange lier : formule qui indique si l'on va avoir des précipitations ou si l'eau sera corrosive. Si cet indice est négatif, il y a tendance à la corrosion. S'il est positif, il y a tendance à la formation de calcaire

Turbidité : Néphélométrie turbidité unités ou NTU

SDI : Indice spécialisé, souvent spécifié par les fabricants d'osmoseurs

Pénétration des UVC: un autre indice spécialisé, généralement exprimée % sur une lame d'eau de 1 cm.

1.4.1. Unités de mesure des substances dissoutes

Pour exprimer la concentration d'une substance dissoute dans l'eau, plusieurs unités sont utilisées. L'unité de concentration la plus courante est le mg/l, souvent exprimée par "ppm" (partie par million). Les indications en ppm peuvent induire en erreur : en principe, en traitement de l'eau, l'on parle de ppm massique, qui correspondent donc à des mg/kg, soit mg/l pour l'eau. Il faut faire attention au fait que le monde de l'environnement exprime généralement les concentrations des polluants gazeux en ppm, mais il s'agit cette fois de ppm volumiques (ppm v).

Quand ces deux mondes se rencontrent, comme cela est les cas par exemple dans les applications de lavage de fumées ou l'ozonisation de l'eau, les erreurs dues à l'interprétation du terme "ppm" sont hélas fréquentes.

Le grain est une unité fréquente dans la littérature anglo-saxonne :

- 1grain = 1/7000lb
- 1grain/gal US = 17.1mg/l

Les concentrations de polluants sont en général indiquées comme ion. Parfois, l'on rencontre le terme "Comme CaCO₃": utilisé dans la littérature anglo-saxonne, cette unité qui comptabilise les charges électriques est pratique pour les calculs d'équilibre électrique et d'échange d'ions, mais est la source d'innombrables erreurs.

L'intérêt de l'unité ppm comme CaCO_3 est que la somme des concentrations des anions doit être égale à la somme des concentrations des cations à pH neutre. Cette unité est utile aussi le calcul de systèmes d'échange d'ions : l'on peut additionner les Concentrations des différents ions et ainsi obtenir le total de ce que une résine échangeuse d'ions doit enlever de l'eau. Hormis ces deux cas il vaut mieux ne pas utiliser les ppm comme CaCO_3 Pour obtenir le facteur de conversion pour passer de la concentration comme ion à la concentration comme CaCO_3 , il faut diviser la masse molaire du carbonate de calcium par la "masse équivalente", qui est la masse molaire divisée par la valence. Cette unité est pratique pour exprimer la dureté, c'est plus facile ensuite pour calculer la capacité de l'adoucisseur.

Les chimistes utilisent aussi les unités m Mol/l et m Val/l, qui expriment la quantité de molécules - respectivement la quantité de charges électriques - contenues dans l'eau. Une Mole d'une substance a la même masse en grammes que sa masse moléculaire relative.

Un Val est ainsi une Mole divisé par le nombre de charges électriques.

Tableau 01 : Facteurs de conversion pour les ions les plus courants

Ion	mMol/l	mVal/l	Comme CaCO_3
Ca^{++}	40	20	2.50
Na^+	23.5	23.5	23.5
Mg^{++}	24.3	12.2	4.12
Cl^-	35.5	35.5	1.41
SO_4^{2-}	96	48	1.04
HCO_3^-	61	61	0.82

1.4.2. Unités de mesure des solides en suspension

Les solides en suspension dans l'eau posent une série de problèmes importants à l'utilisateur d'eau dans l'industrie. Si l'eau sert à la production d'un produit, la qualité de Celui-ci peut être affectée par les particules en suspension.

D'autre par des systèmes de purification d'eau lui-même doivent généralement être protégés des solides en Suspension : c'est le cas des pompes et des membranes des osmoseurs, par exemple .Pour réduire la quantité de solides en suspension l'on peut utiliser la filtration² et la clarification.

En purification de l'eau, on utilise deux mesures différentes de la quantité de solides en suspension dans l'eau à traiter :le SDI Silt Densité Index, et la turbidité

SDI : Le SDI (Silt Densité Index) est un indice de colmatage .Il est important pour les applications de filtration tangentielle. Il est défini comme étant la réduction moyenne sur 15 minutes, en % par minute du débit `a travers un filtre 0.45µm à une pression constante de 2.1 bar. Il s'agit d'un paramètre américain (ASTM Standard), cette origine est dû au fait que les producteurs de membranes d'osmose inverse sont presque tous américains ou japonais. S'il est impossible de l'obtenir, la turbidité peut être utilisé, mais c'est un paramètre moins fiable pour prédire le risque d'entartrage des membranes .En cas de litige avec le fournisseur de membranes, cela peut être un problème. Un laboratoire d'analyse devrait être capable de mesurer le SDI, mais ce n'est pas toujours le cas. Par contre, l'on trouve dans le commerce des kits pour la mesure du SDI. Le SDI Doit impérativement ^être mesuré sur place.

Les valeurs du SDI peuvent être interprétées comme suit :

- **Inférieur à 3** : pas à peu d'entartrage de la membrane ;
- **Entre 3 et 5** : conditions normales d'utilisation ;
- **Supérieur à 5** : entartrage excessif à prévoir.

En pratique, il faut consulter le fournisseur des membranes lors de l'installation de l'osmoseur et lui demander quelle est la valeur limite acceptable du SDI pour ses membranes

➤ **Turbidité :**

En pratique, on peut s'attendre à un entartrage excessif des membranes si la turbidité est supérieure à 1 NTU.

➤ **Comptage de particules :**

Le comptage des particules est cher et rarement nécessaire. Il est utilisé seulement après une filtration, pour analyser ou comprendre un phénomène inexplicé.

1.5. Dureté

La dureté est définie comme la somme des concentrations des ions Calcium Ca^{2+} et Magnésium Mg^{2+} .

1.6. PH

Acides et bases

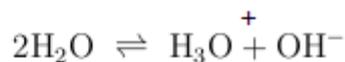
Equilibre chimique de l'eau



Tableau 02: Conversion des degrés de dureté

France	UK	Allemagne	USA
1.43	1	0.8	14.3
1	0.7	0.56	10.0
1.79	1.25	1	17.9
0.1	10.07	0.056	1

En fait :



$$K_e = [\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{OH}^-]$$

Où K_e est la *constante de dissociation de l'eau*

$$K_e = 10^{-14} \text{ mol/l à } 25^\circ\text{C}$$

Nomenclature :

H^+ : ion hydrogène

OH^- : ion hydroxyde

H_3O^+ : ion hydronium

H^+ : il s'agit d'un radical, il est peu probable qu'il existe. En fait, ce que l'on trouverait dans l'eau serait plutôt l'ion H_3O^+ , mais en pratique, on utilise toujours H^+ dans les calculs. K_e a été nommé ainsi pour honorer Mr. Kohlrausch, qui la mesura. K_e varie en fonction de la température.

➤ **Définitions :**

Un acide est un donneur d'ions H^+ ;

Une base est un accepteur d'ions H^+ ;

Un acide fort est complètement dissocié dans l'eau ;

Un acide faible est partiellement dissocié dans l'eau.

De manière analogue, une base partiellement dissociée sera dite faible, une complètement dissociée sera dite forte.

➤ **Acides et bases faibles**

L'acide sulfurique est un acide fort quand à son premier hydrogène. C'est le seul acide polyprotique fort.

1.7. Oxydoréduction un oxydant est une substance

Il peut accepter des électrons. Les oxydants réagissent avec les réducteurs. Pour toute oxydation, il y a une réduction. On parle donc de réactions d'oxydoréduction. On distingue les potentiels normaux de chaque substance et le potentiel redox d'une solution.

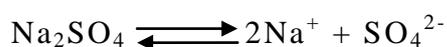
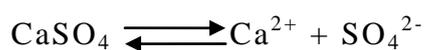
Potentiels normaux : mesurés avec une concentration de 1 mol/kg d'eau, avec électrode du même métal, par rapport à un gaz à un bar et une électrode de platine
 Potentiel d'une solution : potentiel d'une électrode de platine dans la solution par rapport à une électrode standard.

1.8. Conductivité de l'eau

L'eau théorique, sans aucune impureté, a une conductivité faible. Sa résistivité est de 18.3 MΩ×cm. La conductivité de l'eau est environ proportionnelle à la concentration Totale de solides dissous. [8]

1.9. Dissolution et précipitation

Les différents sels minéraux se dissolvent dans l'eau. Il s'agit d'une réaction en équilibre, comme par exemple :



Si l'on concentre une solution saturée, l'on cause donc une précipitation.

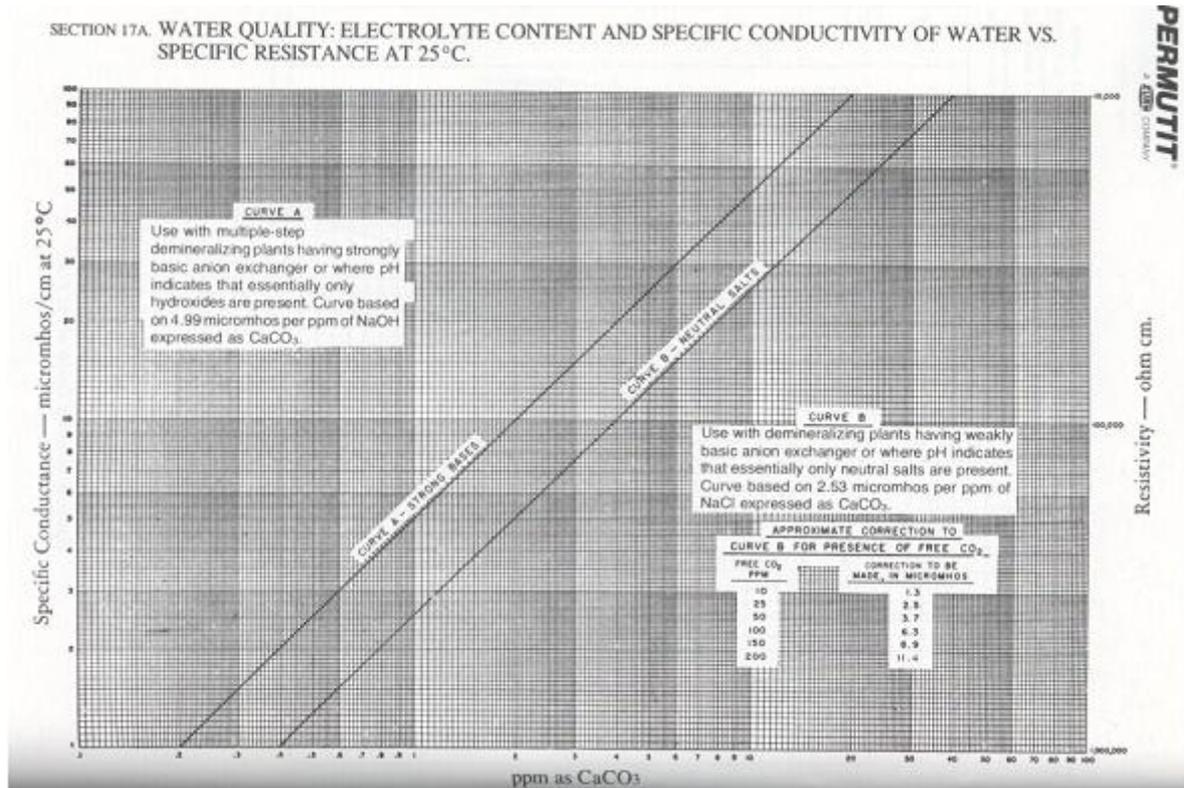


Figure 03: Conductivité de l'eau en fonction de la concentration de solides dissous (TDS) [12]

1.10. L'équilibre calco-carbonique de l'eau

Un cas de réaction à l'équilibre particulièrement important en purification de l'eau est celui de la précipitation de calcaire, CaCO₃.

La dissolution ou la précipitation du calcaire dans l'eau est régie par une série de réactions à l'équilibre qui impliquent aussi le gaz carbonique. C'est pourquoi l'on parle de l'équilibre calco-carbonique de l'eau.

Le gaz carbonique est en partie sous forme ionique dans l'eau :



Le carbonate de calcium est sous forme de ions :



Dans les conditions habituelles, le CO_3^{2-} réagit presque entièrement pour former du HCO_3^- , ce qui explique que l'on trouve des quantités considérables de calcaire dissous dans l'eau sous forme de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

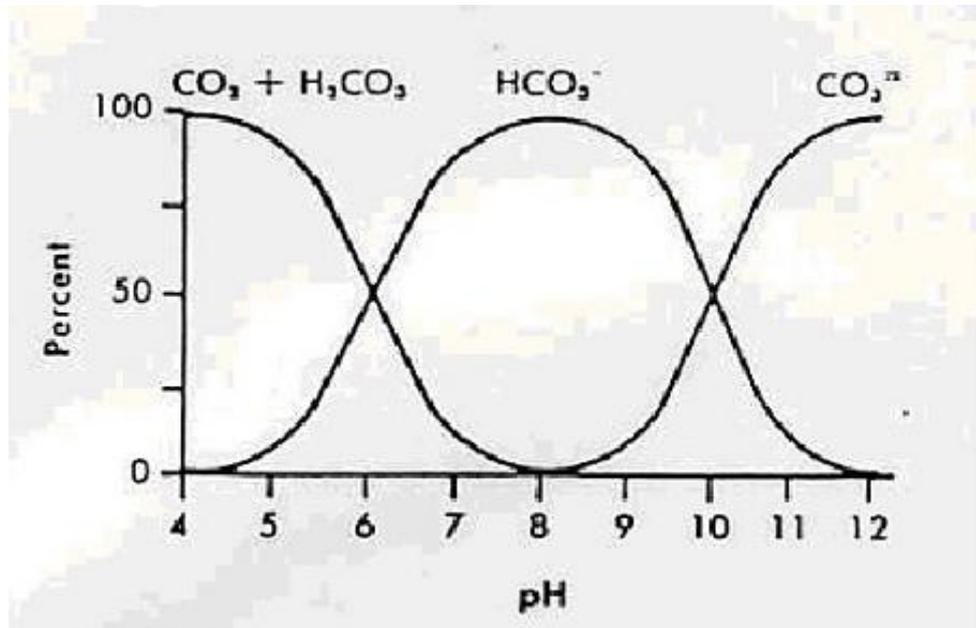


Figure 04:Le gaz carbonique dans l'eau

Si l'on combine les réactions inverses on a :



$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ précipite et entartre conduites, chaudières, etc.

Plusieurs paramètres influencent les équilibres des équations ci-dessus. Il en résulte qu'il n'est pas trivial de déterminer si une eau est agressive, ou au contraire causera des dépôts. Il ne faut en aucun cas accepter les affirmations simplistes que l'on entend trop souvent - malheureusement parfois aussi prononcées par des professionnels - du type l'eau adoucie est corrosive, ou l'eau dure cause des dépôts de tartre. Même une eau adoucie peut causer des précipitations si on la concentre, ou si on change le pH ou la température.

De même, une eau dure mais acide peut être corrosive.

L'agressivité de l'eau, ou au contraire, sa tendance à former des dépôts de tartre, sera fonction des paramètres suivants :

- La température
- L'alcalinité
- Le pH
- La dureté
- La concentration totale de solides dissous

Plusieurs modèles permettant de déduire l'agressivité de l'eau ont été élaborés, et peuvent être utilisés sous forme de graphique (nomogrammes) [8] ou de programmes de Calcul [20]. Ces différents modèles donnent parfois des résultats différents. Les graphiques des 2 pages suivantes sont extraits de [12] : l'avantage de ce nomogramme et du graphique annexe est qu'il permet en un calcul de procéder à l'évaluation du caractère corrosif ou non de l'eau selon 2 modèles de calcul (Syzran et Lange lier). Le nomogramme est d'autre part relativement simple à utiliser.

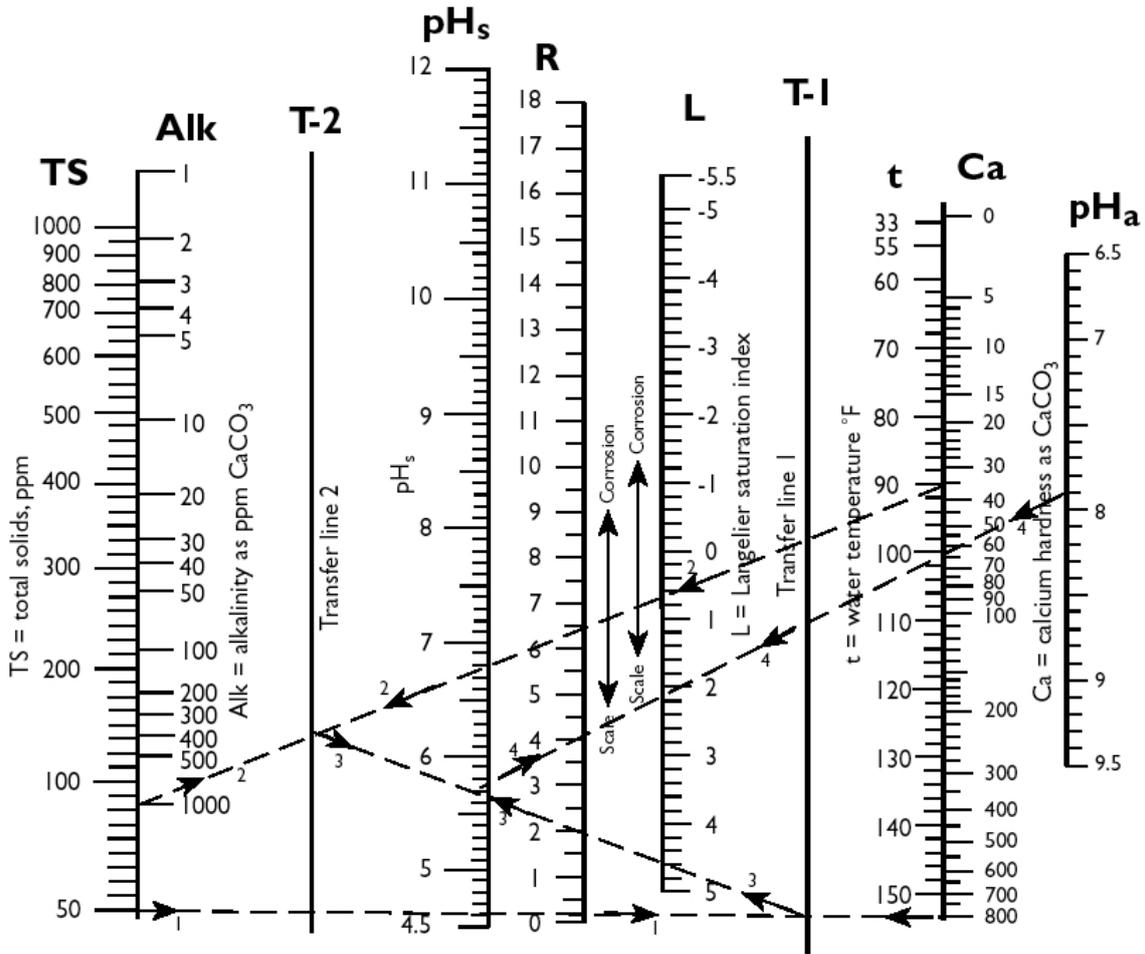


Figure 05: Nomogramme de Langelier et Ryznard [12]

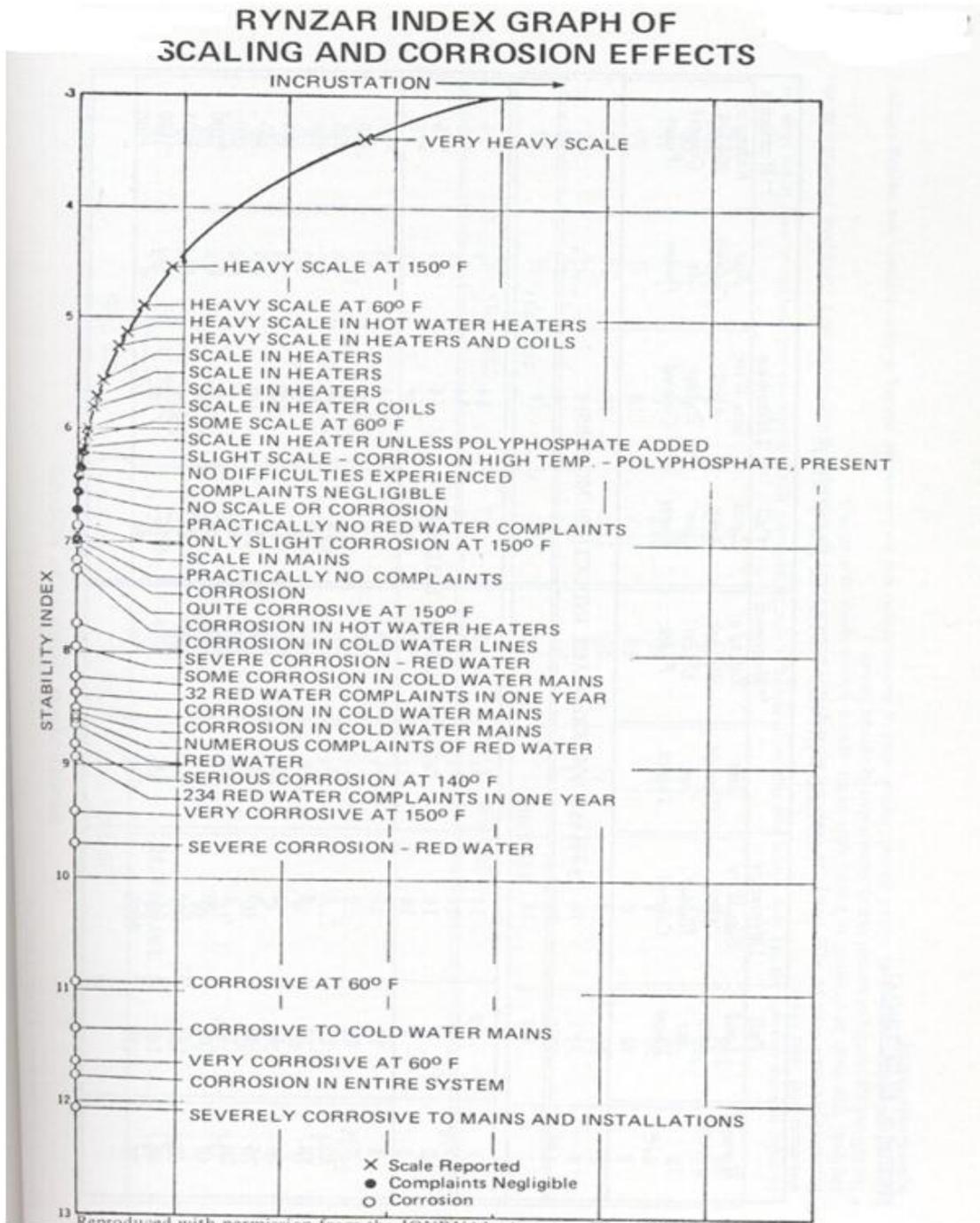


Figure 06 : Interprétation de l'indice de Ryznar [12]

1.11. Les polluants dans l'eau

1.11.1. Introduction

Nous passons ici en revue les polluants principaux, et les problèmes qu'ils posent dans les systèmes de purification d'eau industriels.

1.11.2. Calcium – Ca^{2+}

Le calcium est le composant principal de la dureté. Il est le résultat de la dissolution de roches calcaires par l'eau. Il cause des précipitations, et l'on peut l'éliminer en adoucissant l'eau. On en trouve généralement 2 à 200 ppm dans l'eau, plus souvent 100 ppm ou plus. Le calcaire est le CaCO_3 .

En fait, il est rare que ce soit un seul composant qui précipite.

1.11.3. Magnésium – Mg^{2+}

On trouve typiquement 10 à 50 ppm de magnésium dans l'eau, mais il pose moins de problèmes que le calcium car il est plus soluble. Il représente en général environ 1/3 de la dureté de l'eau.

1.11.4. Bicarbonate – HCO_3^-

Le bicarbonate HCO_3^- est le résultat de la dissolution dans l'eau du CO_2 produit par des bactéries.

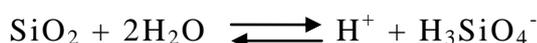
1.11.5. Fer – Fe^{2+} , Fe^{3+}

Le fer est présent sous forme ionique dans toutes les eaux souterraines, donc pratiquement toutes les eaux potables. Il cause l'entartrage de membranes d'osmose inverse, et est donc généralement à éliminer dans les systèmes de purification d'eau industriels

Méthodes d'élimination Oxydation au chlore avant un filtre à sable.

1.11.6. Silice – SiO_2

On distingue la silice neutre, la silice colloïdale et la silice activée. La silice est neutre à PH neutre. A PH élevé, elle est en partie activée :



On parle de silice colloïdale quand la silice se combine avec des molécules organiques. On a souvent de la silice colloïdale dans l'eau qui a pour origine le squelette d'algues.

La silice pose un problème au niveau des chaudières et des turbines.

La meilleure méthode pour l'éliminer est l'osmose inverse, qui permet d'en éliminer plus du 99% de la silice activée et de la silice colloïdale.

L'échange d'ion n'enlève pas la silice colloïdale. La silice n'étant que en partie sous forme ionique, on ne peut pas détecter un changement de la concentration de silice dans l'eau sur la base de la conductivité : même une eau à conductivité très faible peut contenir une concentration significative de silice.

1.11.7. Gaz carbonique – CO₂

Le CO₂ peut être dans l'eau sous forme d'ion ou sous forme libre. La part des différentes formes de CO₂ dépend du pH de l'eau.

Le CO₂ libre peut poser des problèmes dans un système de traitement de l'eau : en particulier, comme il n'est pas arrêté par l'osmose inverse il peut épuiser rapidement la résine d'un échangeur d'ions qui serait placé en aval d'un osmoseur. Et il peut affecter la conductivité de l'eau. La meilleure façon de l'éliminer est de procéder à un dégazage à bas pH. Si la chaîne de traitement de l'eau inclut un osmoseur on peut, dans les limites de la solubilité du calcaire, convertir le CO₂ en bicarbonate en injectant de la soude en amont de l'osmoseur. Le bicarbonate étant un ion, il ne traverse pas la membrane de l'osmoseur.

1.11.8. Chlore

Sous forme Cl⁻ (ion chlorure) le chlore n'est pas dangereux.

La limite habituelle de 250 mg/l est justifiée par des raisons de goût.

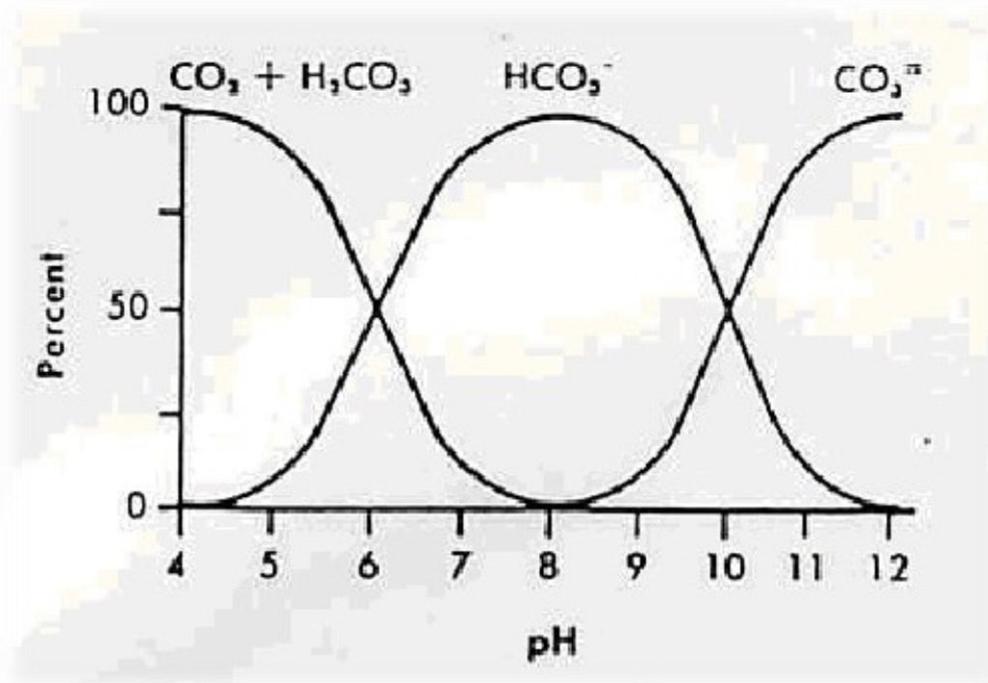


Figure 07: Le CO_2 dans l'eau, sous différentes formes en fonction du PH

L'ion chlorure est arrêté par les osmoseurs et les échangeurs d'ions. La molécule par contre Cl_2 passe à travers membranes et les échangeurs d'ions.

1.11.9. Trihalométhanes

- HCCl_3
- HCCl_2Br
- HCClBr_2
- HCBBr_3

Les trihalométhanes résultent de la réaction de débris organiques avec le chlore ou le brome. Ils causent des cancers. Il n'y a pas de méthode efficace de les éliminer. Il faut donc éliminer les précurseurs, donc éviter d'utiliser le chlore.

CHAPITRE 02

PRISES DES ECHANTILLONS

2.1. L'objectif

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau de Sabile au Ghardaïa par réalisation des analyses physico-chimiques et Bactériologiques.

Nous avons suivie la qualité de cette eau à travers des analyses qui ont été effectué au niveau de trois laboratoires, en l'occurrence : le laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des eaux), le laboratoire de l'université, et le laboratoire de ME et cela pour une duré estimé de trois semaines.

2.2. Choix citernes concernes l'étude

Le choix de réservoirs concernés L'étude se base sur trois éléments :

- La population qui consomme l'eau de Sabil.
- La fréquence élevée des interruptions de l'eau du robinet.
- La susceptibilité élevée des citernes à la pollution.

Les zones concernées par l'échantillonnage sont :

- Ghardaïa
- Metlili
- El-Guerara

Le prélèvement se fait dans huit différents points, Leurs coordonnés (quartiers, nom et prénom et adresse de chaleur de camion citerne, endroit et temps de distribution, emplacement, la source, la photo de camion) sont indiqués sur le tableau suivant :

Tableau 03 : les formations générales

échantillons	Rue	Nom et prénom et adresse de chauffeur	Endroit et temps de distribution	Emplacement	La source	Photo de camion
A	Echahid razzag alaargoub el'atteuf	Hadj Brahim ramadan rue de sidimasaad e el'Aatef	Chaque samedi à l'Aargoube	En face de ca maison	Daïa	

<p>B</p>	<p>Rue de 1 novembre colonel Lotfi Grara</p>	<p>Ahmed hadj kriss rue colonel Lotfi à côté de la mairie</p>	<p>Tous jours Après midi rut de colonel Lotfi</p>	<p>Investi rustique de hadj kbiss</p>	<p>Puits de l'investi rustique 10 km avant la ville de Grara</p>	
<p>C</p>	<p>Khatala bounoura</p>	<p>Ben nacer Youcef Khatala bounoura</p>	<p>3 fois par semaine quartier de khatala ET agherm</p>	<p>En face de ca maison</p>	<p>Puits de bouchent</p>	

<p>D</p>	<p>Rue alharamain beni Esguen</p>	<p>Boughali Alharamain Beni Esguen</p>	<p>Chaque jour au quartier de mou mou ET alharamain</p>	<p>En face de ca maison</p>	<p>Puits de bouchent</p>	
<p>E</p>	<p>Mermad</p>	<p>Saidi aatala Rue de Mouhamed lakhdar filali</p>	<p>Une fois par semaine</p>	<p>En face de sa maison</p>	<p>Puits de alghaba Daia</p>	

F	Sidi abaz	Bahez Brahim Rue de Amir Abdelkader sidi aabaz	Tous les jours le matin	En face du grand stade au sidi abaz	Hassi de Daïa	
G	Thenia	Ftata Moustafa rue de thnia-t- el makhzen	Chaque 3 jour au soir	Devant la menuiserie au Merrakchi	Hassi lfhal	

H	Nouvelle Metlili	Benacer ramdan rue de bouhraoua	3jour par semaine	Devant le ML	Hassi lfhal	
---	------------------	---------------------------------	-------------------	--------------	-------------	---

2.3. Échantillonnage

Les principaux aspects dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants :

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le strict respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon.

2.3.1. Prélèvement de l'eau pour l'analyse

Les principaux renseignements à fournir pour une analyse d'eau :

- Identité des préleveurs.
- Date et heure de prélèvement.
- Motif de la demande d'analyse.
- point de prélèvement d'eau.
- Origine de l'eau.

Les eaux doivent être prélevées dans des flacons stériles et fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air.

Huit flacons de 250 ml sont réservés pour l'analyse bactériologique et huit autres flacons de 1 L conçu pour l'analyse physico-chimique.

2.3.2. Transport et stockage des échantillons

Les analyses bactériologiques doivent être commencées au maximum après 6 heures du prélèvement. Le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C.

Les prélèvements sont placés aux froids dès leurs arrivés au laboratoire avant d'entamer les analyses.

CHAPITRE 03

Partie expérimentale

3.1. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques concernant tout ce qui est relatif à la structure naturelle de l'eau qui ont des limites de concentrations maximales pour un certain nombre d'éléments souvent des ions comme le chlorure, sulfate, nitrate,...etc.

Nous avons réalisé des analyses in-situ, des tests, et des analyses au laboratoire pour déterminer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de sabil et en suit la on a effectué une comparaison avec les normes.

3.1.1. Mesure de la température in-situ

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. La température est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation, elle est mesurée par un thermomètre sur terrain.

3.1.2. Les tests

La coloration, le TDS, la turbidité, l'électrodialyse ont été réalisés à l'aide d'une Malette composé de Kit de test permettant de déterminer l'ensemble de ces paramètres, en s'appuyant sur différents réactifs et donnant des résultats d'illustration estimant la qualité des eaux analysées (fig. 08).



Figure 08 : Malette de test

3.1.2.1. Coloration

Les échantillons vont être transmis dans des gobelets stériles auxquels on ajoute 3 gouttes de réactif atloïdien (fig9). Les résultats apparaissent après quelques secondes.



Figure 09 : (atloïdien)

3.1.2.2. TDS

L'appareil (fig. 10) doit être émit dans l'échantillon, ensuite on attend jusqu'à ce que la valeur se stabilise.



Figure 10 : (TDS)

3.1.2.3. Turbidité

On ajoute 3 gouttes de réactif savonneux (fig. 11), les résultats apparaissent après une agitation au bout de quelques secondes.



Figure 11 : Réactif savonneux

3.1.2.4. Electrodialyse

L'appareil (fig12) avec double électrode permet l'apparition des ions présents dans l'eau (Al^{-3} , Fe^{+2}).



Figure 12 : Electrodialyse

3.1.2.5. Calcaire

Pour sa détection on doit mettre une goutte de la solution (A) Dureza de couleur mauve, puis on ajoute entre 10 à 50 goutte de solution Dureza (B) transparente (fig.13), jusqu'à ce que la couleur devienne bleu ou blanc.



Figure 13 : (solutions A et B Dureza)

3.1.3. Analyse au laboratoire

3.1.3.1 Mesure de pH

a. Principe

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par le pH mètre.

b. Mode d'opérateur

Etalonner l'appareil avant la mesure, avec des solutions tampons à pH=7, pH=4 et pH=9. Après avoir rincé l'électrode en verre avec de l'eau distillée.

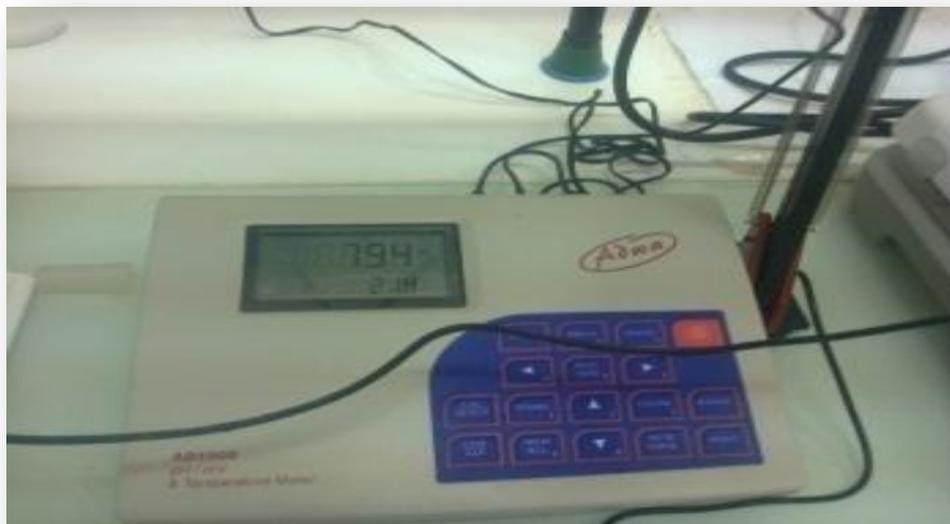


Figure 14 : (pH-mètre)

3.1.3.2 Mesure de la conductivité électrique, salinité

On utilise un appareil multi-paramètre pour mesurer les trois paramètres (conductivité électrique, et taux de salinité).

a. Mode opératoire

D'une façon générale, opérer avec de la verrerie rigoureusement propre et rincée avant usage avec de l'eau distillée. Tout d'abord, rincée plusieurs fois l'électrode avec de l'eau distillée puis on la plongeant dans l'échantillon à examiner.



Figure 15 : (conductivimètre)

3.1.3.3 Nitrite

Les nitrites peuvent être rencontrés dans l'eau, mais à des doses faibles. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification n'étant pas conduite à son terme, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (BREMOND et PERRODUM ,1976).

a. Dosage

50 ml échantillon + 1 ml (réactif nitrite), la lecture est faite à l'aide d'un spectromètre uv-visible après 20 min.

3.1.3.4 Nitrate et nitrite

Le nitrate et le nitrite sont des ions naturels qui font partie du cycle d'azote. L'ion de nitrate (NO_3^-) est la forme stable d'azote pour les systèmes oxygénés. Bien que chimiquement non réactif, il peut être réduit par action microbienne. L'ion de nitrite (NO_2^-) contient l'azote dans un état d'oxydation relativement instable. Les processus chimiques et biologiques peuvent plus loin ramener le nitrite à de divers composés ou l'oxyder en nitrate.

Le nitrate peut atteindre l'eau de surface et les eaux souterraines par suite d'une activité agricole (application excessive y compris des engrais azotés et des engrais inorganiques), du traitement des eaux résiduaires et de

l'oxydation des déchets azotés provenant d'excrétions humaines et animales, y compris les fosses septiques.

Le dosage des nitrates (NO_3^-) se fait par colorimétrie dans un spectrophotomètre UV 440 μm avec le réactif sulfophérique. [1]

- 10 ml échantillon + 3 goutte de NaOH 30%.
- 1ml de salicylate de Na 0.5 %.
- évaporer a 75- 88 C° au bamarie.
- ajouté 2 ml de H_2SO_4 concentré.
- laisser reposer 10 min.
- ajouté 15 ml d' H_2O distillé.
- -ajouté 15 ml de tartrate de Na et K.

3.1.3.5 L'ammonium

L'ammonium est un gaz soluble dans l'eau mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée. En plus, l'ammonium est favorable au développement de certaines bactéries qui à leur tour génèrent de mauvais goûts [2].

En générale, l'ammonium se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation .[3]

La mesure de l'ammonium est fait par spectrométrie : dont le composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitropentacyano ferrate (III) de sodium. [4]

Le dosage est constitué de 40 ml d'échantillon + 4 ml réactif colorie + 4 ml solution dichloroioscyanurat de sodium)+ 2ml (eau), la lecture est faite après une heure .

3.1.3.6 Phosphate

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol ; leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique. .[3]

Le dosage par méthode spectrométrie moléculaire : en milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent in complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage spectrométrique. [4]

Le dosage est constitué de 50 ml d'échantillon + 50 ml Léau distillé + 1 ml de ascorbique + 2 ml de molybdate d'acide. La lecture est faite par spectromètre uv-visible.

3.1.3.7 Sulfates

Les sulfates se produisent naturellement en nombreux minerais, y compris la barytine (BaSO_4), l'epsomite ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) et gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Ces minerais dissous contribuent à la teneur en minéraux de beaucoup eaux potables.

Les concentrations rapportées pour le seuil de goût en eau potable sont 250-500 mg/litre (médiane 350 mg/litre) pour le sulfate de sodium, 250-1000 mg/litre (médiane 525 mg/litre) pour le sulfate de calcium et 400-600 mg/litre (médiane 525 mg/litre) pour le sulfate de magnésium.

Pour un échantillon, les concentrations médianes qui pourraient être détectées par goût étaient respectivement de 237, 370 et 419 mg/litre pour les sels de sodium, de calcium et de magnésium.[5]

La méthode de dosage se fait par gravimétrie. Les ions SO_4^{-2} sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués par gravimétrie.[4]

Le dosage est constitué de 50 ml d'échantillon + 5ml de HCL+ 20 ml de BaCl_2 + alcoleylique + éther, on traiter Par(Ag NO_3) , La concentration ($\text{SO}_4 = \text{dp} \cdot 4115.5 \text{ mg/l}$)

3.1.3.8 Chlorures

Le goût et les seuils olfactifs pour le chlore en eau distillée sont respectivement de 5 et 2 mg/litre. Dans l'eau, le chlore réagit à l'acide hypochloreux et aux hypochlorites de forme. Chacune des trois espèces existe dans l'équilibre les unes avec les autres, les affinités variant avec le pH. Dans les solutions diluées et aux niveaux de pH inférieur à 4.0, le chlore moléculaire très petit existe en solution. Les concentrations de l'acide hypochloreux et de l'ion d'hypochlorite sont approximativement égales pour un pH de 7.5 et une température de 25°C. Les chlorures proviennent souvent des eaux de pluies, du lessivage des terrains salés ainsi que des rejets des eaux usées.

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée d' AgNO_3 en présence de K_2CrO_7 . La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique de chromate d'argent.

Le dosage est constitué de 5 ml d'échantillon + 95 ml de l'eau distillé + 3 gouttes de permanganate en va triter avec (Ag NO_3) jusqu'à devenir rouge brique on déterminer la concentration à partir du volume noté .

3.1.3.9 Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers sont relatifs car certaines populations sont habituées à consommer une eau plus ou moins trouble et n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. La turbidité donne une idée de la teneur en matières en suspension. Elle a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre.



Figure 16 : (turbidimètre)

3.1.3.10. TH (dureté total)

La dureté de l'eau est la mesure traditionnelle de la capacité de l'eau de réagir avec du savon, l'eau calcaire exigeant considérablement plus de savon pour produire de la mousse. Elle n'est pas provoquée par une substance simple mais par une série d'ions métalliques polyvalents dissous, principalement cations de calcium et de magnésium, bien que d'autres cations, par exemple baryum, fer, manganèse, strontium et zinc, y contribuent également. La dureté est le plus généralement exprimée en milligrammes de carbonate de calcium équivalents par litre, à plus ou moins 60 mg par litre de carbonate de calcium, une eau est généralement considérée comme douce. Bien que la dureté soit provoquée par des cations, elle peut également être discutée en termes de carbonate (provisoire) et dureté (permanente) non carbonatée.

Le dosage se fait par la méthode de compleximétrie. Titration avec une solution d'E.D.T.A en utilisant un indicateur qui forme avec le calcium et de magnésium un complexe rouge foncé ou violet, c'est le mordant noir. [4]

3.1.3.11 . TAC (Titre Alcalimétrique Complet)

Se réalise par la méthode volumétrique. Le titre alcalimétrie complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates. Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

Le dosage est constitué de 50 ml d'échantillon + 50 de l'eau distillé + 3 goutte de méthylène , on titrer par solution HCL jusqu'à devenir orange foncé, on déduit la concentration à partir de cette relation : $(TAC = (V - 0.5)F \cdot 10)$ mg/l.

3.1.3.12. Calcium

Le calcium provient de la dissolution de la calcite et du lessivage des calcaires et des dolomies ou dépôts gypsifères. Le seuil de goût pour l'ion de calcium est dans la gamme 100-300 mg/litre, selon l'anion associé, mais des concentrations plus élevées semblent acceptables aux consommateurs.

Des niveaux de dureté au-dessus de 500 mg/litre sont généralement considérés esthétiquement inacceptables. Les concentrations allant jusqu'à 100 mg par litre de calcium sont assez communes dans des sources naturelles d'eau, cependant, les sources contenant plus de 200 mg par litre de calcium sont rares.

Le dosage se fait par la méthode complexométrie. Titration par complexométrie du calcium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétracétique (EDTA). Le HSN qui forme un complexe rouge avec le calcium, est utilisé comme un indicateur. [4]

Le dosage est constitué de 25 ml d'échantillon + 25 ml de l'eau distillé + 2ml de NaOH + indicateur colorant HSW ,on triter par EDTA jusqu'à la solution devenir bleue .on déterminer la concentration par la formule suivant : $(Ca^{+2}) : VEDTA .F. 8.016) \text{ mg / l}$

3.1.3.13. Magnésium

Le magnésium est principalement présent en ion Mg^{2+} . Il est contenu dans un large nombre de minéraux, par exemple la dolomite (carbonate de calcium magnésium; $CaMg(CO_3)_2$ et la magnésite (carbonate de magnésium ; $MgCO_3$). Le sulfate de magnésium ajoute un goût amer à l'eau. Sa solubilité est de 309 g/L à 10°C dans l'eau. C'est la différence entre le volume de la dureté et le calcium. Il est déterminé par la relation suivant :

$$(Mg^{+2})=(V_{th}-V_{ca^+}) .F . 4.84)$$

3.1.3.14. Sodium

L'ion de sodium est omniprésent dans l'eau. La plupart des approvisionnements en eau contiennent plus moins 20 mg de sodium par litre, mais aux niveaux de quelques pays, il peut dépasser 250 mg/litre. L'intrusion saline, les dépôts de minerais, l'intrusion d'eau de mer, les effluents d'eaux d'égout, et le sel utilisé dans la route dégivrant peuvent tous contribuer à l'apparition de quantités significatives de sodium dans l'eau. En outre, les produits chimiques de traitement de l'eau tels que le fluorure de sodium, le bicarbonate de soude et l'hypochlorite de sodium peuvent tous avoir comme conséquence des niveaux de sodium plus élevés que 30 mg/litre.

Les adoucissants d'eaux domestiques peuvent donner des niveaux de plus de 300 mg/litre.

Méthode de dosage par spectrophotométrie à flamme ; l'appareil utilisé (le PEP7) est un photomètre à basse température destinée à la détermination du Na, K, Li Ca, Ba à l'aide de filtres interférentiels optionnels

Lorsque les atomes d'un élément sont existé par une flamme, ils émettent des radiations de longueur d'onde détermine dont l'intensité peut être mesure par spectrométrie.

La concentration initiale du cation à doser est déduite de la valeur absolue de l'intensité de l'émission spectrale mesurée.

Une courbe d'étalonnage donne directement la tenue en sodium et potassium.[4].

3.1.3.15. Potassium

Bien que les concentrations du potassium normalement trouvées en eau potable soient généralement basses et ne posent pas des soucis de santé, la solubilité élevée du chlorure de potassium et son utilisation dans des dispositifs de traitement tels que des adoucissants d'eau peuvent mener à une exposition sensiblement accrue. La méthode de dosage par spectrophotométrie à flamme ; l'appareil utilisé (le PEP7) est un photomètre à basse température destinée à la détermination du Na, K, Li Ca, Ba à l'aide de filtres interférentiels optionnels. Lorsque les atomes d'un élément sont existé par une flamme, ils émettent des radiations de longueur d'onde détermine dont l'intensité peut être mesure par spectrométrie. La concentration initiale du cation à doser est déduite de la valeur absolue de l'intensité de l'émission spectrale mesurée. Une courbe d'étalonnage donne directement la tenue en sodium et potassium [4]

3.1.3.16



Figure 17 : (spectromètre UV-visible)

3.1.3.17 . La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

la demande biochimique en oxygène (DBO₅) est la masse d'oxygène moléculaire dissoute nécessaire aux micro-organismes pour la dégradation par oxygène (mais aussi pour la transformation) des matières organiques contenues dans l'eau, dans des conditions définies et dans un espace de temps donné.[5]

L'échantillonnage d'eau introduit dans une enceinte thermostatée (fig18) est mis à incuber en présence d'air. Les micro-organismes présents consomment l'oxygène dissous qui est remplacé en permanence par l'oxygène en provenance du volume d'air situé au-dessus de l'échantillon. L'anhydride carbonique (CO₂) formé est piégé par l'hydroxyde de potassium.

Cette détermination en oxygène crée une dépression qui est enregistrée par une élévation du niveau de mercure.[5]



Figure 18 : (enceins thermo statée)

3.1.3.18. La Demande Chimique en Oxygène (DCO)

Est la consommation en dioxygène par les oxydants chimiques forts pour oxyder les substances organiques et minérales de l'eau.

Dans cette étude on va déterminer la DCO à partir de DBO_5 , en utilisant la relation suivante : $\frac{DCO}{DBO_5} = 3$. Ce qui donne des valeurs approximative.

3.2. _ANALYSES BACTERIOLOGIQUES

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes ,basés sur la recherche et la numération de celles ci dans les échantillons à analyser .L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative [38]. Il faut signalé qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.

Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

- Recherche et dénombrement des germes totaux ;
- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux ;
- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.

3.2.1 . Recherche des germes totaux

Selon les normes internationales, les micro-organismes reviviscibles se définie comme étant la totalité des bactéries, levures et moisissures capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.[7]

3.2.1.1. Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter 2 fois 1 ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées (figure N°12).

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

3.2.1.2. Incubation et lecture

Retourner les boites et incuber, une à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. la lecture se fait après chaque 24h.

On calcul le nombre de colonies formées présentes dans un millilitre d'échantillon.

3.2.1.3. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en nombre de germes par ml (Germe/ 1ml).

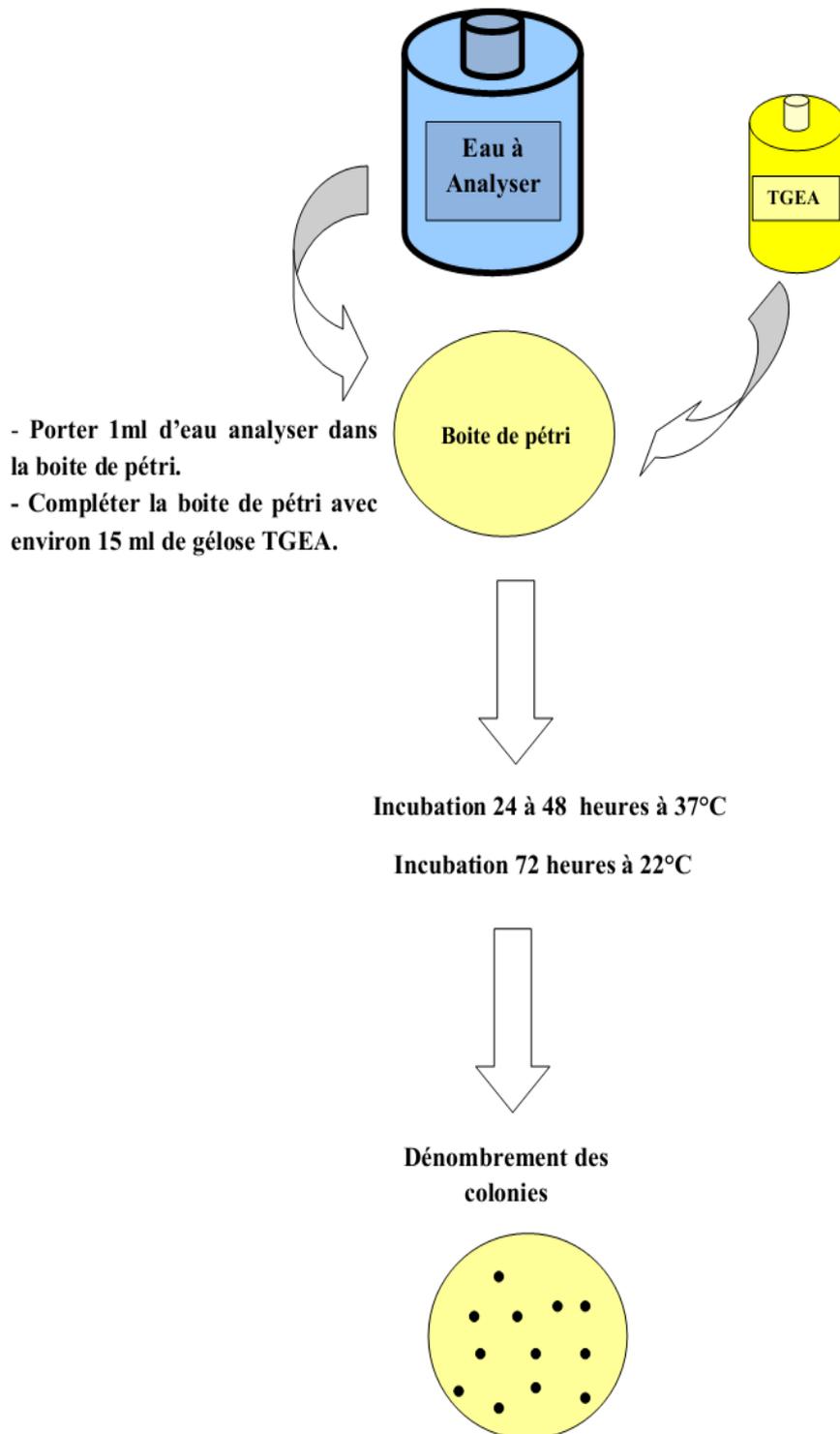


Figure 19 : Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau

3.2.2. Coliformes en milieux liquides (méthode de NPP)

3.2.2.1. Test de présomption

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

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (figure N°13).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

3.2.2.2. Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

3.2.2.3. Test de confirmation

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia Coli*.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche (figure N°13).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

3.2.2.4. Lecture

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).
- Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production.
- d'Indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP.

En tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.

Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'E. Coli).

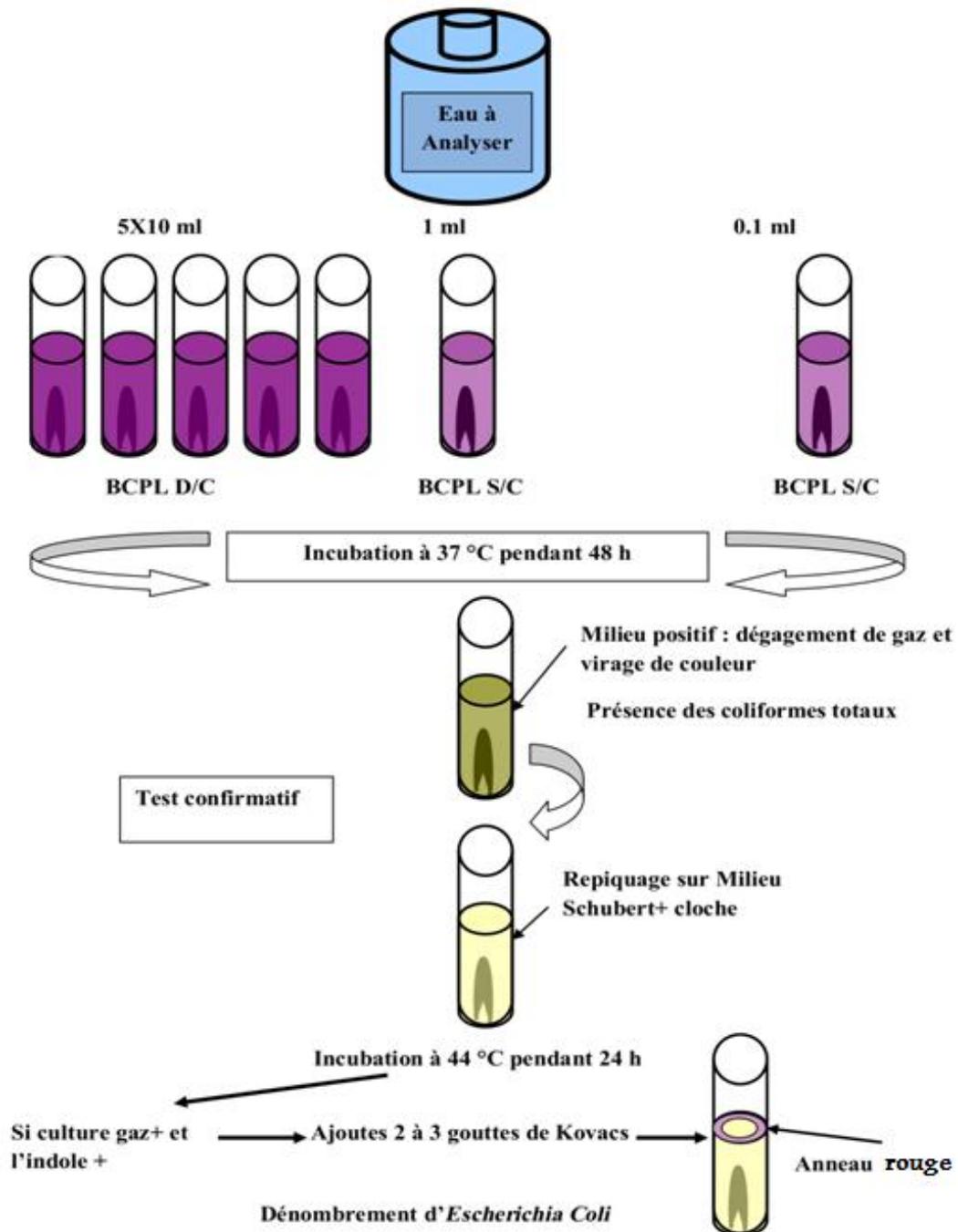


Figure 20 : Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau

3.2.3. Recherche des streptocoques fécaux en milieu liquide

3.2.3.1. Test de présomption

A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement :

- fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C
 - 1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C
 - 0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (figure N°14) :
- ✓ Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
 - ✓ L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

3.2.3.2. Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

3.2.3.3. Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY (figure N°14). Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

3.2.3.4. Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien.
 - Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.
 - La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP
- nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

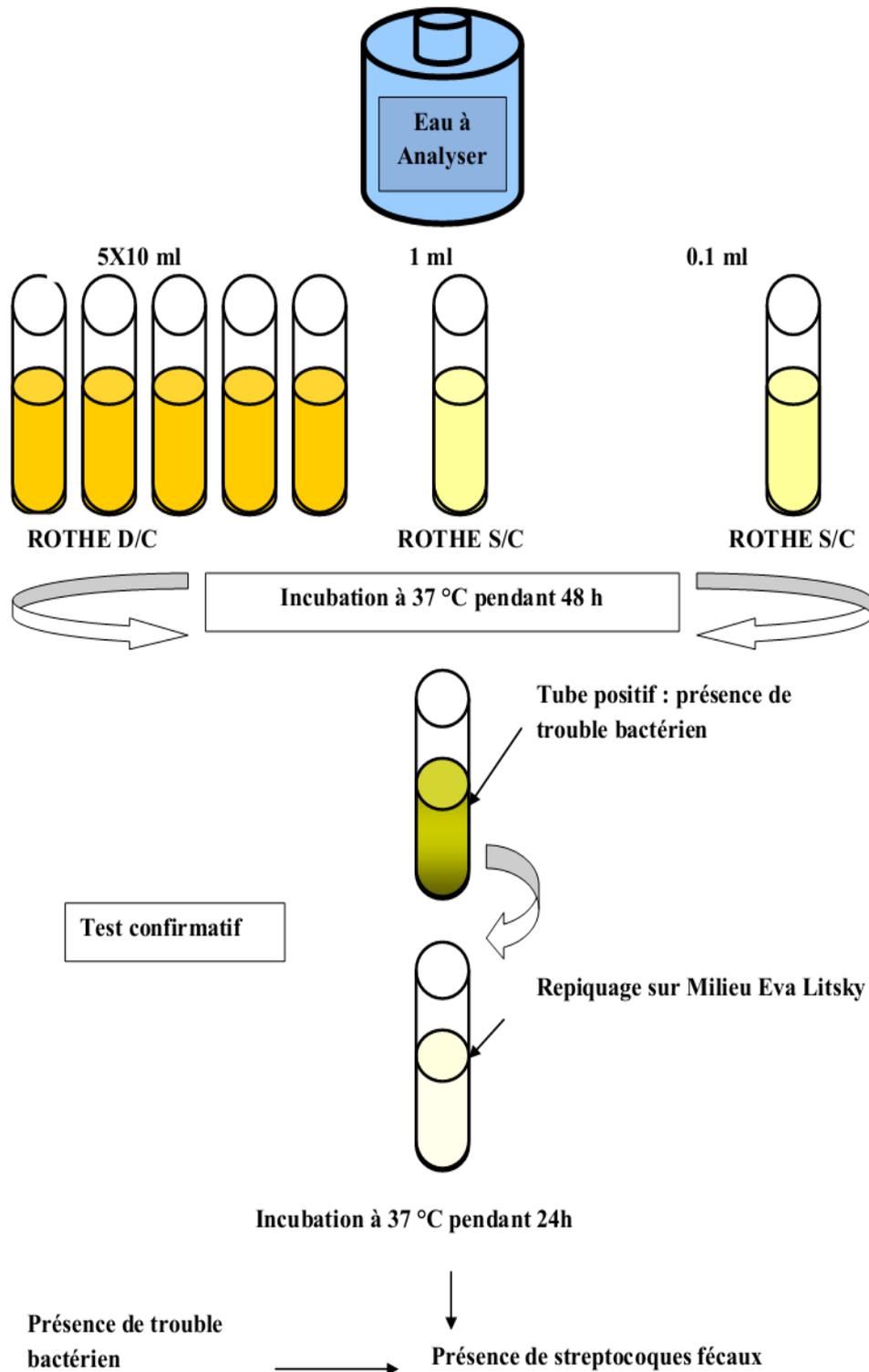


Figure 21 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau

CHAPITRE 04
RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Introduction

Le but de cette étude est de déterminer les caractéristiques physicochimiques et bactériologiques des eaux et des éléments dissous afin de déterminer leurs origines, définir les faciès chimiques des eaux de sabil, Il sera également étudié la qualité de cette eau vis-à-vis de la potabilité.

Pour cela, un certain nombre de diagrammes ont été élaborés et qui serviront de base pour l'interprétation générale des résultats de mesures des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.

Nous avons adopté les normes fixées par l'OMS afin de caractériser l'existence ou non d'une pollution des eaux d'El-Ghaba.

4.2. Échantillons

Tableau 4 : l'échantillonnage

Echantillonnage	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Région d'échantillonnage	Atteuf	El Guerara	Beni Esguen	Bounoura	Sidi abaz	Mermaid	Nomarat	Thenia

4.3. Analyse de la température in-situ

D'après les résultats (Fig22) obtenus, nous avons remarqué que la température pour les huit citernes ne dépasse pas les normes D'OMS.

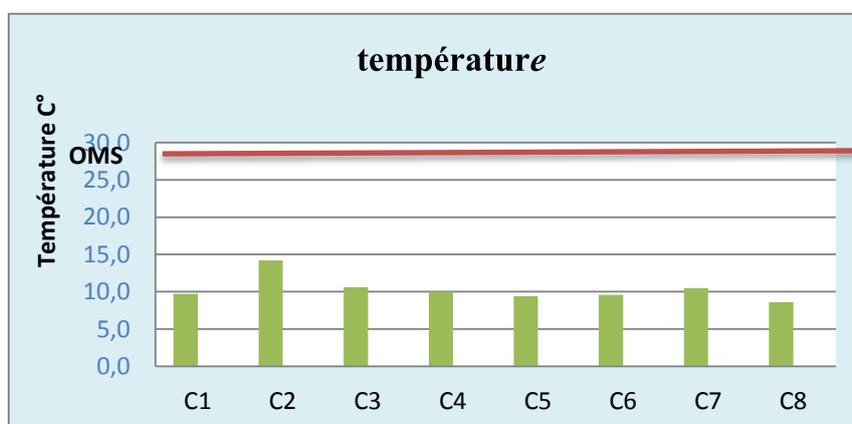


Figure 22 : Variation de T° par rapport à la norme OMS

4.4. Les teste

4.4.1. Coloration

Au vue des résultats de test de coloration (fig23), toutes les citernes d'eaux analysées contiennent des eaux claires. Les huit échantillons sont donc exemptes du Javel ou chlorure



Figure 23: teste de coloration

4.4.2. TDS

D'après le guide (fig24) de l'appareil, les valeurs de TDS (tableaux 5) de tous les points analysés ne sont pas valable à la consommation quotidien (supérieure à 400), sauf C2 peut être utilisée pour la consommation quotidien.

Tableau 5 : résultats du TDS

Echantillon	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
TDS	496	248	1115	564	513	503	490	500

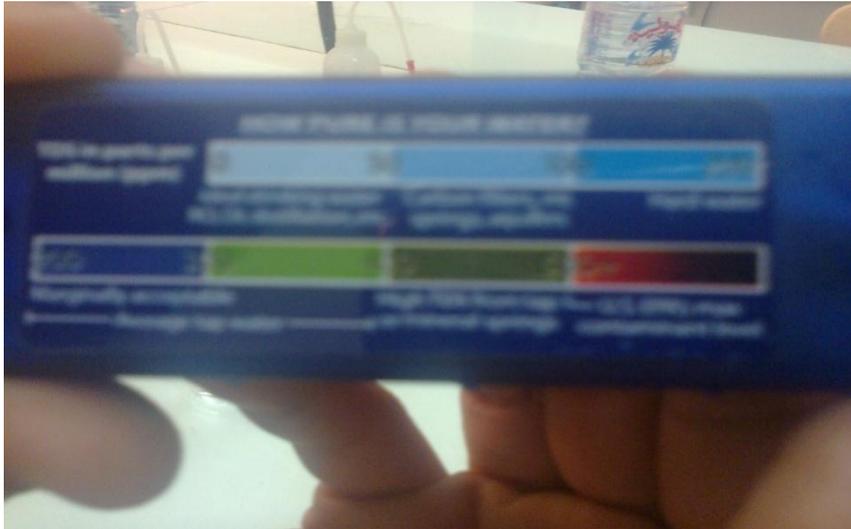


Figure 24 : Guide de TDS

4.4.3. Electrodialyse

La quantité estimative d'ions dans ces eaux indique sur la (fig 25). Seule C2 qui apparait moins chargé d'ions.

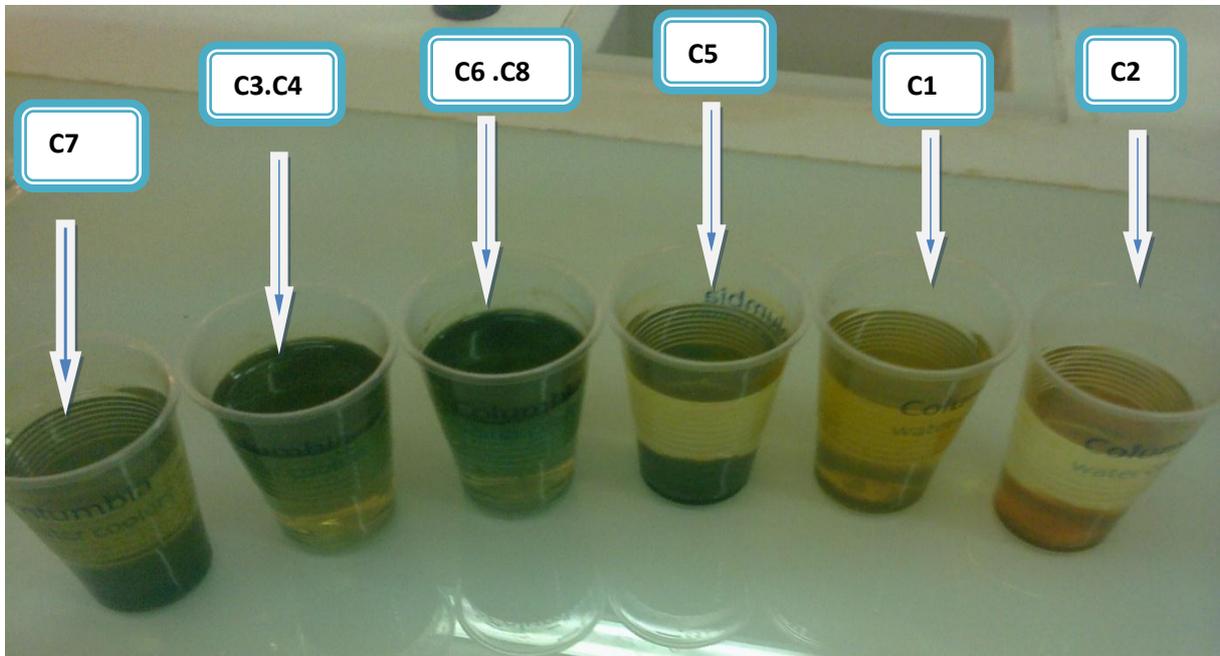


Figure 25 : teste d'électrodialyse

4.4.4. Turbidité

Les observations préliminaires indiquent la présence de taux élevé de turbidité selon la forme de mousse dans tous les échantillons, tandis que la citerne C2 était plus claire par rapport aux autres (fig. 26). La turbidité sera déterminée avec précision par un turbidimètre

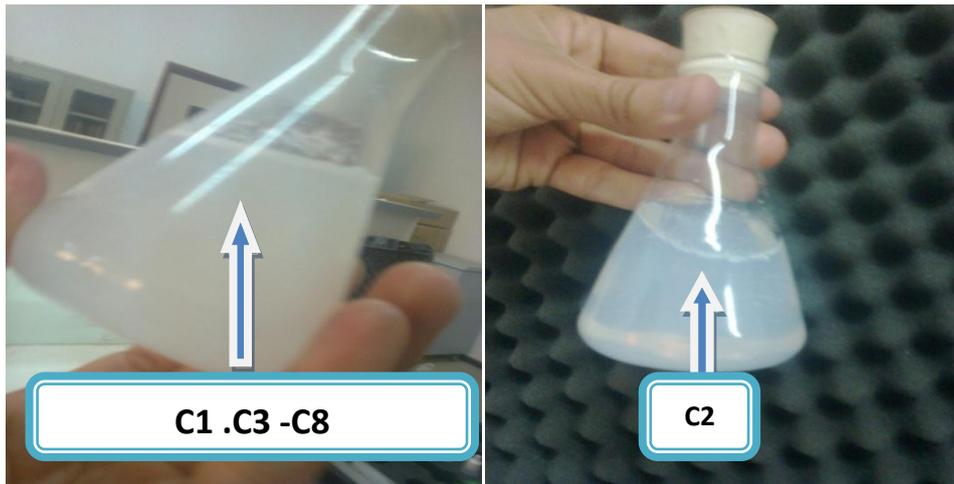


Figure 26 : test de turbidité

4.4.5. Calcaire

Tous l'échantillon ont une coloration move, tandis que l'échantillon de citerne C2 a une couleur Blue ce qui indiquent sa potabilité (fig27).

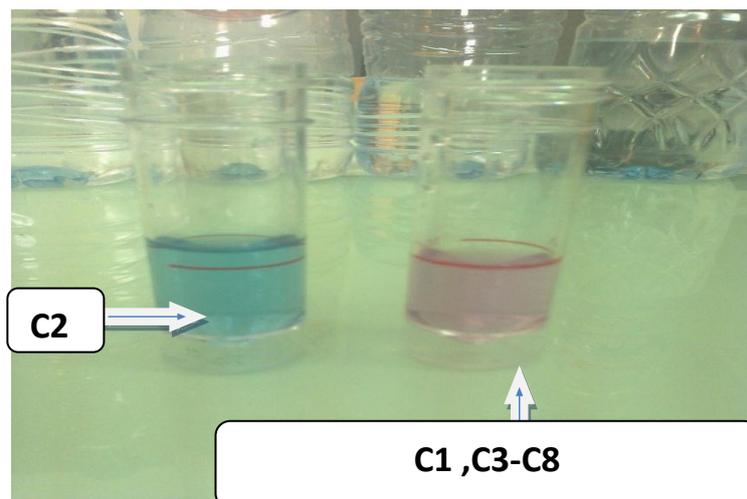


Figure 27 : test de calcaire

4.5. Analyse au laboratoire

4.5.1. Potentiel hydrogène (PH)

Les mesures effectuées révèlent d'une façon générale un pH qui varie entre la valeur minimal de 7,97 au niveau de citerne C3 et C7 et une valeur maximal 8,6 au niveau de citerne C1 avec une moyenne de 8,20 mg/l.

Selon la figure(28), les valeurs de pH sont inférieures aux valeurs citées dans l'index norme d'OMS. Cette eau ne présente aucun inconvénient vis-à-vis du pH des eaux potables. Tandis C8 dépasse la norme.

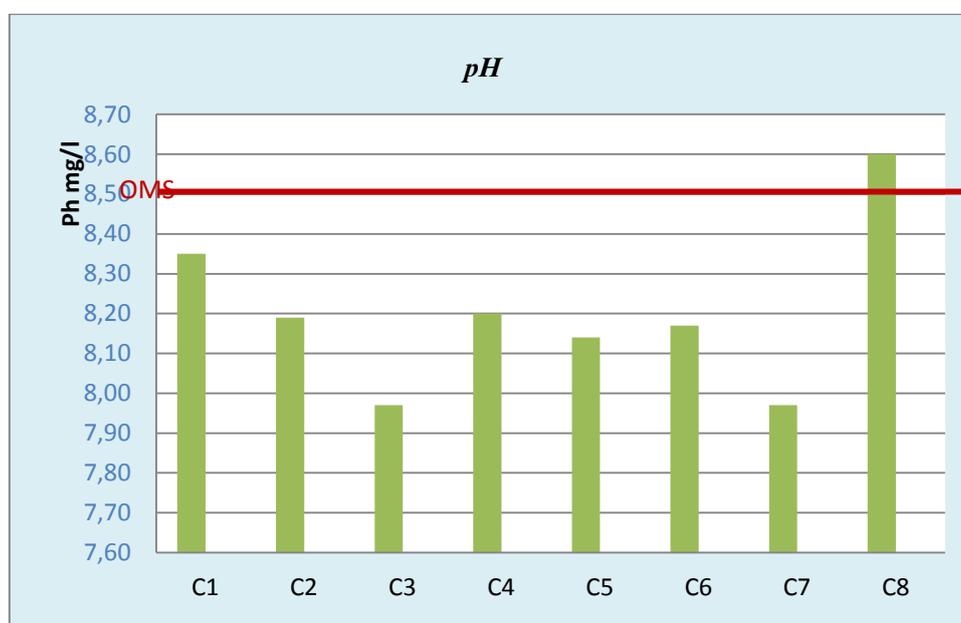


Figure 28 : Variation de pH par rapport à la norme OMS

4.5.2. Mesure de la conductivité électrique, salinité

Selon la figure(7), les valeurs de la conductivité électrique qui varient entre 412 $\mu\text{s}/\text{m}$ au niveau de citerne C2 indiquent la valeur minimale, la valeur de 1912 $\mu\text{s}/\text{m}$ au niveau de citerne C3 indique un maximal, avec une moyenne de 927 $\mu\text{s}/\text{m}$.

D'après la figure(29), Concernant la norme d'OMS, toutes les citernes d'eau analysées ont une valeur de conductivité électrique acceptable, ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation.

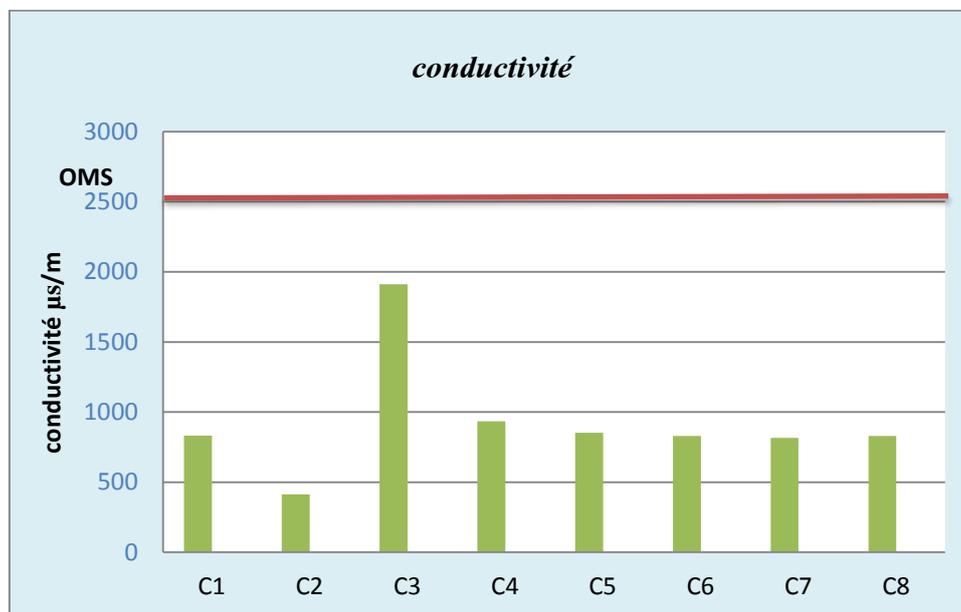


Figure 29 : Variation de conductivité par rapport à la norme OMS

D'après la figure(30), Concernant la norme d'OMS, sept citerne d'eau analysés (C1, C2, C4, C5, C6, C7, C8) ont une valeur de salinité acceptable, ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation. Tandis que la citerne C3 dépasse la norme.

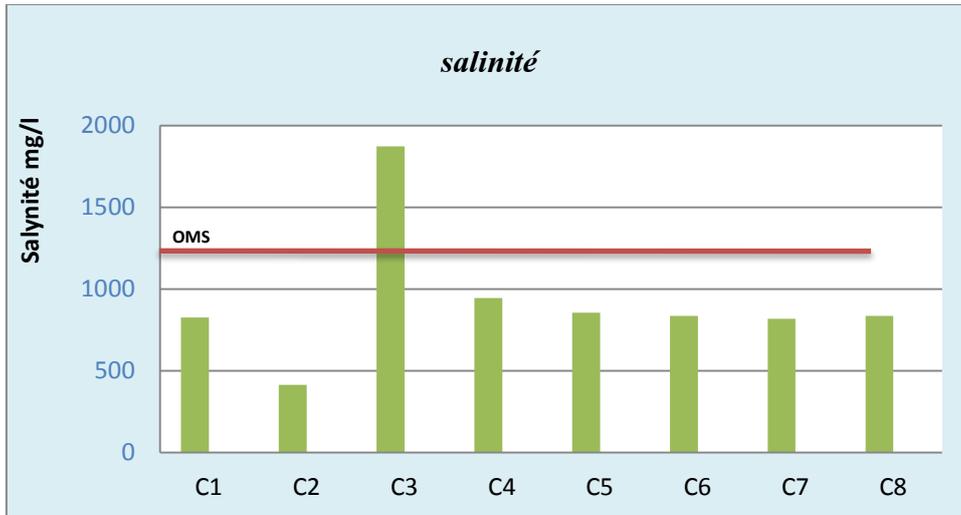


Figure 30 : Variation de salinité par rapport à la norme OMS

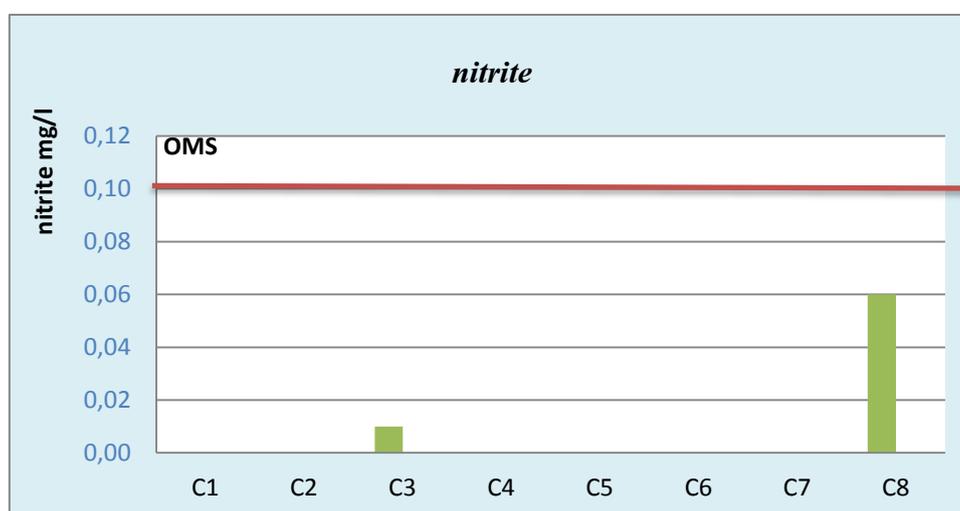


Figure 31 : mesure de PH, conductivité ,salinité

4.5.3. Nitrite

Le teneur en nitrite (NO_2) dans les eaux varie entre 0 mg/l et 0,066 mg/l avec une moyenne estimée à 0,01 mg/l

La concentration en nitrite (fig32) de tout l'échantillon est inférieures par rapporte à la norme d'OMS .ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation et ne présent aucun effet sur la santé de consommateur.

**Figure 32 : Variation de nitrite par rapport à la norme****Figure 33 : dosage de nitrite**

4.5.4. Nitrate

La valeur de concentration d'élément nitrate (NO_3) oscille entre un minimal de 11,1 mg/l au niveau de citerne C2 et un maximal de 50,7 mg/l au niveau de citerne C1 avec un moyenne de 22 ,337 mg/l.

La concentration maximale acceptable d'après les normes d'OMS est observée dans toute la citerne (fig34), ce qui indique la potabilité de ces eaux par rapport à la teneur de nitrite.

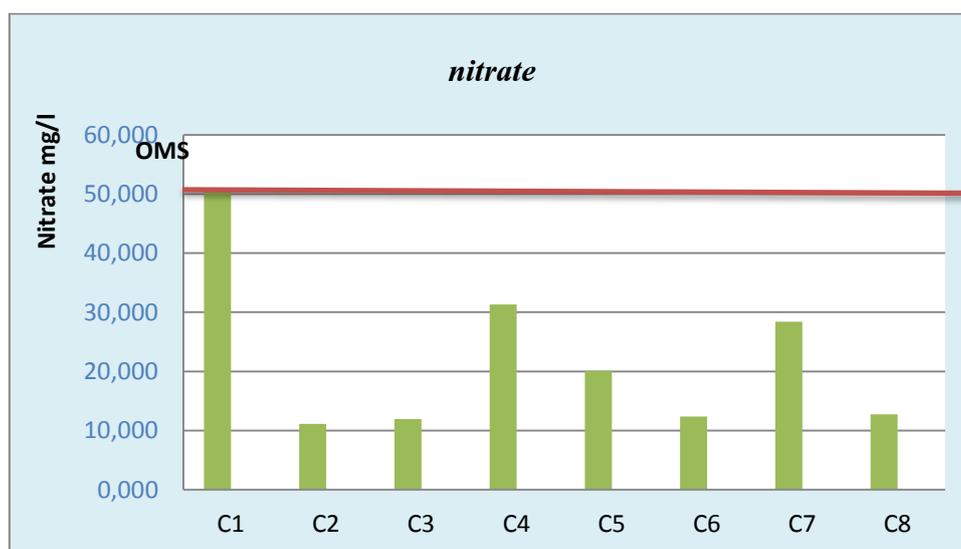


Figure 34 : Variation de nitrate par rapport à la norme



Figure 35 : dosage de nitrate

4.5.5. L'ammonium

Le taux d'ammonium oscille entre 0 mg/l enregistré aux citernes (C2,C3, C4, C5, C6, C7, C8) et 0,105 mg/l enregistré au C1 avec un taux moyen de 0,093 mg/l.

Aucune citernes échantillonnées dépassent la norme maximale admissible d'OMS (fig36), ce qui indique que les eaux de la citerne d'étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en ammonium.

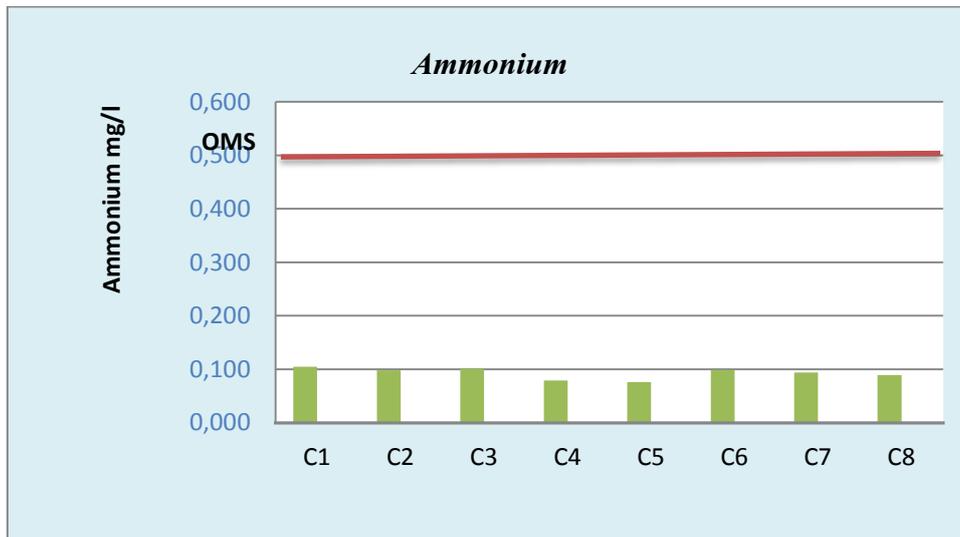


Figure 36 : Variation de d'ammonium par rapport à la norme OMS



Figure 37 : dosage d'ammonium

4.5.6. Ortho Phosphate

Les valeurs de la concentration en phosphate de tous les points analysés sont en largement inférieur à la norme OMS avec un moyenne de 0,01. (Fig38). Ce qui indique la potabilité de ces eaux par rapport à la concentration de phosphate.

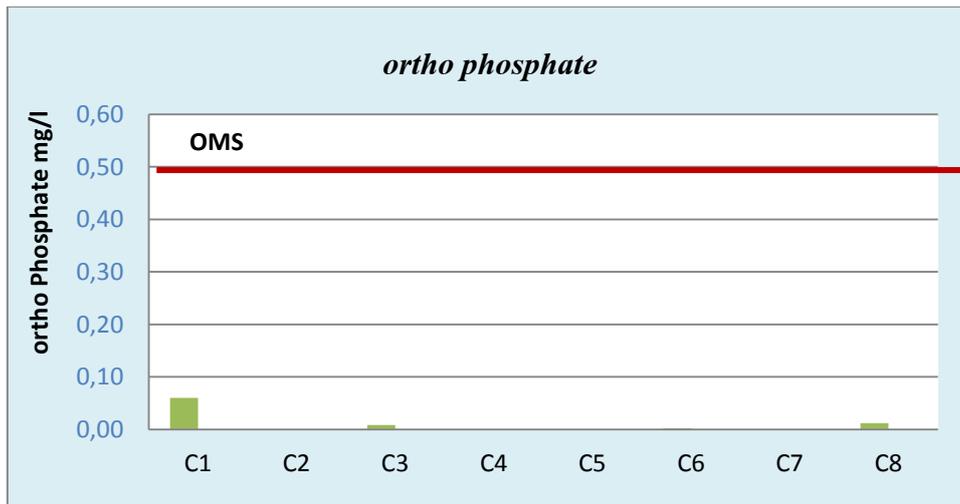


Figure 38 : Variation de ortho phosphate par rapport à la norme OMS



Figure 39 : mesure de ortho phosphate

4.5.7. Sulfate

D'après la figure(40), Concernant la norme d'OMS, sept citerne d'eau analysés (C2,C4, C5, C6,) ont une concentration du sulfate acceptable, ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation .tandis que la citerne C1,C7, C3 etC8 et dépassent la norme.

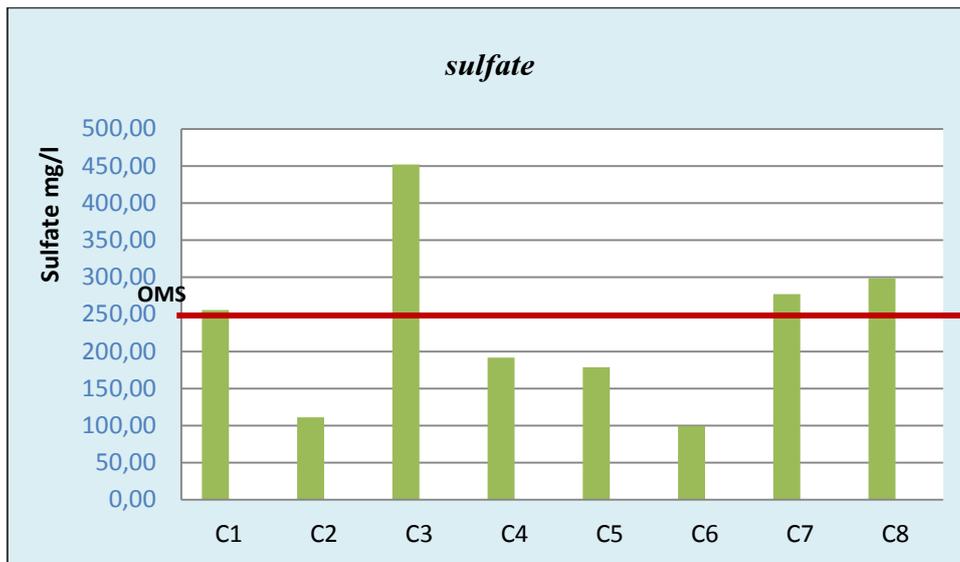


Figure 40 : Variation de sulfate par rapport à la norme OMS



Figure 41 : dosage des sulfates

4.5.8. Chlorures

Le taux de chlorure oscille entre la concentration minimale de 779,966 mg/l enregistré à la citerne C2 et une maximal de 1100 mg/l enregistré à la citerne C7 avec un taux moyen de 992,62 mg/l.

Toutes les citernes échantillonnées dépassent la norme maximale admissible d'OMS (fig42), ce qui indique que les eaux de la citerne d'étude in valables pour la consommation de point de vue teneur en chlorures.



Figure 42 : Variation des chlorures par rapport à la norme OMS



Figure 43 : dosage des chlorures

4.5.9. Turbidité

Les valeurs de la turbidité entre la valeur minimal 0,33 NTU et la valeur maximale 3,36 NTU avec une moyenne de 1,39 NTU.

Au vue de la figure 44, toutes les citernes d'eaux analysées contiennent des eaux claires, ce qui explique une faible turbidité acceptable pour la teneur de la turbidité.

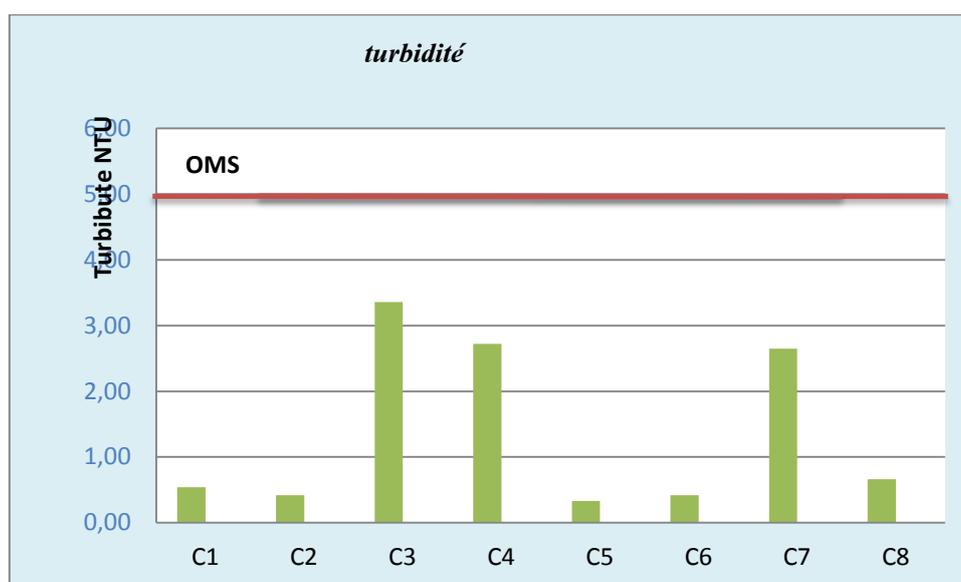


Figure 44 : Variation des turbidités par rapport à la norme OMS

4.5.10. TH (dureté total)

D'après la figure 45, Concernant la norme d'OMS, sept citernes d'eau analysée (C1, C2, C4, C5, C6, C7) ont une valeur de dureté acceptable, ce qui indique que cette eau peut être utilisée pour la consommation. Tandis que la citerne C3 et C8 dépassent la norme.

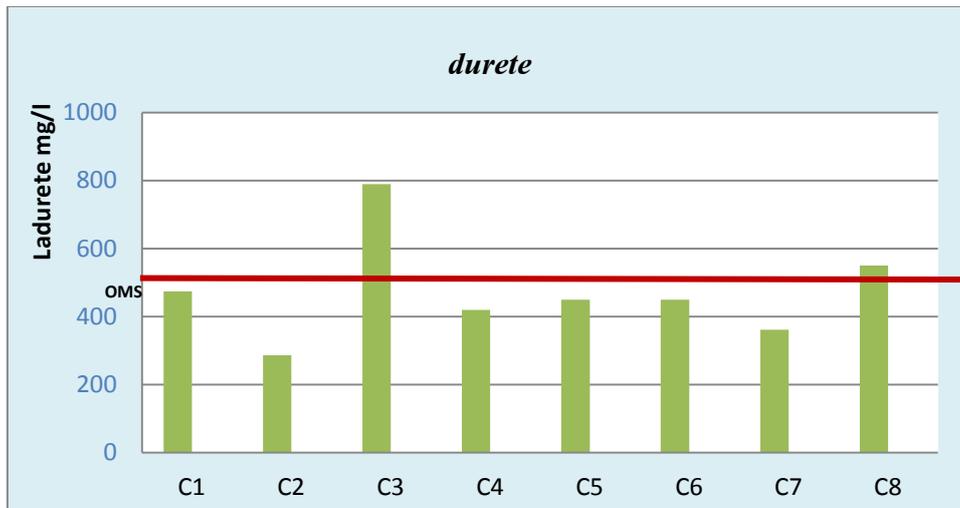


Figure 45 : Variation des duretés par rapport à la norme OMS



Figure 46 : dosage de TH

4.5.11. TAC (Titre Alcalimétrique Complet)

Les mesures effectuées révèlent d'une façon générale un TAC qui varie entre la valeur minimal de 186 au niveau de la citerne C4 et une valeur maximal 294 au niveau de la citerne C3 avec une moyenne de 240 mg/l.

Selon la figure 47, les valeurs de TAC de cette citerne sont supérieures aux valeurs citées dans l'indexe de la norme d'OMS. Tandis que C1,C4,C6,C7 ne présente aucun inconvénient vis-à-vis du TAC des eaux potables.

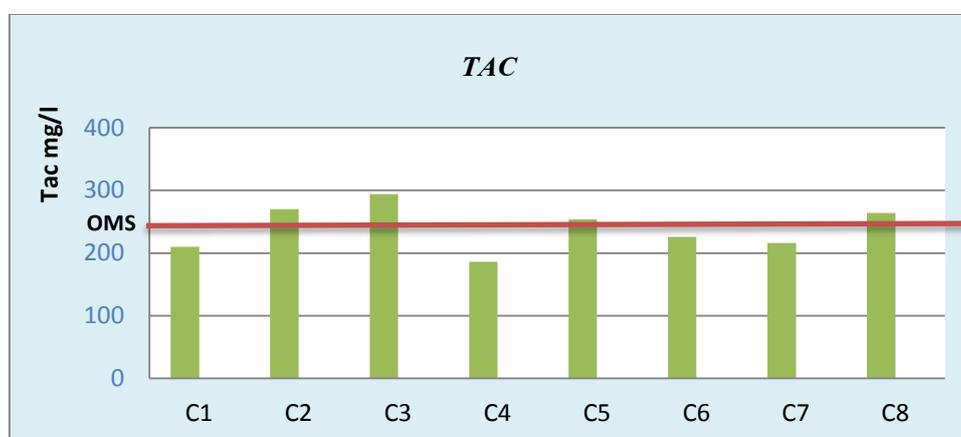


Figure 47 : Variation de TAC par rapport à la norme OMS



Figure 48 : dosage de TAC

4.5.12. Calcium

Le teneur en calcium dans les eaux de la citerne varie entre 86,529 mg/l et 197,083 mg/l avec une moyenne estimée à 122,926 mg/l.

D'après les résultats de la figure 49 ci-dessous les, les valeurs de calcium de ces citerne sont inferieures aux valeurs citées dans l'indexe D'OMS.

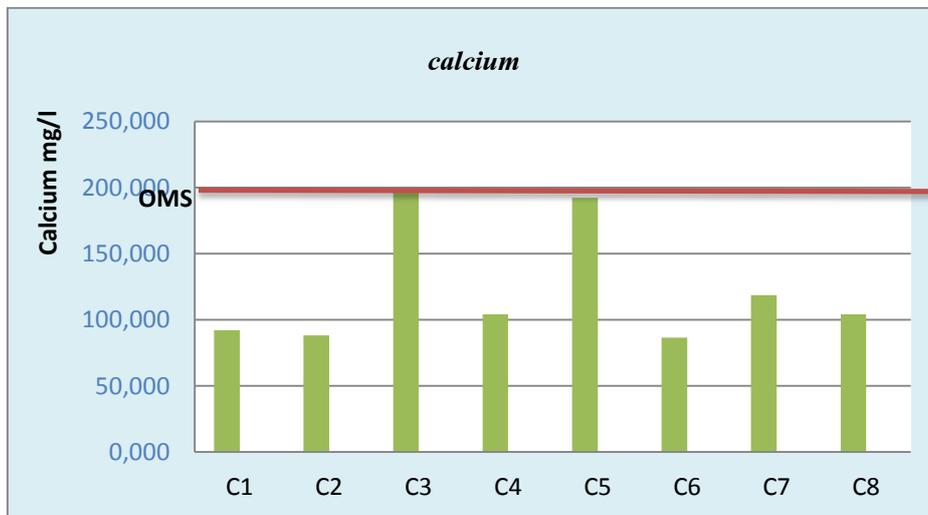


Figure 49 : Variation de calcium par rapport à la norme OMS

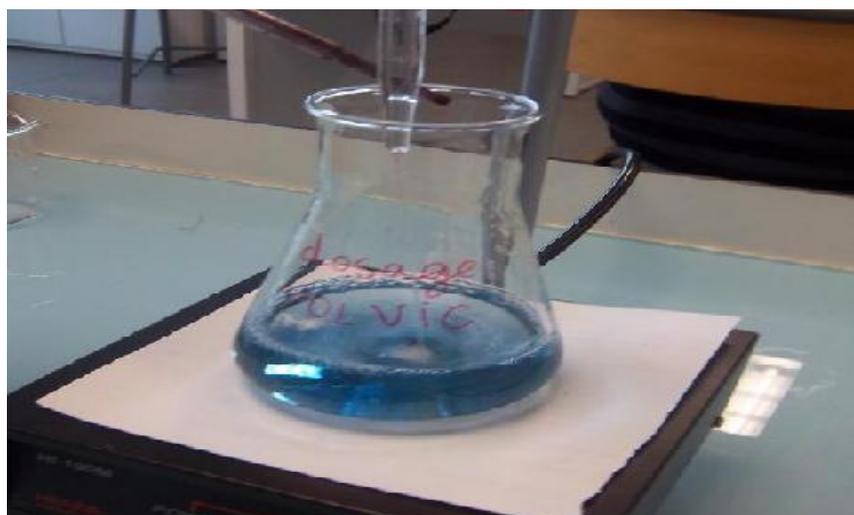


Figure 50 : dosage de calcium

4.5.13. Magnésium

Les résultats obtenus montrent que la concentration de Mg^{2+} varie entre 38,98 mg/l et 131,65 mg/l avec une moyenne de 82,91 respectent la norme de l'OMS. (fig51).

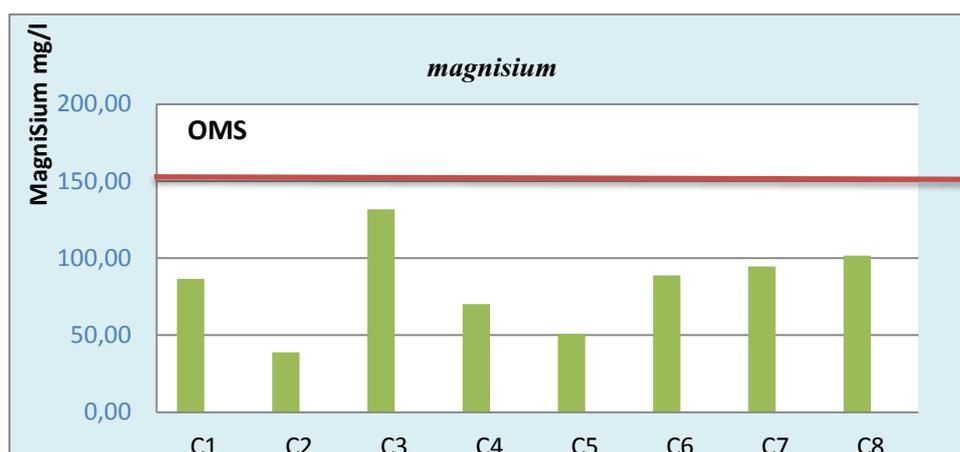


Figure 51 : Variation de magnésium par rapport à la norme OMS

4.5.14. Sodium

Les teneurs en sodium des citernes sont conformes aux normes de l'OMS, ces derniers oscillent entre 88,171 mg/l et 197,038 mg/l, avec une moyenne de 37,31 mg/l ce qui indique que les eaux des citernes d'étude sont valables pour la consommation de point de vue teneur en sodium. fig(52)

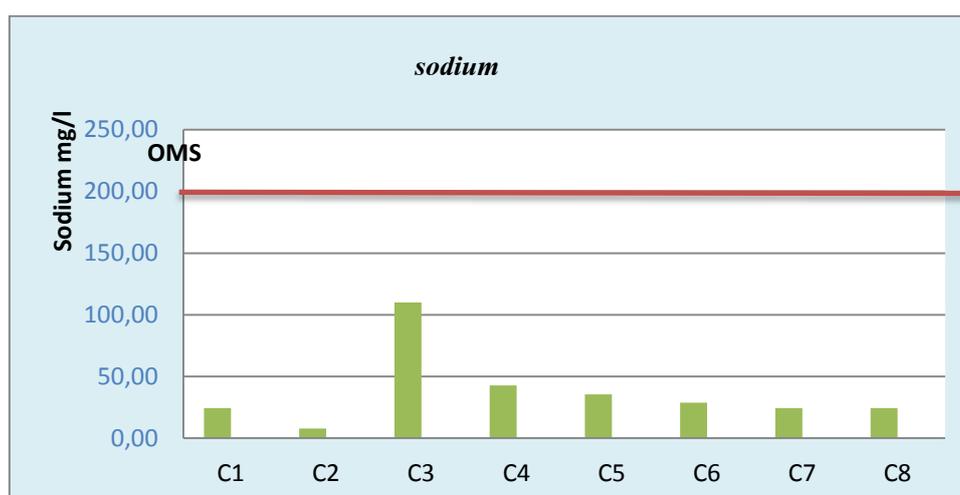


Figure 52 : Variation de sodium par rapport à la norme OMS

4.5.15. Potassium

Nous observons que les concentrations de potassium dans les eaux de la nappe phréatique et albiennaise sont comprises entre 6,67 et 8,75 mg/l, avec une moyenne de 7,14 mg/l qui sont acceptable d'après les normes d'OMS, fig (53)

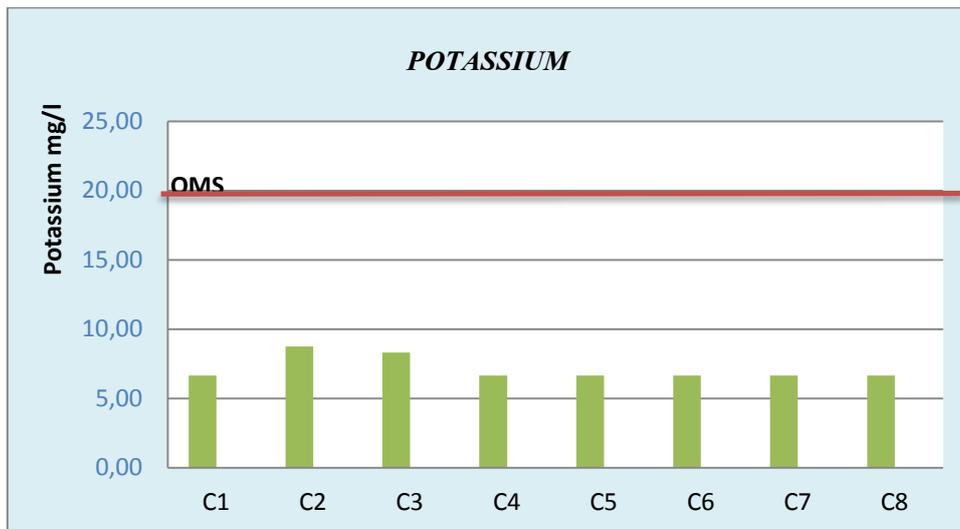


Figure 53 : Variation de potassium par rapport à la norme OMS



Figure 54 : mesure de sodium et potassium par PEP7

4.5.16. La Demande Biologique en Oxygène (DBO₅)

La concentration de la DBO₅ est variée entre la valeur minimal de 1 mg/l au niveau de citerne (C1) et la valeur maximal 3de (C3) avec un moyenne de 25mg/l fig (55)

Les valeurs de DBO₅ de cette citerne sont inférieures aux valeurs citées dans l'index D'OMS, ces eaux possèdent une bonne qualité hygiénique.

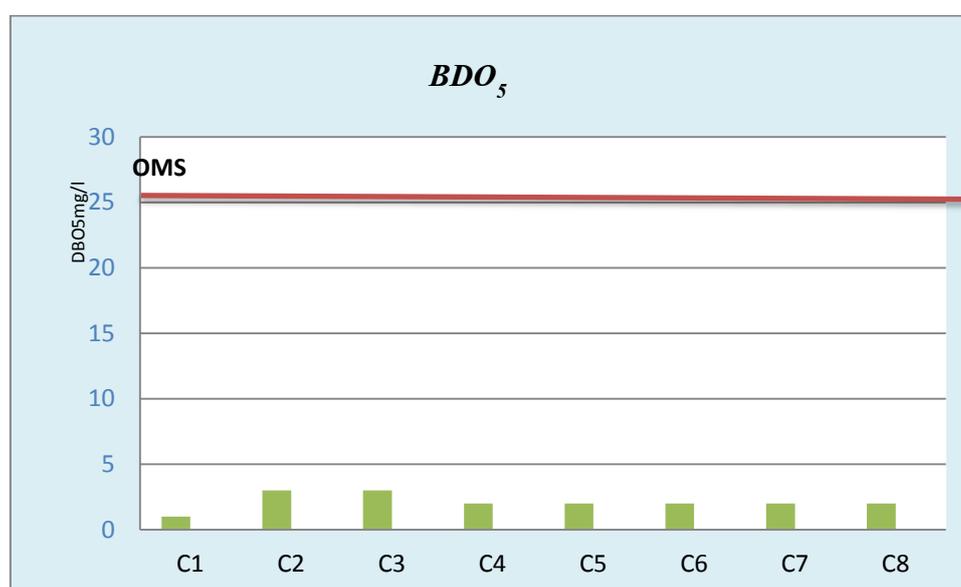


Figure 55 : Variation de DBO₅ par rapport à la norme OMS

4.5.17. DCO

Les valeurs des huit citernes analysée sont variée entre le minimum de 3mg/l au niveau de citerne C1 et le maximum de 9 au niveau de citerne C2 et C3 avec une moyenne de mg/l.

La concentration de DCO dans la citerne analysées ne dépassent pas la valeur Acceptable à la norme OMS fig (56), ce qui indique que ces eaux sont potables et ne provoquer aucun effets sue la santé humaine.

La DCO est une indication aussi de les quantités de substance organique chimiquement oxydables, présentes dans l'eau [9]

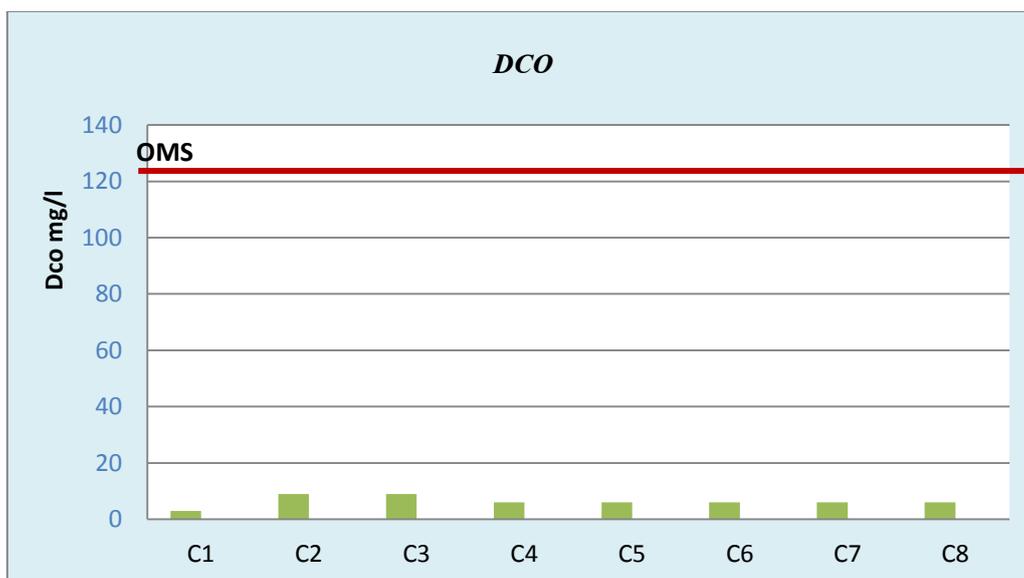


Figure 56 : Variation de DCO par rapport à la norme OMS

4.5.18. Germes Totaux a 37c°

La concentration de la flore aérobie mésophile totale, à 37°C, varie entre une valeur minimal de 0 UFC/ml enregistrée au niveau des citernes C2, C7 et une valeur maximale de 280 UFC/ml enregistrée dans la citerne C4 avec un moyenne de UFC/ml .fig(58) et fig (59)

D'après la fig(57), il existe deux échantillonnees des eaux analysées (C2, C7) inférieures à la norme OMS, pour cela on peut dire ces eaux sont valide à la consommation et possèdent une bonne qualité microbiologie, tandis que les reste de la citerne sont supérieurs à la norme, ce qui indique ces eaux sont non potable et peuvent créer des inconvénients majeurs sur la santé humaine vis-à-vis des germes totaux.

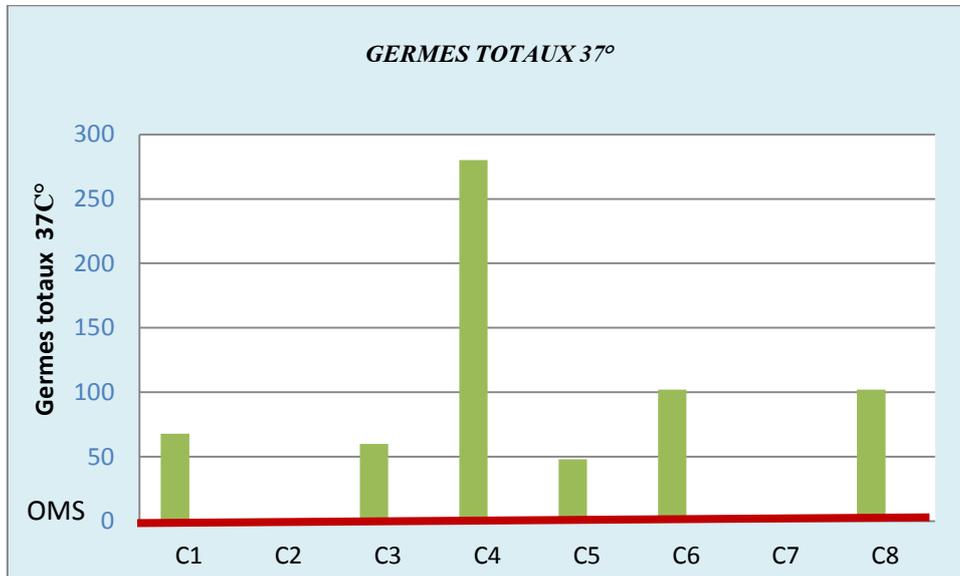


Figure 57 : Variation de germes totaux 37° par rapport à la norme OMS

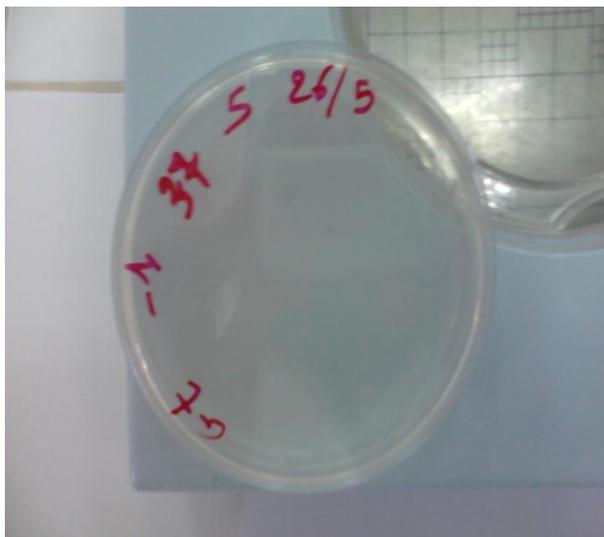


Figure 58 : absence des germes totaux 37 C° (originale)

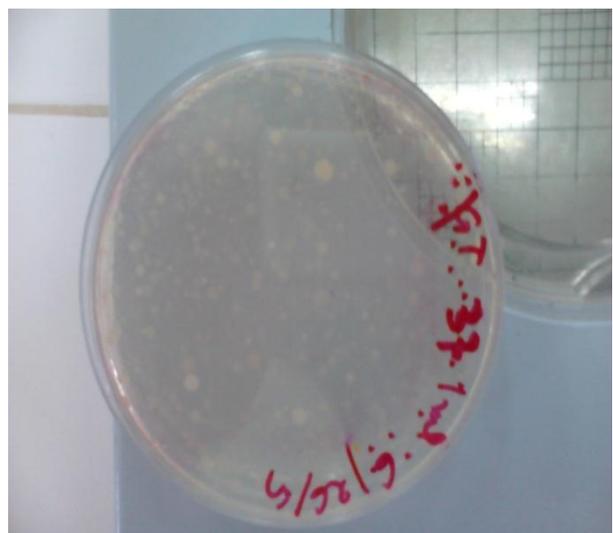


Figure 59 : Présence des germes totaux 37 C° (originale)

4.5.19. Germes totaux 22°C

Les germes totaux à 22°C sont des bactéries d'origine résiduaire (environnementale) [10]. Les valeurs sont entre 0 UFC/ml et 422 UFC/ml avec un moyenne de UFC/ml fig(61) et fig(62)

Selon la figure(60), on remarque que la moitié des citernes analysés sont conforme à la norme d'OMS et apte à la consommation, la consommation des eaux des citernes dépassent la norme peut provoquer des maladies pouvant conduire à des épidémies telles que le choléra, la fièvre typhoïde et la dysenterie pouvant entraîner la mort.[11]

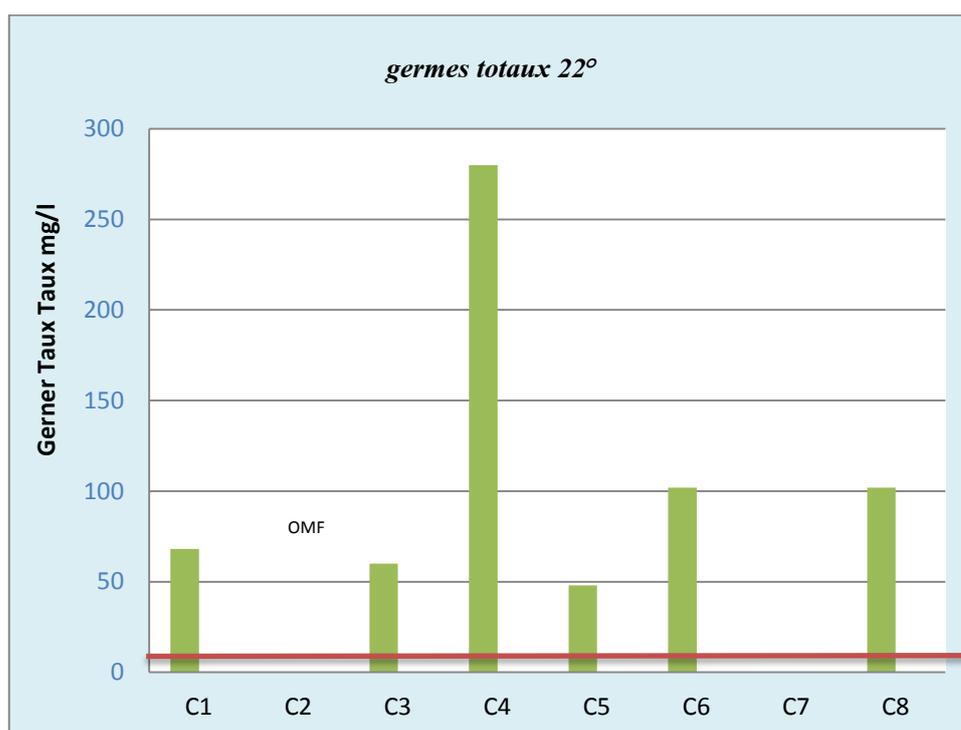


Figure 60 : Variation de germes totaux 22° par rapport à la norme OMS

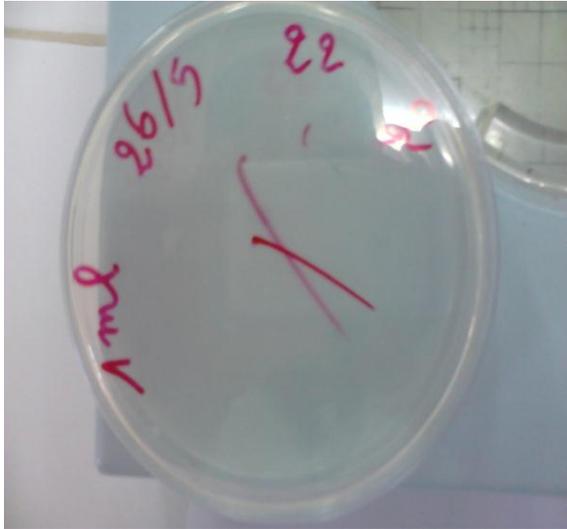


Figure 61 : absence des germes
totaux 22C°(originale)

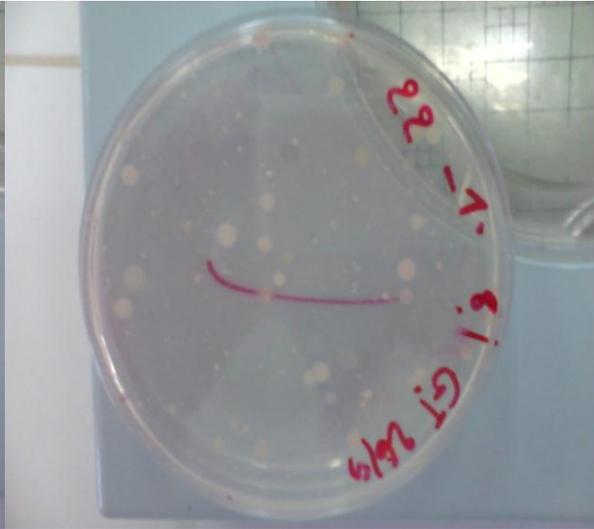


Figure 62 : présence des germes
totaux 22C°(originale)

4.5.20. Coliformes totaux

La concentration minimale est obtenue au niveau de la citerne (C2, C3) 0 UFC /ml. Tandis que la concentration maximale est obtenue est obtenue au niveau de la citerne (C5) 240 UFC /ml. Avec une moyenne de UFC /ml. fig(63).

Les valeurs de coliformes totaux dans la citerne analysées présentent que tous les échantillons dépassent la norme, ce qui traduit que ces eaux ne sont pas valable à la consommation à la consommation à cause de la présence des bactéries pathogènes pouvant causer des infections des voies respiratoires et génito-urinaires ainsi qu'une septicémie.[12]

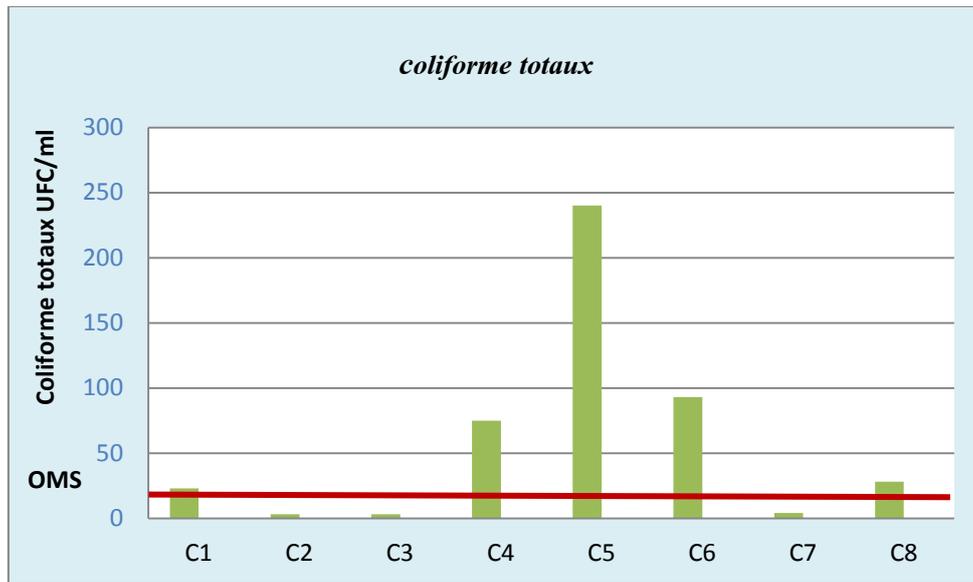


Figure 63 : Variation de coliformes totaux par rapport à la norme OMS

4.5.21. Coliformes fécaux

Le nombre d'individu des coliformes fécaux varie de 0 UFC/ml représente le minimum à 48 UFC/ml représentes le maximum avec une moyenne de UFC/ml.

Selon la figure(64), on remarque que la majorité de la citerne analysée dépassent la norme d'OMS, à l'exception de deux citernes (C2, C7) qui sont conforme à la valeur maximale acceptable. On peut dire que ces eaux sont propre à la consommation de point de vue coliformes fécaux, tandis que la présence des coliforme fécaux dans l'échantillon analysées indique un risque sanitaire d'origine hydrique qui se manifeste le plus souvent par des troubles gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhée) habituellement de courte durée[13].

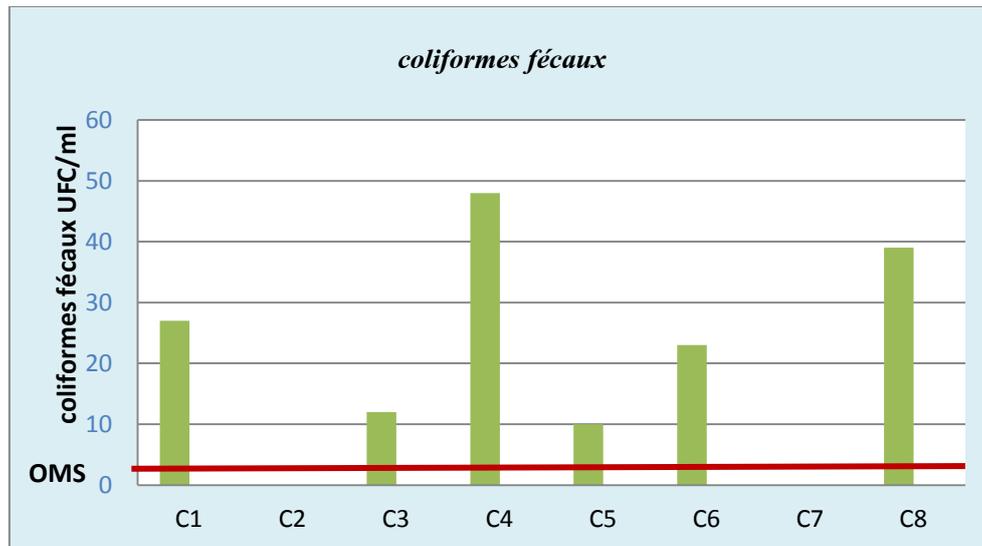


Figure 64 : Variation de coliformes fécaux par rapport à la norme OMS

4.5.22. Escherichia coli

Les concentrations d'Escherichia coli dans les eaux analysées étendues entre la valeur minimale de 0 UFC/ml et la valeur maximale de 7 UFC/ml enregistrée au niveau de citerne C4 avec une moyenne de UFC/ml (fig66).

D'après la figure (65) on observe l'absence d'Escherichia coli dans l'échantillon (C2, C7) ce qui indique qu'ils sont acceptables à la norme d'OMS dans le reste des citernes nous avons noté la présence d'E coli, ce qui indique que ces eaux imbuables et peuvent provoquer des affections génito-urinaires (métrite et cystite) et dans des syndromes digestifs (lithiases et appendices) et circulation pulmonaires.[14]

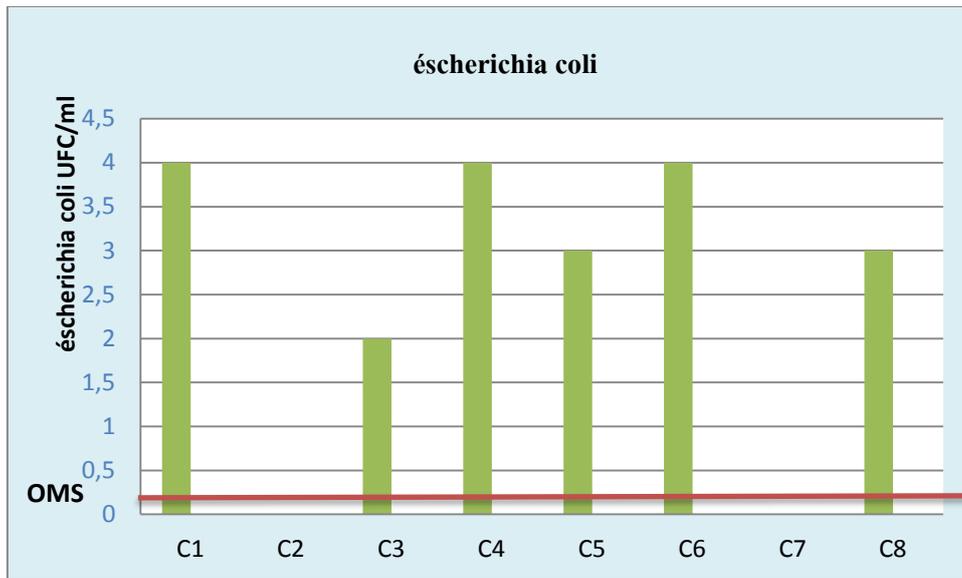


Figure 65 : Variation d'Escherichia coli par rapport à la norme OMS



Figure 66 : présence d'Escherichia coli dans l'eau étudié (C1.C3-C6.C8)

4.5.23. Streptocoque

La concentration minimal de streptocoque est de 0 UFC/ml enregistrée dans les citernes (C2, C8) une forte contamination dans la majorité des citernes analysées qui présent une valeur maximal de 1100 UFC/ml est enregistrée au niveau de citerne C4 avec une moyenne de UFC/ml .

D'après la fig. 67, on trouve deux citernes analysées conformes aux normes D'OMS, ce qui indique que ces eaux sont valable pour l'alimentation en eu potable vis-à-vis les streptocoques. Par contre. Les autres citernes dépassent la norme admissible ce qui les rend impropre à la consommation et peuvent créer des maladies dangereuses comme le cancer colique [10].

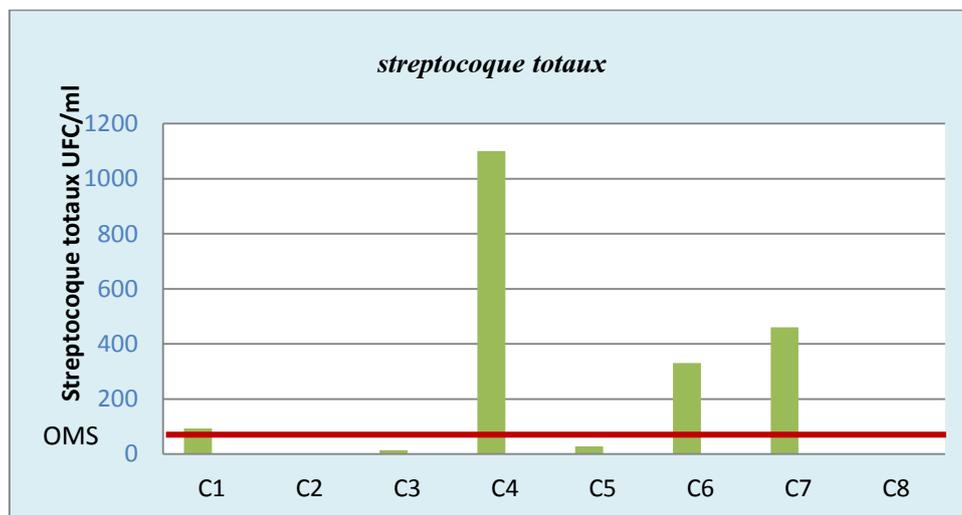


Figure 67 : Variation de streptocoque par rapport à la norme OMS



**Figure 68 : Recherche et
Dénombrements des
streptocoque ROTHE/DC**



**Figure 69 : Recherche et
Dénombrements des
streptocoque ROTHE/SC**

CONCLUSION

Conclusion

La qualité des eaux destinées à la consommation a une grande importance, en particulier les eaux distribuées dans des camions dit (l'eau de Sabil, l'eau l'hlou ou encore l'eau d'El-Ghaba), et dont la population se dote plus à Ghardaïa, mais beaucoup de questions se posent sur le contenu de cette eau et sa relation avec de nombreuses maladies

L'étude physico-chimique et microbiologique des eaux d'El-Ghaba a été réalisé en analysant huit échantillons (08) avec une comparaison des résultats trouvés aux normes OMS.

L'analyse physico-chimique du point de vue potabilité a indiqué que l'ensemble des eaux sont sur le niveau physico-chimique pratiquement élevé et reste peut acceptable à la consommation.

Les analyses microbiologiques montrent également la présence des germes totaux à 22°C et à 37°C, les coliformes totaux, streptocoque totaux, (*Escherichia coli*) sur 6 citernes d'eaux analysées. La présence des micro-organismes dans les eaux de citernes montre qu'ils sont exposés à une pollution microbiologique fécale d'origine humaine et que cette pollution est récente. Cette pollution détériore gravement la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux. Elle constitue un risque sanitaire pour une grande partie de la population de Ghardaïa

Toutefois, nous tenons à remarqué l'exception que fait la citerne d'El-Guerara, dont les eaux enregistrent souvent un taux bas dans les paramètres que nous avons analysés. Notre diagnostic des différents résultats concernant ces puits et suivant notre connaissance, ainsi que notre investigation de terrain, la cause principale est le contrôle et le nettoyage périodique des citernes qui manque ou probablement à cause de fuite des réseaux sanitaires touchant les source de l'eau d'El-Ghaba.

Sur la base des résultats de cette étude, il s'avère que la qualité des eaux d'El-Ghaba de la région de Ghardaïa est biologiquement détériorée et impropre à la consommation. Ces eaux constituent un risque sur la santé humaine.

Les recommandations ci-dessous sont fondées sur le control, la protection, santé publique et visant à éclairer certains problèmes qui ont été observés d'après les sorties réalisées sur terrain et les résultats qui ont été obtenus, et à proposer des solutions suivantes :

- Confronter les résultats obtenus avec une étude localisée.
- Déterminer les périmètres de protection des points des eaux exploitées pour les puits des eaux d'El-Ghaba.
- Contrôle continue des eaux des citernes.
- Maintenir un nettoyage périodique pour les citernes.
- Désinfecter l'eau avant la consommation (utilisation du chlore).

Notre travail réalisé sur la caractéristique physico-chimique et microbiologique des eaux d'El-Ghaba de la région de Ghardaïa permet de sonner l'alarme sur l'état de la pollution de ces eaux et risque majeurs sur la santé humaine accompagnés par cette détérioration.

ANNEXE



Figure 69 : Citerne C2 de Sidi Abaz

Annexe 1

1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Température

Tableau 06 : résultats de T°

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
T°	9,7	14,2	10,6	10	9,4	9,6	10,5	8,6	10,3
OMS	25								

1.2. PH

Tableau 07 : résultats de pH

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
pH	8,35	8,19	7,97	8,20	8,14	8,17	7,97	8,6	8,20
OMS	8,5								

1.3. Conductivité

Tableau 08 : résultats de conductivité

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
Conductivité µs/m	832	412	1912	935	852	830	815	830	927
OMS	2500								

1.4. Salinité

Tableau 09 : résultats de salinité

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Salinité µs/m	826	414	1873	945	855	836	818	836	952
OMS	1000								

1.5. Nitrate

Tableau 10 : résultats de nitrate

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Nitrat mg/l	50,768	11,119	11,917	31,320	20,068	12,360	28,384	12,758	22,337
OMS	50								

1.6. Ammonium

Tableau 11 : résultats de ammonium

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Ammonium mg/l	0,105	0,098	0,101	0,079	0,076	0,099	0,094	0,089	0,093
OMS	0,5								

1.7.Ortho Phosphate

Tableau 12 : résultats d'ortho phosphate

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
Phosphate Mg/l	0,06	0,000	0,008	0,000	0,000	0,002	0,0000	0,012	0,01
OMS	0,5								

1.8.Sulfate

Tableau 13 : résultats de sulfate

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Sulfate Mg/l	255,57	111,11	451,88	191,78	178,61	99,59	277,38	298,78	233,09
OMS	200								

1.9.Chlorure

Tableau 14 : résultats de chlorure

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Chlorure mg/l	1063,59	779,96	1049,40	850,87	992,68	1021,04	1120,31	1063,59	992,68
OMS	200								

1.10. Turbidité

Tableau 15 : résultats de turbidité

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Turbidité NTU	0,54	0,42	3,36	2,72	0,33	0,42	2,65	0,66	1,39
OMS	5								

1.11. TH

Tableau 16 : résultats de TH

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Dureté Mg/l	474	286	790	420	450	450	362	550	473
OMS	500								

1.12. TAC

Tableau 17 : résultats de TAC

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
TAC mg/l	210	270	294	186	254	226	216	264	240
OMS	250								

1.13. Calcium

Tableau 18 : résultats de calcium

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
Calcium Mg/l	92,186	88,176	197,083	104,208	192,384	86,524	118,637	104,208	122,926
OMS	200								

1.14. Magnésium

Tableau 19 : résultats magnésium

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Magnésium Mg/l	86,64	38,98	131,65	70,18	50,82	88,76	94,59	101,64	82,91
OMS	150								

1.15. Sodium

Tableau 20 : résultats sodium

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	Moyenne
Sodium Mg/l	24,44	7,86	110	42,86	35,56	28,89	24,44	24,44	37,31
OMS	200								

1.16. Potassium

Tableau 21 : résultats de potassium

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
Potassium Mg/l	6,67	8,75	8,33	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67	7,14
OMS	20								

1.17. DBO₅Tableau 22 : résultats DBO₅

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	moyenne
DBO5 Mg/l	1	3	3	2	2	2	2	2	2
OMS	25								

1.18. DCO

Tableau 23 : résultats DCO

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
DCOmg/l	3	9	9	6	6	6	6	6	6,375
OMS	125								

2. Résultats des analyses bactériologique

2.1. Germes totaux à 37C°

Tableau 24 : résultats de G T 37°

éch	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Germes totaux 37°UFC	68	0	60	280	48	102	0	102	82,5
OMS	0								

2.2. Germes totaux 22C°

Tableau 25 : résultats de GT 22°

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Germes Totaux 22°UFC/ml	242	0	36	422	121	140	0	94	131,875
OMS	0								

2.3. Coliformes totaux

Tableau 26 : résultats de CT

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Coliformes Totaux UFC/ml	23	3	3	75	240	93	4	28	58,625
OMS	0								

2.4. Coliformes fécaux

Tableau 27 : résultats de Cf

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Coliformes fécaux UFC/ml	27	0	12	48	10	23	0	39	19,875
OMS	0								

2.5. Escherichia coli

Tableau 28 : résultats EC

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Echerichia coli UFC/ml	4	0	2	4	3	4	0	3	2,5
OMS	0								

2.6. Streptocoque

Tableau 29 : résultats de streptocoque

Ech	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	M
Straptocoque totaux UFC/ml	93	0	14	1100	28	331	460	0	253,25
OMS	0								

Annexe 2

1. Matériels des analyses physico-chimiques

1.1. Appareillage et verrerie

- Béchers.
- Pissette d'eau distillée.
- Flacons de 250 ml.
- Appareil multi-paramètre (HACH).
- Spectrophotomètre HACH DR/2
- pH-mètre.

1.2. Matériels des analyses bactériologiques

Le matériel utilisé durant les analyses est le suivant :

1.3. Milieu culture

- Bouillon lactose au pourpre de bromocrésol (BCPL).
- Milieu indole + mannitol (milieu de Schubert).
- Bouillon à l'azide de sodium (bouillon de Rothe).
- Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium (EVA litsky).
- Gélose viande foie
- Tryptone Glucose Extract Agar (TGEA).

1.4. Réactifs ,additifs et solutions

- Eau physiologique stérile.
- Alun de fer.
- Sulfite de Sodium.
- Réactif de Kovacs.
- Eau de javel.

1.5. apparrillage et verrerie

- Pipettes graduées de 1
- Pipettes graduées de 10 ml.
- Tubes à essai stériles.
- Bec bunsen.
- Les boittes de pétri.
- Etuve à 22°C, 37°C et 44°C.
- Bain marie.
- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250 ml stériles.

- Portoirs.
- Anse de platine.

2. Recherche des coliformes

- ❖ **Bouillon lactose au bromocrésol-pourpre, (BCPL milieu simple et double Concentrations) en g/l d'eau distillée:**

	Milieu S/C	Milieu D/C
➤ Peptone	5
➤ Extrait de Viande	24
➤ Lactose	510
➤ Pourpre de bromocrésol	0,0250,05

pH final : $6,9 \pm 0,2$

- ❖ **Bouillon de Schubert en g/l d'eau distillée**

- Tryptophane0,2
- Acide glutamique0,2
- Sulfate de magnésium.....0,7
- Citrate de sodium
- Sulfate d'ammonium.....0,4
- Chlorure de Sodium 2
- Peptone10
- Mannitol7,5
- Phosphate di sodique4
- Phosphate mono potassique0,6

pH final : $7,4 \pm 0,2$

- ❖ **Réactif de Kovacs :**

- Paradim éthylamine benzaldéhyde5 g
- Alcool iso-amylque75 ml
- Acide chlorhydrique25 ml

3. Recherche des streptocoques fécaux

❖ Milieu de ROTHE (milieu simple et double concentrations) en g/l d'eau distillée :

	Milieu S/C	Milieu D/C
➤ Hydrolysats tryptique de caséine.....	12,6.....	25,2
➤ Peptone bactériologique	8.....	16
➤ Glucose	5.....	10
➤ Chlorure de sodium	5.....	10
➤ Phosphate di potassique	2,7	5,4
➤ Phosphate mono potassique	2,7	5,4
➤ Acide de sodium.....	0,2.....	0,4

pH final : $6,8 \pm 0,2$

❖ Milieu Litsky (EVA Litsky) en g/l d'eau distillée :

➤ Peptone	20
➤ Glucose	5
➤ Chlorure de sodium	5
➤ Phosphate di potassique	2,7
➤ Phosphate mono potassique	2,7
➤ Azothydrate de sodium	0,3
➤ Ethyl-violet	0,0005

pH final : $6,8 \pm 0,2$

4. Recherche des germes totaux

❖ Gélose tryptophane- glucose de levure-agar (TGEA) en g/l d'eau distillée :

➤ Tryptone.....	5
➤ Extrait de levure.....	5
➤ Glucose.....	1
➤ Gélose.....	15

pH final : $7,0 \pm 0,2$

Annexe 3**Tableau 30 : Nombre le plus probable et intervalle de confiance dans le cas du système d'ensemencement (NPP).**

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
5 tubes de 10 ml	1 tubes de 1 ml	1 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	0	2	0	5,9
0	1	0	2	0,050	13
1	0	0	2,2	0,050	13
1	1	0	4,4	0,52	14
2	0	0	5	0,54	19
2	1	0	7,6	1,5	19
3	0	0	8,8	1,6	29
3	1	0	12	3,1	30
4	0	0	15	3,3	46
4	0	1	20	5,9	48
4	1	0	21	6,0	53
5	0	0	38	6,4	330
5	0	1	96	12	370
5	1	0	240	12	3 700

**Tableau 31 : Utilisation de la table de NPP pour dénombrer
les coliformes**

Inoculum	Test de présomption	Nombre caractéristique	Test de confirmation		Nombre caractéristique
			Gaz	Indole	
5×10ml	+	5	+	+	3
	+		-	+	
	+		+	+	
	+		+	+	
	+		-	-	
1×1ml	+	1	+	+	1
1×0,1ml	-	0	-	-	0

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 510 ce qui correspond sur la table de NPP à 240 coliformes totaux. 310 correspond sur la table de NPP à 12 coliformes fécaux.

240 coliformes totaux dans 100 ml d'eau à analyser.

12 coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser.

Tableau 32 : Utilisation de la table de NPP pour dénombrer les Streptocoques

Inoculum	Test de présomption	Test de confirmation		Nombre caractéristique
		Trouble	Pastille violette	
5×10ml	+	+	+	2
	-	-	-	
	+	+	-	
	+	+	+	
	-	-	-	
1×1ml	+	+	-	0
1×0,1ml	-	-	-	0

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux est donc 200 ce qui correspond sur la table de NPP à 5 Streptocoques fécaux.

5 Streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau à analyser.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] **Rodier J, 2005.** Analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris, Dunod.
- [2] **REMINI B.,** Analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Paris, Dunod, 1383.
- [3] **Jankovic.S.,1974 .**Manuel de chimie de l'environnement, Organisation mondiale de la santé Genève 1974.
- [4] **RODIER J, (1996) ;** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles eaux résiduaires. eaux de mer.8eme .ed .Du Rod. Paris pp 748 45.
- [5]**degremot,1989.**mémento technique d'eau.ed.deremot.paris .233-339-358 pp.
- [6]**ABDESSELEM. A,** Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie .université de Tlemcen. 1999, pp 2-18.
- [7] **MOKEDDEM. K, OUDDANE. S,** Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie –Mascara, 2005, pp 18-22.
- [8] **Purification de l'eau dans l'industrie,** Enrico Riboni.
- [9] **Attab s ,2011 ,**amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurée .
- [10] **Hamdi ,w 2012** qualité hygiéniques et caractéristique physique des eaux de la cuvette d'Ouargla ,thèse magister , université kasdi merbah – Ouargla ,62-63 P.
- [11] **XAVIER. L,** Guide pratique des stations de traitement des eaux, Édition Eyrolles,2011, 266 p.
- [12] **LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F,** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p.
- [13] **JOHN. P, DONALD. A,** Microbiologie, 3ème Édition, 2010, 1216 p.

- [14] **JEAN-NOËL. S**, Bon état des eaux, Toulouse, 2008. pp 20-23.
- [15] : **GLAUDE. B, ROBERT. P**, chimie de l'environnement (air, eau ; sol, déchet) ; de boeck, paris 2001, 299 p.
- [16]**RODIER.P., 2004**). Techniques de réhabilitation des sites et sols pollués, Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement, 2004.
- [17]**BOUZIANI. M., 2000**. L'eau, de la pénurie maladies .Ed. IBN-KHOLDON, ORON.
- [18]**Centre d'hydraulique** au wilaya de ghardaia.