

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^r MERAH Abdelkader

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER ENBIOLOGIE

Spécialité:Microbiologie Fondamentale

THÈME

***ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE
ET MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DES
PUITS DE LA REGION EL HASSIANE
(W. Mostaganem)***

Soutenu publiquement le 25/06/2019

DEVANT LE JURY

Président M. CHERIGUENE. A Professeur U. Mostaganem

Encadreur Mme CHOUGRANIF Professeur U. Mostaganem

Examineurs MZABOURI. Y M.A.A U. Mostaganem

Année universitaire 2018-2019

Thème réalisé au Laboratoire de Microbiologie, Université de Mostaganem

RESUME

L'utilisation de l'eau dans le domaine alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable est l'un des produits alimentaires les plus contrôlés. Elle doit être conforme aux normes de la qualité. Ainsi, elle ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ni aucune substance constituant un danger potentiel pour la santé humaine ; elle doit répondre aux exigences des normes de potabilité.

Notre étude à porte sur l'évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux des puits de la commune El Hassiane et l'eau de consommation (réseau ADE).

Au terme de cette étude, les caractéristiques physicochimiques de l'eau des puits ont été déterminées dans la région El Hassiane. Parmi les paramètres mesurés, on constate qu'ils ont révélé un pH neutre (entre 7.79 et 7.91), une température oscille entre 18.5 et 20 C° avec une conductivité varie entre 1273 et 2830 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et une faible teneur en nitrite. Ces paramètres sont conformes aux normes algériennes et celles des directives de l'Organisation Mondiale de la Santé OMS.

L'analyse microbiologique de l'eau de robinet a montré une absence totale des germes pathogènes ce qui nous a permis de juger que l'eau destiné à la consommation humaine de la commune El Hassiane est de très bonne qualité de point de vue sanitaire.

Ainsi les résultats des analyses microbiologiques de l'eau du puits de la région de Ben Yahi illustré une absence totale des germes pathogène.

Cependant les résultats bactériologiques de l'eau du puits de la région de Kouara révélé la présence des coliformes totaux et l'absence totale des indicateurs de contamination fécale tels que les Coliformes fécaux et Streptocoques fécaux. Alors, on conclue que l'eau de ce puits est de qualité suspecte et douteuse du point de vue la présence des coliformes totaux.

Elle est non appropriée à la consommation humaine et nécessite un traitement préalable.

Mots clés : eau, eau de robinet, l'eau de puits, analyses physico-chimiques, analyses bactériologiques.

ABSTRACT

The use of water in the food or hygiene field requires excellent physicochemical and microbiological quality. Drinking water is one of the most controlled food products. It must comply with quality standards. Thus, it must not contain any micro-organism, parasite or substance posing a potential danger to human health; it must meet the requirements of the standards of potability.

Our study focuses on the evaluation of the physicochemical and microbiological quality of water from the wells of the municipality of El Hassiane and drinking water (ADE network).

At the end of this study, the physicochemical characteristics of well water were determined in the El Hassiane region. Among the parameters measured, we find that they have revealed a neutral pH (between 7.79 and 7.91), a temperature oscillates between 18.5 and 20 ° C with conductivity varies between 1273 and 2830 $\mu\text{s} / \text{cm}$ and low nitrite content. Parameters are in line with Algerian standards and those of the WHO World Health Organization guidelines.

The microbiological analysis of the tap water showed a total absence of pathogenic germs which allowed us to judge that the water intended for the human consumption of the municipality El Hassiane is of very good quality of sanitary point of view.

Thus the results of microbiological analyzes of well water in the Ben Yahi region illustrated a total absence of pathogenic germs.

However, the bacteriological results of well water from the Kouara region revealed the presence of total coliforms and the complete absence of faecal contamination indicators such as fecal coliforms and fecal streptococci. Then, it is concluded that the water in this well is of suspect quality and doubtful from the point of view of the presence of total coliforms.

It is not suitable for human consumption and requires prior treatment.

Key words: water, tap water, well water, physico-chemical analyzes, bacteriological analyzes,

ملخص

الماء هو من أكثر المواد استعمالاً في مجال التغذية والنظافة. لذا يجب أن يهتدل لمعايير الجودة. وبالتالي، يجب ألا يحتوي على أي كائن حي أو طفيلي أو مادة تشكل خطراً محتملاً على صحة الإنسان.

تركز دراستنا على تقييم الجودة الفيزيائية والميكروبيولوجية لمياه من آبار ومياه الشرب بشبكة الجزائرية للمياه (ADE) ببلدية الحسيان بمستغانم.

في نهاية هذه الدراسة، تم تحديد الخصائص الفيزيائية لمياه الآبار في منطقة الحسيان. من بين العوامل المقاسة، وجدنا أن درجة الحموضة محايدة (بين 7.79 و 7.91)، درجة الحرارة تتراوح بين 18.5 و 20 درجة مئوية مع ناقلية تتراوح بين 1273 و 2830 ميكرون / سم ومحتوى منخفض من النترت. تتماشى مع المعايير الجزائرية وتلك الخاصة بإرشادات منظمة الصحة العالمية.

أظهر التحليل الميكروبيولوجي لمياه الحنفية الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض التي سمحت لنا أن نحكم على أن المياه المخصصة للاستهلاك البشري لبلدية الحسيان هي من نوعية جيدة.

كما أظهرت نتائج التحليلات الميكروبيولوجية لمياه الآبار في منطقة بن ياحي الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض. وخلافاً لذلك، كشفت النتائج البكتريولوجية لمياه الآبار من منطقة كواره عن وجود القولونيات الكلية والغياب الكامل لمؤشرات التلوث، مما يقودنا للاستنتاج أن المياه في هذا البئر ليست مناسبة للاستهلاك البشري وتتطلب معالجة مسبقة.

الكلمات المفتاحية: الماء، ماء الحنفية، ماء الآبار، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، التحليلات البكتريولوجية

TABLE DES MATIERES

Dédicace	
Remerciements	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des symboles	
ملخص	
Abstract	
Résumé	
Introduction	2
Synthèse Bibliographique	
I .Généralité sur l'eau	4
I.1 Définition de l'eau.....	4
I.2 Le cycle de l'eau	4
II. Les principales sources de l'eau potable.....	5
II.1 Les eaux de surface.....	5
II.2 Les eaux souterraines	6
II. 3 Les eaux de source	6
III Caractéristiques de l'eau potable.....	6
III.1 Les caractéristiques organoleptiques	7
III.1.1. Couleur.....	7
III.1.2 Odeur et Saveur.....	7
III.2 Les caractéristiques physicochimiques.....	7
III.2.1. pH.....	7
III.2.2. La conductivité	7
III.2.3 Température	8
III.2.4 La turbidité.....	8
III.2.5 Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)	8
III.2.6Titre hydrotimétrique (TH)	8
III.2.7Chlorure	9
III.2.8Ammonium	9
III.2.9Nitrates et Nitrites	9
III.2.10Sulfates.....	10

III.2.11 Ions Phosphates : PO ₄ ⁻³	10
III. 3 Les caractéristiques microbiologiques.....	11
III. 3.1. Les germes totaux	12
III. 3.2 Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale.....	12
III. 3.2.1. Les coliformes totaux.....	12
III. 3.2.2. Les coliformes fécaux	13
III. 3.2.3. Les streptocoques fécaux	13
III. 3.3. Les <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	13
III. 3.4. Bactéries pathogènes	14
IV. Maladies provoqués par les micro-organismes contaminants l'eau	14
IV.1 Choléra	15
IV.2 Fièvre typhoïde.....	16
IV.3 Fièvre paratyphoïde	16
IV.4 Dysenterie	16
IV.5 Poliomyélite	16
IV.6 Hépatites virales.....	17
IV.6 Le paludisme (la malaria)	17
IV.8 Schistosomiase.....	18

Partie expérimentale:

V.1. Objectif de l'étude	20
V.2 Présentation de la commune EL Hassiane.....	20
V.3 Echantillonnage et analyses.....	21
VI. Matériels et méthodes.....	24
VI.1. Paramètres physico-chimiques	24
VI.1.1. Température.....	24
VI.1.2. Détermination du pH.....	24
VI.1.3. Conductivité	25
VI.1.4. Turbidité	25
VI.1.5. Détermination des chlorures (Cl ⁻) et les nitrites	26
VI.1.6. Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)	27
VI.1.7. Détermination de l'alcalinité et alcalimétrie complet	27

VI.2- Analyse bactériologique	27
VI.2.1 Recherche et dénombrement des Coliformes	28
a-Technique en milieu liquide sur BCPL	28
a.1 Test de présomptif	28
a.2 Test de confirmation ou test de Mac Kenzieb.....	29
b-Technique en milieu solide (Colimétrie par filtration)	31
VI.2.2. Recherche de coliformes fécaux.....	32
VI.2.3. Recherche et dénombrement des Salmonella.....	32
VI.2.4.Clostridium sulfito-réducteurs	33
VI.2.5. Méthodologie de la Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	36
a. Technique en milieu solide sur SLANETZ et BARTLEY.....	36
b. Technique en milieu liquide Rothe	36
1) Test de présomption	37
2) Test confirmatif	37

Résultats et discussions

I. Résultats des analyses physico-chimiques	40
I.1.Détermination du PH.....	40
I.2.Détermination de la température.....	41
I.3.Détermination de la conductivité.....	41
I.4. Détermination de la turbidité.....	43
I.5 Teneur en chlorure	44
I.6. Teneur en nitrites.....	45
I.7. Détermination de l'Ammonium.....	46
I.8. Alcalinité.....	47
I.9. Dureté de l'eau	47
II. Résultats des analyses bactériologiques	49
II.1. Les germes totaux.....	49
II.2. Coliformes totaux et fécaux	50
II.3. Les streptocoques fécaux	51
II.4. Les Clostridiums sulfito-réducteurs	51
Conclusion.....	
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des symboles et abréviations :

AFNOR: Association Française de Normalisation

ADE : Algérie De l'Eau

BASR: Bactéries anaérobies sulfito-réductrices

C.E.E : Communauté Economique Européenne

Cond: Conductivité

E.D.T.A : Acide éthylène diamine tétra-acétique

Fer T : Fer total

H₂CO₃: Acide carbonique

MES: Matières en suspension

Mg(HCO₃)₂: Bicarbonate de Magnésium

NTU: Unité Néphrélométrique de Turbidité

O.M.S: Organisation Mondiale de Santé

Oxyd: Oxydabilité

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet

TH : Titre Hydrométrique (dureté)

T.D.S : Solides Totaux Dissous

Turb: Turbidité

List des figure

Figure	Titre	N° page
01	molécule d'eau	4
02	les différentes phases du cycle de l'eau	5
03	Situation générale de la commune El Hassiane	20
04	Puits de la région de Kouara	22
05	Puits de la région de Ben Yahi	22
06	pH mètre	24
07	conductimètre	25
08	turbidimètre	26
09	Ion Chromatographie IC 1100	26
10	Recherche et dénombrement des coliformes totaux sur milieu BCPL.	30
11	Schéma du principe de la technique de culture sur membrane	31
12	Dénombrement des clostridium sulfito-réducteur	35
13	Dénombrement des streptocoques fécaux	38
14	La variation de la conductivité des eaux étudiées	42
15	La variation de la turbidité des eaux étudiées	43
16	La variation du chlorure des eaux étudiées	44
17	La variation du nitrite des eaux étudiées	45
18	La variation de l'Ammonium des eaux étudiées	46
19	La variation de la dureté des eaux étudiées	48
20	Les résultats Germe totaux à 22°C	50

List des tableaux

N° tableau	Titre	N° page
N°1	Normes d'eau potable selon l'algerie et l'OMS	11
N°2	Maladies provoqués par les micro-organismes	15
N°3	Les valeurs du potentiel d'Hydrogène (pH)	40
N°4	Les valeurs de la température	41
N°5	Résultats de la Conductivité	42
N°6	Résultat de la Turbidité	43
N°7	Teneur en chlorures	44
N°8	Teneur en Nitrites	45
N°9	Teneur en Ammonium	46
N°10	l'alcalinité de l'eau	47
N°11	Dureté de l'eau	47
N°12	Résultats bactériologiques des différentes sources d'eau analysées.	49

I. Généralité sur l'eau

I.1 Définition de l'eau

L'eau appelée aussi Oxyde de dihydrogène, elle est partout présente dans la nature. C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**Bernard, 2007**).

L'eau est un corps pur dont la molécule est composée de deux atomes d'hydrogène (H) reliés à un atome d'oxygène (O). Sa formule chimique est H₂O. Voici deux représentations de la molécule d'eau (**Anonyme 1**).



Figure 1: Molécule d'eau.

Généralement on ne peut survivre pendant plus de 2 jours sans eau ; on peut perdre 40% de son poids corporel, tout le glycogène, toute la graisse, la moitié de ses protéines et survivre encore. Mais la perte de 10% d'eau corporelle entraîne de graves conséquences surtout chez les nourrissons et les enfants. La perte de 20% entraîne la mort.

I.2 Le cycle de l'eau

L'eau recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (**Lelerc et al 1977**).

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

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

nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences (Vilagines ; 2000).

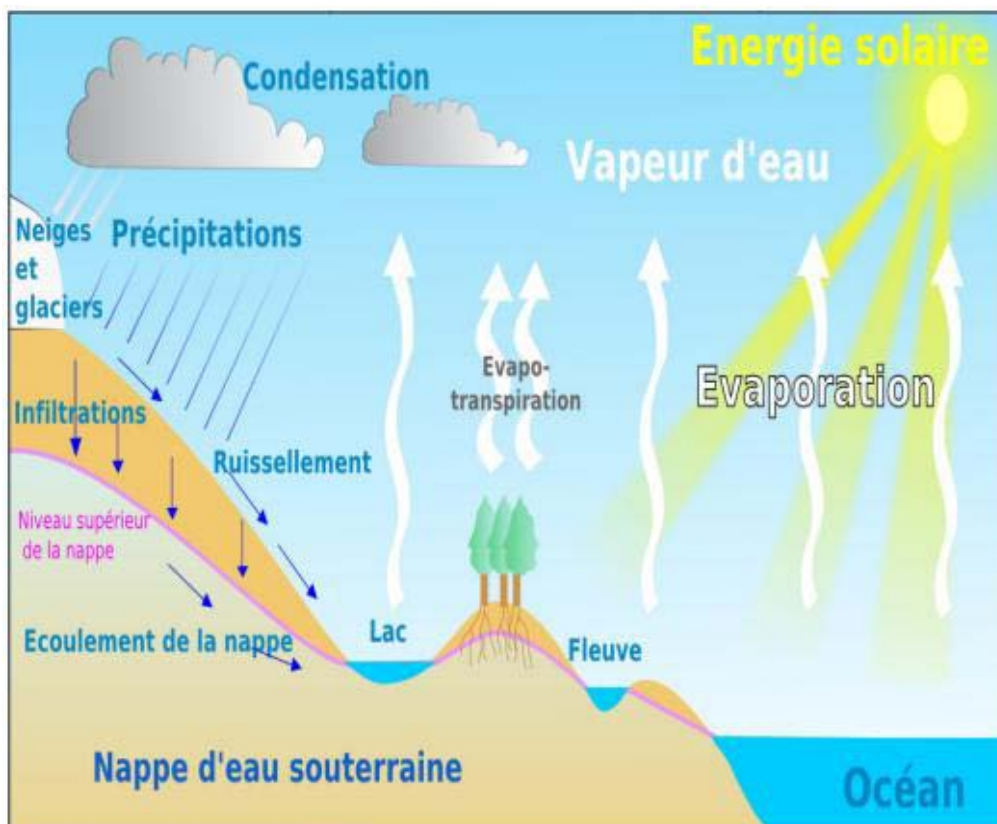


Figure 02 : les différentes phases du cycle de l'eau. (MOUFFOK,2008).

II. Les principales sources de l'eau potable

II.1 Les eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement. (Debabza,2005)

Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone (Degremon, 2005).

Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement

permettant théoriquement d'éliminer les plus contaminées et de sélectionner les plus pures d'entre-elles pour en faire des eaux d'alimentation. Ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées. **(Vierling, 2003)**

II.2 Les eaux souterraines

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles ; Les nappes profondes et les nappes phréatiques. Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Cependant elles peuvent, d'une part être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, **(Coulibaly, 2005)**. Elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur. Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable **(Margat, 1992)**.

II. 3 Les eaux de source :

Formées par les eaux d'infiltrations, elles constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m³; Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux potables. Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. **(Debabza, 2005)**

III Caractéristiques de l'eau potable

Une eau est dite potable ou eau de consommation quand elle satisfait un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires des différents paramètres, divisés en différents groupes: les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium...) **(Encyclopédie Médicale, 1997)**.

III.1 Les caractéristiques organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe, une eau de consommation doit être limpide, incolore et ne possède aucun goût ou odeur désagréable.

III.1.1. Couleur

Paramètre traduit une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut avoir une origine naturelle, industrielle chimique, ou biologique.

Cet élément va être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée). Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UC (Unité de couleur) à partir duquel le consommateur peut percevoir la coloration de l'eau dans un verre d'eau. **(Dahel, 2009)**.

III.1.2 Odeur et Saveur

Ces deux propriétés sont simultanément excitées et ils sont extrêmement difficile de les distinguer l'un de l'autre, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Les problèmes de goût et d'odeur sont la cause principale des plaintes formulées par les usagers. Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ».

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **(Rodier, 2005)**.

III.2 Les caractéristiques physico-chimiques

III.2.1. pH

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Les législations Algériennes et européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide $6,5 < \text{pH} < 8,5$ **(Jora, 2011)**.

III.2.2. La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique **(Rodier, 2009)**.

La conductivité à la plupart du temps, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (**Bremaude et al, 2006**). Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau.

III.2.3 Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pH ...Etc.

(**Rodier, 2005**).

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par la norme algérienne la température d'eau est inférieure 25°C

III.2.4 La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, (**Rodier ,2009**).

Elle est liée à sa transparence et éveille la méfiance et la répugnance du consommateur (**Andriamiradis, 2005**).

La consommation d'une eau très trouble peut constituer un risque pour la santé car une turbidité excessive peut protéger des micro-organismes pathogènes ou stimuler la croissance des bactéries dans les réseaux. Pour cette raison, réduire de la turbidité est l'un des buts primordiaux du traitement.

III.2.5 Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence des carbonates et hydroxydes. (**Rodier , 2009**).

Le TAC la détermination de la teneur en hydrogencarbonates (carbonates et les bicarbonates).

III.2.6 Titre hydrotimétrique (TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. (**Rodier , 2009**)

Le titre hydrotimétrique représente la concentration en ions alcalinoterreux présents dans l'eau.

On distingue :

A) TH total: teneur en Ca et Mg.

B) B) TH calcique: teneur en Ca.

III.2.7 Chlorure (Cl⁻)

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer. Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3mg/l. Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂) (Ayad, 2016).

Les teneurs en chlorures (Cl⁻) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorure. Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé (Chelli, Djouhri *et al* 2013).

III.2.8 Ammonium (NH₄⁺)

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif, l'ammoniac (NH₃) 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 (NH₄⁺). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



L'ammonium NH₄⁺ dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (anonyme 2).

III.2.9 Les nitrates et nitrites

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux provenant en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3 mg /L dans les eaux superficielles et quelques mg/L dans les eaux souterraines (Abibsi, 2011). La quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (Coulais , 2002).

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (**Lepeltier, 2005**).

Toutefois, une eau renfermant une quantité élevée de nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique (**Ayad; Savary, et al 2016**).

III.2.10 Le sulfate

Les sulfates (SO_4) peuvent être trouvés dans presque toutes les eaux naturelles. L'origine de la plupart des composés sulfates est l'oxydation des minerais de sulfites, la présence de schistes, ou de déchets industriels. Le sulfate est un des éléments majeurs des composés dissouts dans l'eau de Pluit (**anonyme3**)

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg / L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé (**Abibsi ,2011**).

III.2.11 Ions Phosphates : PO_4^{-3}

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (**Rodier, 2005**).

Tableau 1 : Normes d'eau potable selon l'Algérie (JORA, 2011) et OMS 1994

Paramètre	Unité	Normes Algérienne	Normes OMS
pH	/	6,5 – 8,5	6,5 - 9,2
Température	°C	25	-
Conductivité	µs/cm	2800	-
Résidus sec à 180°C	mg/L	2000	1500
Turbidité	NTU	2	5
Dureté total (TH)	mg/L	500	500
Calcium	mg/L	200	-
Magnésium	mg/L	150	150
Sodium	mg/L	200	-
Potassium	mg/L	20	-
Sulfate	mg/L	400	250
Chlorure	mg/L	500	250
Nitrate	mg/L	50	50
Nitrite	mg/L	0,1	0,1
Aluminium	mg/L	0,2	0,2
Phosphate	mg/L	0,5	0,5
Ammonium	mg/L	0,5	-
Matières organique	mg/L	3	-
Métaux lourds	mg/L	0,3	-
Fer	mg/L	0,3	0,3
Manganèse	mg/L	0,5	0,1

III. 3 Les caractéristiques microbiologiques

Généralement, tous les ressources d'eaux soit des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécal) ; que ce soit le type du germe il peut engendrer des maladies infectieuses chez l'homme (Debabza,2005).

En définitive, La majorité des micro-organismes proviennent de déjections humaines ou animales, l'importance de pollution microbiologie nous obliger de faire un traitement avant d'être distribuer au publique (Belala,2006).

L'analyse microbiologique de l'eau distribuée à la consommation basée sur la recherche des "**microorganismes indicateurs de contamination fécale**". Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes, mais leur présence en grand nombre dans un milieu aquatique indique l'existence d'une contamination fécale, et donc un risque épidémiologique potentiel (**Manceur, Djaballah et al 2016**).

III. 3.1. Les germes totaux

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA.

La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires.

Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier , 2005**).

III. 3.2 Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. Trois indicateurs sont à noter : les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux(**Dahel,2009**).

III. 3.2.1. Les coliformes totaux

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

Ils se répartissent en deux catégories:

- Les germes thermophiles ;
- Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène).

Leur intérêt plus moindres pour déceler une contamination d'origine fécale.

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. (**RODIER J., 2005**).

III. 3.2.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéro-pathogènes, comme les salmonelles (**Debabza, 2005**).

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C.

E. coli: L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. Selon l'OMS (2004), n'énonce que la présence d'*E. coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente (**Maiga, 2005**).

III. 3.2.3. Les streptocoques fécaux

Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*.

Ce sont les streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. (**Rodier , 2005**).

III. 3.3. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique. (**Maiga, 2005**)

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection (**Hélène, 2000**).

III. 3.4. Bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes jouent le rôle de signal d'alarme. En fait, seules les *Salmonella* et les *Shigella* sont des bactéries fréquemment recherchées, en dehors

de cas d'épidémies. Ces dernières années cependant, une certaine importance a été attribuée aux *Yersinia*, *Campylobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio cholerae*. (Manceur, Djaballah *et al* 2016)

IV. Maladies provoqués par les micro-organismes contaminants l'eau :

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort, Mais elle peut véhiculer en particulier de nombreux micro-organismes, bactéries, virus et protistes de tout genre, qui y vivent et s'y développent. Aujourd'hui, dans les pays industrialisés, où l'hygiène individuelle et collective est de mieux en mieux respectée, on n'observe plus d'épidémies inquiétantes des maladies infectieuses liées à l'eau de consommation humaine. Par contre le pire est à venir dans les pays du Tiers-monde en pleine expansion démographique.

On y trouve deux groupes de pathologies d'origine hydrique, à ne pas confondre en raison des différentes mesures thérapeutiques et préventives qui s'y attachent :

- a. les maladies acquises au contact de l'eau polluée ou transmises par des vecteurs.
- b. maladies liées à la consommation d'une eau contaminée par des germes pathogènes.

Leur signe d'appel est toujours la diarrhée (Monjour, 1997)

On appelle maladies hydriques ou MTH (maladie transmissible hydrique) toutes maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des selles animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes (Tourab 2013).

Parmi ces maladies :

La brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que ces quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde (Ouahdi, 1995).

Selon l'OMS chaque jour, 6000 personnes meurent dans le monde à cause de maladies diarrhéiques. En 2001, on a ainsi dénombré près de 2 millions de morts, dont plus de la moitié sont des enfants.

Tableau 2: Maladies provoqués par les micro-organismes contaminants l'eau (Manuel Pratique d'Analyse de l'Eau)(**Rodier , 2009**).

Maladies	Agents pathogènes
D'Origine bactérienne : <ul style="list-style-type: none"> - la Typhoïde et la paratyphoïde - La dysenterie bacillaire - le choléra - la Gastro-entérite aiguë et la diarrhée 	<ul style="list-style-type: none"> - Salmonelle typhique ; Salmonelle parathyphique A et B ; - <i>Shigella sp</i> ; - <i>Vibrio cholerae</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; Entérotoxique ; <i>Campylobacter</i> ; <i>Yersiniaenterocolitica</i> ; Salmonelle ; <i>Shigella sp</i>
D'Origine virale : <ul style="list-style-type: none"> - L'hépatite A et E - La polio ; La Gastro-entérite aiguë et chronique 	<ul style="list-style-type: none"> - Virus de l'hépatite A et E - Virus de la poliomyélite ; Virus Norwalk Rotavirus ; Enterovirus ; Adenovirus
D'Origine parasitaire : Dysenterie amibienne parasite gastro-entérite	<i>Entamoeba histolytica</i> ; <i>Giardia lamblia</i> ; <i>Cryptosporidium</i>

IV.1 Choléra:

Maladie contagieuse d'origine bactérienne *Vibrio cholerae* qui provoque des infections intestinales aiguës, elle provoque la mort en quelques heures, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (**anonyme 4**).

En 1961, débute la 7^{ème} pandémie mondiale ; en 1990, 69 631 cas sont déclarés dans le monde ; en 1991, le choléra apparaît au Pérou (300 000 malades avec près de 3 000 décès) et s'étend, rapidement, sur l'Amérique du sud et central. Dans le même temps, on assiste à une recrudescence en Afrique ; une flambée épidémique est responsable de plus de 10 000 morts

Le choléra ne s'éteint pas. Il apparaît au Bangladesh, en 1993, faisant 107 000 victimes, provoquant 1 500 décès. (**Monjour , 1997**).

En Algérie, Le choléra, introduit en 1971 et constater 1332 cas et 110 décès, le pic choléra peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique national en

1986 (8000 cas clinique de choléra et 450 décès), le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis le début des années 1990(**Baziz, 2008**) Cette année (2018) le choléra revient est constaté dans les wilayas de **Bouira** (Haouch Mrabhia, Raouraoua), **Blida** (Quartier Khazrouna, et Berayane), **Tipaza** (Hamr El Ain) 217 cas suspects provoquent la mort de deux cas.

IV.2 Fièvre typhoïde:

Fièvre d'origine bactérienne salmonella typhus qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation .Cette maladie, qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort ,Selon l'OMS Il y a de 11 à 21 millions de cas estimés de fièvre typhoïde et environ de 128 000 à 161 000 décès annuellement (Fièvre typhoïde et autres salmonelloses invasives 5 septembre 2018)

IV.3 Fièvre paratyphoïde :

Maladie d'origine virale, cliniquement semblable à la fièvre typhoïde. Le taux de mortalité est toutefois plus faible (**anonyme 5**).

Les fièvres paratyphiques accompagnent toutes les situations d'exception : guerres, catastrophes, déplacements massifs de population, flux de migrants sans ressources, sans médicaments, buvant jusqu'à la mort de véritables cocktails microbiens

IV.4 Dysenterie :

Dysenterie, une infection intestinale douloureuse généralement provoquée par une bactérie ou un parasite. La dysenterie se caractérise par une diarrhée accompagnée de sang, de pus et du mucus et elle est habituellement accompagnée de douleur, Cette maladie est fréquente lorsque les conditions sanitaires sont insuffisantes, en particulier lorsque les aliments et l'eau ne sont pas propres(**anonyme 5**).

En Algérie, selon INSP en 2015 un (01) cas dysenterie/100.000 habitant (Source INSP.2015).

IV.5 Poliomyélite

Cette maladie est une infection virale due *enterovirus poliovirus*. La plupart des pays du monde ont réussi à éradiquer la polio mais on la retrouve dans certaines zones, en particulier dans là où les installations de traitement et d'assainissement des eaux sont inexistantes ou mal entretenues Elle est causée par une infection due

au poliovirus. Heurtement contagieux, il se transmet par l'intermédiaire de la nourriture et de l'eau contaminées ou par les matières fécales des personnes infectées. Il peut s'écouler 4 à 21 jours avant que les symptômes n'apparaissent. (Site internet 5).

Les cas de polio ont diminué de plus de 99% depuis 1988. La réduction est le résultat d'un effort global pour éradiquer cette maladie (**Baziz, 2008**)

L'Institut National de Santé Publique (I.N.S.P) estime un taux d'incidence de 5, 6% pour la poliomyélite parmi les MTH-2011(**Baziz, 2008**) .

IV.6 Leshépatites virales:

L'hépatite A est une maladie du foie qui est due à l'infection par un virus à ARN de la famille des picornavirus, L'hépatite A se transmet majoritairement par l'ingestion d'eau ou d'aliments souillés par des matières fécales qui contiennent du virus ou par les mains sales « maladies de mains sales ».

Certaines causes favorisent la transmission de la maladie :

- un manque d'eau potable.
- une nourriture impropre à la consommation.
- une mauvaise hygiène personnelle.
- les conditions sanitaires défavorables (assainissement des eaux, etc.)

L'excrétion du virus dure de 3 à 12 semaines avec un taux pouvant atteindre, en période d'incubation 10⁹ particules par gramme de selles.

L'évolution clinique de l'infection varie de la maladie anictérique à l'ictère sévère et prolongé. Le virus de l'hépatite A ne cause pas de maladie chronique du foie mais plusieurs complications peuvent accompagner l'affection : méningoencéphalite, atteinte rénale et cardio-vasculaire.

En Algérie le taux d'incidence de l'hépatite virale «A» est stable pendant la période (2000, 2011) . En note de 4 cas pour 100.000 habitant en 2000 à 5 cas pour 100.000 habitant en 2010(**Insp,2015**).

IV.7 Le paludisme (la malaria) :

C'est une infection parasitaire propagée par le moustique anophèle. Le paludisme n'a pour origine ni un virus ni une bactérie, mais un parasite formé d'une cellule unique qui se multiplie dans les globules rouges des êtres humains. On ne peut contracter le paludisme que par une piqûre de moustique infecté ou par une transfusion sanguine d'une personne infectée. Le paludisme peut aussi être

transmis de la mère au fœtus pendant la grossesse. Cette maladie, surtout importante pour les populations vivant en zone d'endémie (zone intertropicale), l'est aussi pour les voyageurs **(Anofel,2014)**.

Selon les dernières estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le nombre de cas de paludisme dans le monde s'élevait à 198 millions en 2013, avec 584 000 décès. Près de la moitié de la population mondiale est exposée au paludisme mais la plupart des cas et des décès surviennent en Afrique subsaharienne **(Institut Scientifique de Santé Publique2016)**

Les symptômes apparaissent généralement 12 à 14 jours après l'infection. Ces derniers sont les suivants : douleurs abdominales, frissons, sueurs, diarrhée, des nausées, vomissements, maux de tête...

Si elle est diagnostiquée suffisamment tôt, la malaria se guérit tout à fait. La personne atteinte peut être traitée en consultation externe. Le traitement dure généralement 3 ou 7 jours, selon le type de médicaments. Si on se rend dans une région paludéenne, il est fortement conseillé de suivre un traitement préventif **(Anofel,2014)**

IV.8 Schistosomiase

La schistosomiase est une maladie hydrique considérée comme la deuxième infection parasitaire en importance après le paludisme. La schistosomiase chez l'homme, l'hôte final, est causée par les trois principales espèces de plathelminthes. La schistosomiase est endémique dans 76 pays, la plupart étant situés en Afrique.

Selon OMS 200 millions sont infectées par la schistosomiase **(Anonyme,6)**.

V.1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre travail ; consiste à déterminer la qualité de l'eau des puits de la région de Ben yahi et la région Kouara (les deux régions dans la commune El Hassiane) et l'eau de robinet distribué par ADE dans la région Ben yahi de par la réalisation des analyses physico-chimiques, et des analyses microbiologiques, et enfin déterminer leurs qualités (leurs potabilités)

V.2. Présentation de la commune EL Hassiane

EL HASSIANE est située au sud-est de la wilaya de Mostaganem a l'ouest d'Algérie, issu de la division administrative de 1984.

Situation :Géographiquement, El Hassiane se trouve au Sud du chef-lieu de wilaya à environ 25 Km. Cette commune est délimitée au Sud-est par la commune de Sirat, au Sud par Mohammadia, à l'Ouest par Fornaka, au Nord-Ouest par Aïn Nouissy et au Nord-est par Aïn Sidi Cherif. El Hassiane, ce qui signifie « puits » au pluriel (Hassi = puits), relève administrativement de la commune de Beni Yahy depuis 1992. A proximité de la RN 17AB

Superficie : 7703 km².

Population : 10092 personne en 2012.

La commune rassemble les régions :

Ben yahi, kouara ; El Hassiane et Khalil.

La région est richement arrosée ; sa température moyenne est de 22°C.

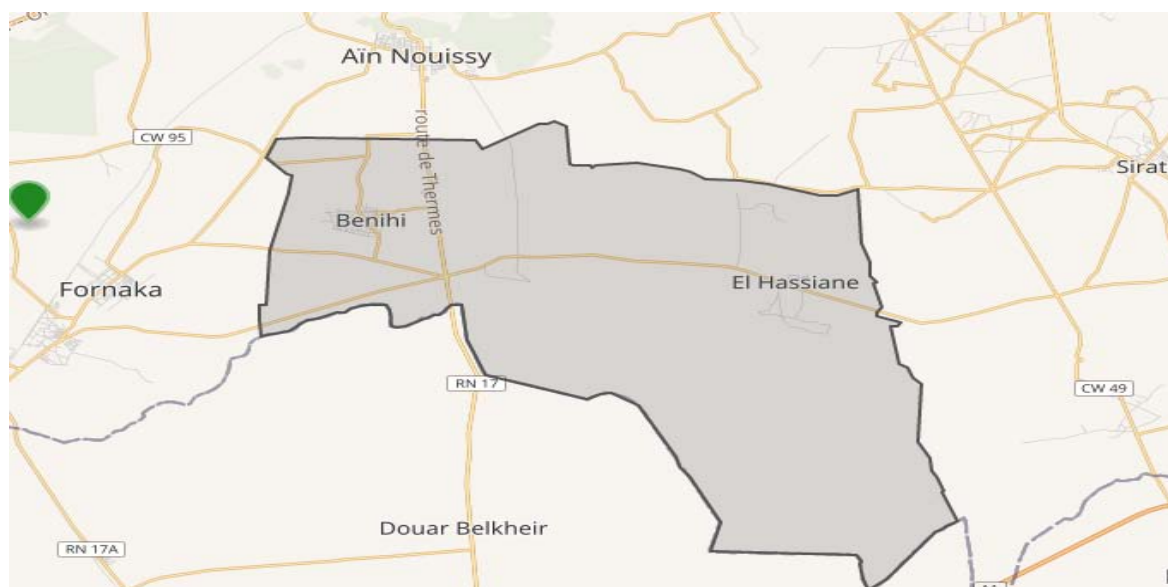


Figure 03: Situation générale de la commune El Hassiane (google maps 2018)

La commune El Hassiane est approvisionnée en eau potable depuis plusieurs années (depuis 1994) par les forages Ben Yahi, El Hachia et les puits Kouara .

Plusieurs quartiers et cités de La commune El Hassiane sont confrontés ces dernières années à une grande perturbation dans l'alimentation en eau potable. Cela est dû à une croissance assez importante de la population. Afin de subvenir aux besoins de la population et mettre fin à ce manque d'eau, une autre source en eau potable est mise en service depuis 2015 qui est l'eau de barrage HECHACHTA et l'unité de dessalement de Sonaktel . Depuis cette année l'Algérien Des Eaux(ADE) chargé de la répartition d'alimentation en eau potable.

V.3 Echantillonnage et analyses

L'échantillonnage a été réalisé le mois de juin 2018.

Les prélèvements ont été effectués sur sites ou ont lieu les prélèvements des échantillons d'eau sont au nombre de trois (avec 03 répétition) et sont situés dans la zone d'étude (EL HASSIANE). Pour réaliser cet échantillonnage, on a utilisé des flacons en matière plastique pour les analyses physico-chimique et on verre borosilicate stérile. Le flacon est débouché au moment de la prise, une fois rempli, il est rebouché, étiqueté et conservé à 4°C dans une glacière munie de carboglaces avant être acheminés au laboratoire. Les analyses des échantillons d'eau prélevés ont été réalisées selon les méthodes décrites par Rodier et al.(2009) et ont lieu dans un délai maximal de 24 heures. A chaque prélèvement, la température de l'eau ont été mesures au site a l'aide d'un thermomètre.

La conductivité électrique, le pH, La mesure de la dureté (TH), Alcalinité TA et l'alcalinité complète TAc, et nitrite ont été déterminée au niveau du laboratoire d'analyse de l'entreprise SORFERT ainsi les ammoniums, nitrates, les chlorures par la méthode de spectrophotométrie. Les analyses microbiologiques ont été effectuée au laboratoire de microbiologie de l'Université de Mostaganem et au laboratoire des analyses d'ADE.



Figure 4 puits la région de Kouara



Figure 5 puits la région de Ben yahi

VI. Matériels et méthodes

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire. Toutes les analyses physico-chimiques ont été effectuées au laboratoire SORFERTspa.les analyses microbiologique ont été effectuées au laboratoire de l'université de Mostaganem et au laboratoire d'analyse ADE Mostaganem.

VI.1. Paramètres physico-chimiques

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

VI.1.1. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc dans la détermination du pH et sur la conductivité.la température a été mesuré à l'aide d'un thermomètre de mercure.

VI.1.2. Détermination du pH

Le potentiel hydrogène (ou pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) en solution. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25 °C :

- ✓ Une solution de pH = 7 est dite neutre;
- ✓ Une solution de pH < 7 est dite acide;
- ✓ Une solution de pH > 7 est dite basique.

La mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre (figure 4).

Mode opératoire (ANNEX 1)



Figure.06 : pH mètre

VI.1.3. Conductivité

La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution.

Elle est exprimée en micro siemens par centimètres ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La conductivité a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de marque Knick.

(Figure 5)

Mode opératoire (ANNEX 2)



Figure 07 : Conductimètre

VI.1.4. Turbidité :

La turbidité désigne la teneur d'un fluide en matières qui le troublent. Dans les cours d'eau elle est généralement causée par des matières en suspension et des particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière.

La turbidité est exprimée généralement en Néphélométrie Turbidity Unite (NTU).

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre marque HACH (Figure 6).

Mode opératoire (ANNEX 2)



Figure 08: Turbidimètre

VI.1.5. Détermination des chlorures (Cl⁻) et les nitrites :

La détermination des chlorures et les nitrate a l'utilisation d'une chromatographie phase liquide IC1100 qui permet de détecter les trace des paramètres rechercher (jusqu'au 0.01 mg/l).



Figure 09: Ion Chromatographie IC 1100

VI.1.6. Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

- **Principe**

La dureté totale d'une eau est définie comme la quantité d'ions calcium Ca^{2+} (dureté calcique) et magnésium Mg^{2+} (dureté magnésienne) présents dans cette eau.

Elle se détermine par titrage par l'EDTA à $\text{pH} = 10$, en utilisant le NET (noir d'ériochrome) comme indicateur de fin de réaction. Elle s'exprime en mg/l.

Mode opératoire (voir ANNEX4)

VI.1.7. Détermination de l'alcalinité et alcalimétrie complet

- **Principe**

Les valeurs relatives du TA (titre alcalimétrique) et du TAC (titre alcalimétrique complet) permettent de connaître les teneurs en hydroxydes, carbonates ou hydrogencarbonates contenus dans l'eau.

La détermination du TA et du TAC s'effectue à l'aide de deux dosages acido-basiques successifs :

Le TA de l'eau analysée sera déterminé lors du premier dosage par de l'acide chlorhydrique en présence de phénolphtaléine. Les hydroxydes et la moitié des carbonates vont être neutralisés.

Le TA correspondra au volume d'HCl utilisé pour le virage de la phénolphtaléine (Du rose à l'incolore).

Le TAC quant à lui, sera déterminé lors d'un second dosage par de l'HCl en présence de méthylorange. Dans ce cas, toutes les espèces basiques sont neutralisées. On connaît ainsi la totalité des hydroxydes $[\text{OH}^-]$, des carbonates $[\text{CO}_3^{2-}]$ et bicarbonates $[\text{HCO}_3^-]$. Le TAC correspondra au volume d'HCl utilisé pour le virage de méthylorange (de l'orange au rose orangé).

- **Mode opératoire** (voir ANNEXE 5)

VI.2- Analyse bactériologique :

Pour déterminer la qualité de l'eau il doit être effectuer des analyses bactériologiques. La méthode utilisée pour la réalisation de ces paramètres est faite en utilisant la technique de filtration sur membrane.

Les germes ou les bactéries jouant un rôle pathogène ou d'indicateur pour déterminer la qualité d'eau.

Selon le journal officiel d'eau potable le laboratoire on a effectué la recherche des germes ou des bactéries qui sont des indicateurs de contamination fécale.

Ces paramètres sont :

- ✓ **Germes totaux.**
- ✓ **Coliformes totaux.**
- ✓ **Escherichia coli.**
- ✓ **Salmonella sp.**
- ✓ **Clostridium sulfito réducteur.**

VI.2.1 Recherche et dénombrement des Coliformes :

Les coliformes se présentent sous forme de Bacilles Gram négatifs (BGN), non sporulés, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C

La recherche et dénombrement des Coliformes nous renseignent sur le degré de contamination fécale (**RODIER et al. 1996**).

La recherche et dénombrement des Coliformes peuvent se faire selon deux techniques :

a. Technique en milieu liquide : technique du NPP.

b. Technique en milieu solide : technique sur membrane filtrante.

a-Technique en milieu liquide sur BCPL :

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la
Recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

a.1 Test de présomptif :

A partir de l'eau à analyser, on ensemence aseptiquement:

- 3 tubes de 10 ml de BCPL à double concentration munis d'une cloche de Durham avec 10 ml d'eau à analyser.
- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 1 ml d'eau à analyser.

- 3 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration munis d'une cloche de Durham avec 0,1 ml d'eau à analyser.
- On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37 °C pendant 48 heures.
- Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche (Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites).
- Noter le nombre final des tubes positifs dans chaque série et on se reporte à la table du NPP (qui figure en annexe) pour obtenir le nombre de coliforme présent dans 100ml d'eau à analyser.

a.2. Test de confirmation ou test de Mac Kenzie.

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'E. Coli.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé de 2 à 3 gouttes dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

- L'incubation se fait cette fois-ci à 44°C pendant 24 heures.
 - Note le nombre de tube positifs dans chaque série et on se reporte à table du NPP pour obtenir le nombre de Coliforme fécaux dans l'eau (**Figure08**).

La présence de Coliforme fécaux se manifeste par un dégagement gazeux, et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

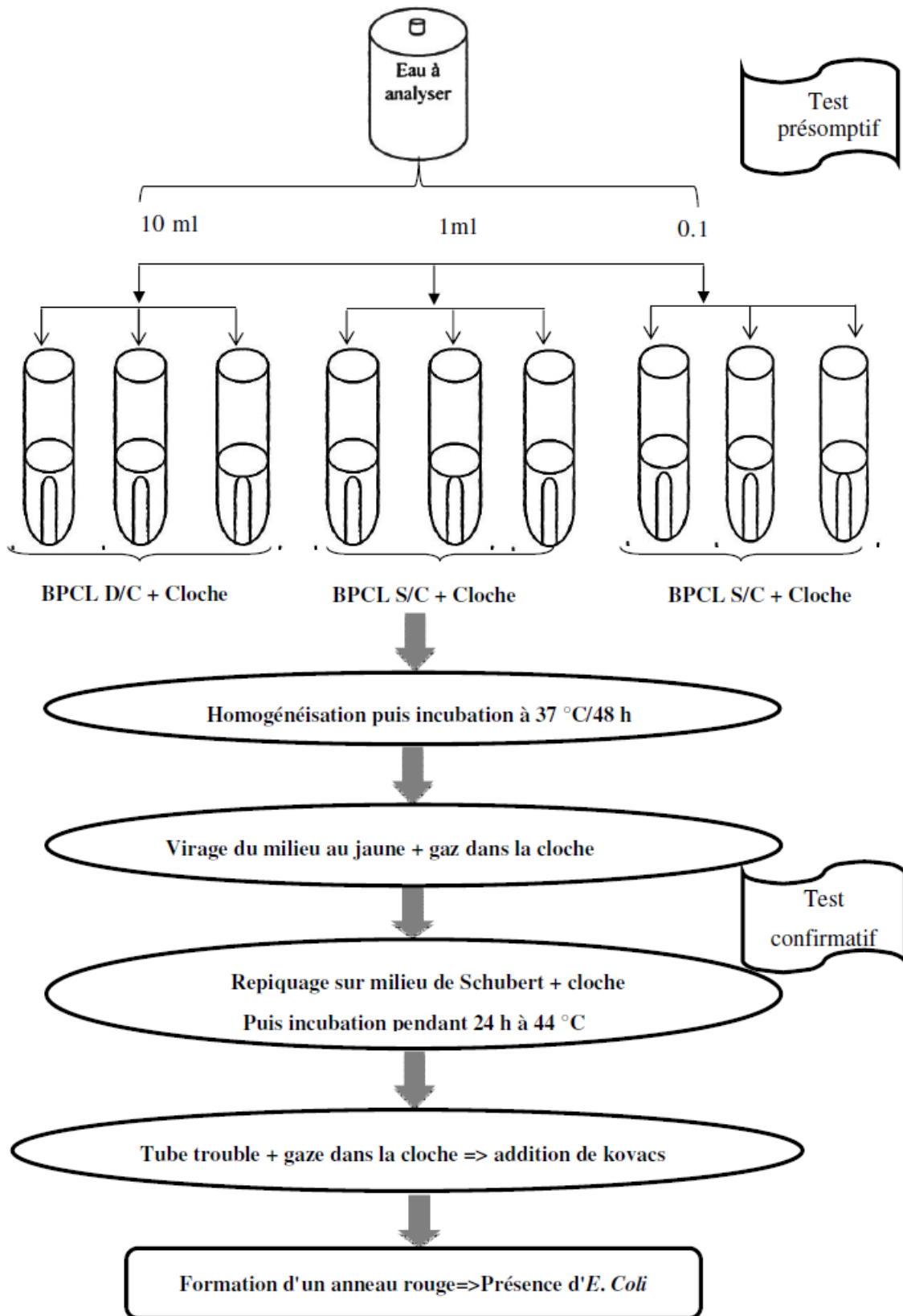


Figure 10: Diagramme Recherche et dénombrement des coliformes totaux sur milieu BCPL.

b. Technique en milieu solide (Colimétrie par filtration)

La colimétrie par filtration est une méthode rapide, simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de $0,45 \mu$ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

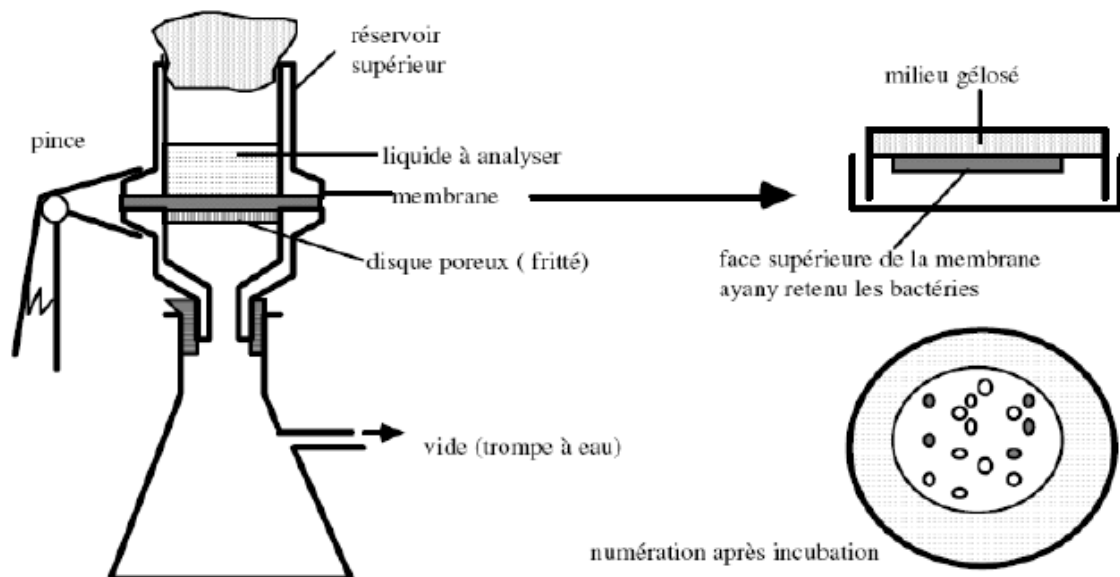


Figure 11: schémadu principe de la technique de culture sur membrane

Recherche de coliformes totaux

- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
- Cette membrane sera incubée à 37°C , pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes totaux.

VI.2.2. Recherche de coliformes fécaux

- Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
- Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux.

Lecture et interprétation

- Après 24 heures d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées, lisses, légèrement bombées.
- Etant donné le caractère sélectif de la gélose TTC ; ne pousseront théoriquement que les coliformes.
- Ne dénombrer que les boîtes refermant entre 15 et 300 colonies.
- Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

Après 24 heures d'incubation :

- à 37°C , en ce qui concerne la recherche des coliformes totaux,
- à 44°C , en ce qui concerne la recherche des coliformes totaux,

Procéder au dénombrement de toutes les colonies caractéristiques et rapporter ce nombre à 100 ml d'eau à analyser.

VI .2.3. Recherche et dénombrement des Salmonella

- C'est une entérobactérie responsable de gastro-entérite, toxi-infection alimentaire et des fièvres typhoïde et paratyphoïde (*S. typhi* et *S. paratyphi*). La transmission de ces deux derniers se fait surtout par l'eau potable lors des épidémies étendues. Mais le contact direct ou les aliments peuvent également être en cause dans la propagation. Le contrôle bactériologique strict des eaux de consommation ainsi que la surveillance du réservoir de germes (porteurs) expliquent la diminution spectaculaire des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes dans les pays à hygiène élevé.

La recherche fait par quatre étapes :

- Pré-enrichissement :il permet à la bactérie fragilisée de croître
- Enrichissement sur un milieu sélectif liquide du fait de leur rareté et de l'endommagement des cellules, il s'applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré-enrichissement sur eau peptonée tamponnée puis un enrichissement des cellules sur bouillon de sélénite de sodium cystine. L'isolement a été effectué sur milieu gélosé sélectif SS (Salmonella-Shigella).

Mode opératoire

- a. Enrichissement: Introduire 10 ml du liquide pré-enrichi dans 100 ml de bouillon sélénite puis incuber 24 heures à 37°C.
- b. Isolement: Étaler 0,1 ml de la solution enrichie à la surface de la boite de Pétri contenant le milieu SS coulé préalablement.

Lecture

- Les salmonelles et shigelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille, sur gélose SS.

VI.2. 4.Clostridium sulfito-réducteurs :

Ce sont des bactéries très répandues dans la nature, elles se trouvent dans les intestins des animaux, elles peuvent provoquer des maladies mortelles. La plupart des espèces de Clostridium sont des bactéries telluriques, mais sont également isolées dans l'intestin et les selles de l'homme et de divers animaux. Ainsi la présence de clostridium dans les eaux ou les aliments par exemple signe en général, une contamination fécale (Leyral, 2007).

Après destruction des formes végétatives par un chauffage a 80°C seules les spores vont persister dans l'échantillon. Ce dernier est incorporé dans un milieu de base fondu, généré et additionné de sulfite de sodium et de sel de fer (Rejsek,2002)

Mode Opératoire (Rejsek, 2002)

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

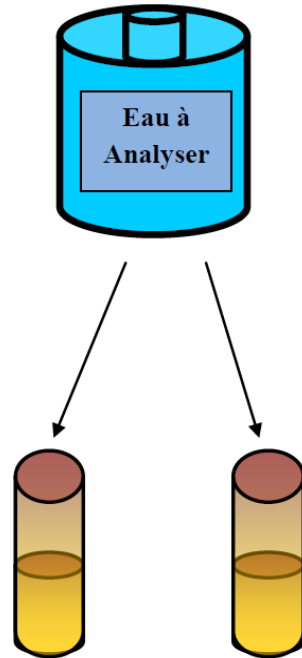
Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

A partir de l'eau à analyser :

- Prendre environ 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet l'ordre
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.
- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10^{-1} voire 10^{-2} , la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

Interprétation des résultats.

Il est donc impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total des colonies à 20 ml d'eau à analyser.

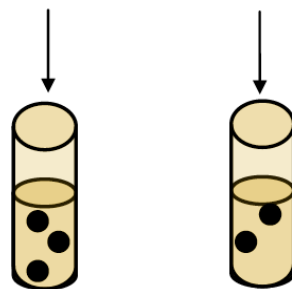


Chauffage à 80°C, 10 minutes

Refroidissement brutal sous l'eau de robinet

Ajouter environ 15 ml de gélose VF fondue puis refroidie à 45 °C

Laisser solidifier puis incuber à 37°C, 16-24 puis 48 heures



Présence des *Clostridium sulfito-Réducteurs*

Figure 12 : Diagramme de dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteur*

VI.2.5. Méthodologie de la Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

a. Technique en milieu solide sur SLANETZ et BARTLEY

La streptométrie par filtration est tout comme la colimétrie par filtration une méthode rapide, simple, normalisée mais nécessitant la disponibilité d'une rampe de filtration.

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose **SLANETZ et BARTLEY**.
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures.

Lecture et interprétation

- Après 24 heures d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement bombées.
- Etant donné le caractère sélectif de la gélose **SLANETZ** ; ne pousseront théoriquement que les streptocoques fécaux.
- Ne dénombrer que les boîtes refermant entre 15 et 300 colonies.
- Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

b. Technique en milieu liquide Rothe

Milieu de Rothe à double concentration (D/C) ;

Milieu de Rothe à simple concentration (S/C) ;

Milieu de confirmation Eva Litsky.

1) **Test présomption**

On ensemence

- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (D/C) avec 10 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (S/C) avec 1 ml d'eau à analyser ;
- 3 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe (S/C) avec 0,1 ml d'eau à analyser ;
- On incube à 37 °C à 48 heures ;

Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs et sont soumis au test confirmatif.

2) **Test confirmatif**

- On agite les tubes puis on prélève de chacun d'eux successivement quelques gouttes avec pipette pasteur pour les reporter dans des tubes de milieu Eva Litsky à l'éthyle violet d'acide de sodium ;
- On incube à 37 °C pendant 24 heures ;

L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un *streptocoque fécale*, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

Lecture et interprétation

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe

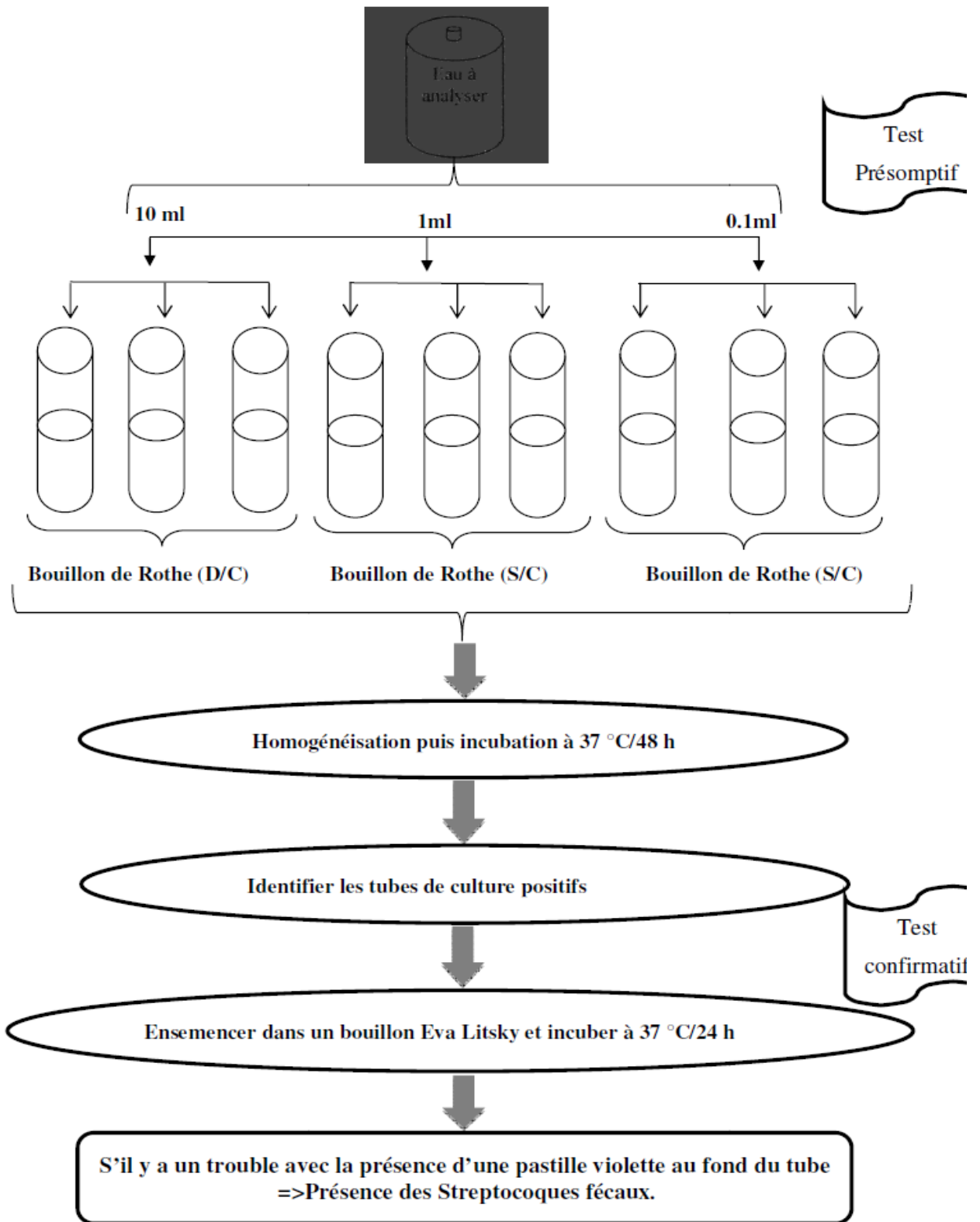


Figure 13: Diagramme de dénombrement des streptocoques fécaux

Les analyses physico-chimique et bactériologique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité, pour juger leur utilisation comme eau potable.

Pour atteindre cet objectif, nous avons déterminé dans cette partie l'évolution des paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux de puits au niveau de la région El Hassiane.

Au cours de ce chapitre, nous présenterons et discuterons les principaux résultats obtenus afin de détecter leur potabilité.

I. Résultats des analyses physico-chimiques :

I.1. Détermination du pH :

Le pH constitue un facteur limitant pour les processus d'épuration (survie des bactéries, nitrification, précipitation du phosphore...) d'où l'importance de contrôler ce facteur (Tourab, 2013).

Tableau3: Les valeurs du potentiel d'Hydrogène (pH) des eaux étudiées

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
pH(moyenne)	7.79	7.91	7.91	6.5 à 8.5

Généralement le pH des eaux échantillonnées au niveau des sites d'études est compris entre 7,79 (puits de la région de Ben yahi) et 7,91 (puits de la région de Kouara), pH neutre qui est conforme à la norme selon la réglementation algérienne qui indique un pH dans l'intervalle de 6.5 à 8.5 (**Tableau3**).

I.2. Détermination de la température :

D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (**Dib, 2009**).

Tableau4: Les valeurs de la température des eaux étudiées .

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Température (moyenne) (C°)	19	18.5	20	<25

Les températures relevées dans les échantillons étudiés sont très voisines et varient entre 18.5 et 20C°

Ces résultats obtenus correspondent aux normes algériennes (2005) (**Tableau4**).

Les directives du conseil de communauté européen, la réglementation française ainsi que la réglementation algérienne fixent la température de l'eau potable à 25°C, Ce qui nous permet de dire que nos échantillons d'eau sont dans les normes.

I.3. Détermination de la conductivité :

La conductivité électrique sert à apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (**Rodier et al ; 2009**). Il existe une relation proportionnelle entre la teneur en sel dissous d'une eau et sa conductivité ce qui donne une valeur élevée de la conductivité de l'eau.

Tableau 5 : Résultats de la Conductivité des eaux étudiées

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Conductivité (moyenne) $\mu\text{S}/\text{cm}$	1292	2236	1350	< 2800

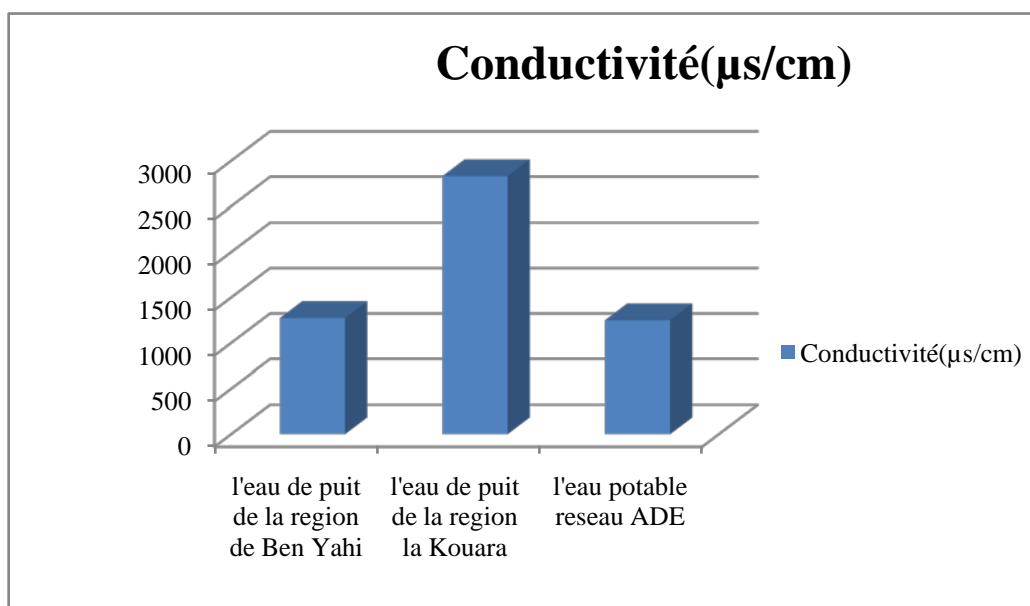


Figure 14: Variation de la conductivité des eaux étudiées

La quasi-totalité des valeurs de conductivité présentées par les échantillons est inférieure à la valeur maximale recommandée par la norme algérienne. La conductivité oscille entre $1292\mu\text{S}/\text{cm}$ et $2236\mu\text{S}/\text{cm}$ dont le maximum est enregistré au niveau puits de la région de Kouara et le minimum au niveau de puits la région Ben Yahi.

Les résultats de la mesure de la conductivité de l'eau de robinet et l'eau des puits, correspondent à la norme algérienne.

I.4. Détermination de la turbidité :

La turbidité d’une eau caractérise sa teneur en matières en suspension elle donne une première indication sur la teneur en matières colloïdales d’origine minérale ou organique.

La turbidité de l’eau souterraine est généralement surtout inorganique et causée par des facteurs géologiques naturels (GRHMSM, 2011).

Tableau6: Résultat de la Turbidité des eaux étudiées

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Turbidité (moyenne) (NTU)	0.87	1.6	0.83	<5

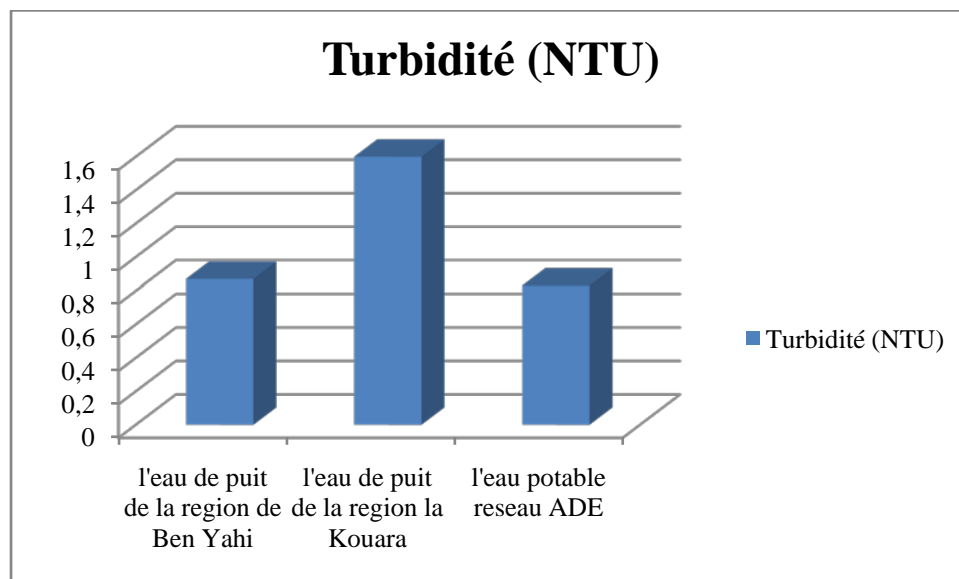


Figure 15: Variation de la turbidité des eaux étudiées

L’analyse de la turbidité a montré que les valeurs moyennes de la turbidité dans les différents sites sont comprises entre 0.83NTU et 1.6 NTU (fig15.).

On constate des résultats inférieurs à la valeur maximale tolérée par l’OMS et la norme algérienne est de 5 NTU.

I.5. Teneur en chlorures :

Les chlorures ne présentent aucun risque pour la santé mais donnent à l'eau un goût fort et désagréable les chlorures rendent l'eau corrosive et peuvent attaquer le béton et charger l'eau en trace des métaux indésirables.

Le rôle des roches cristallines dans la minéralisation en chlorures est faible. L'apport par la précipitation est d'autant plus important que la distance à la mer est plus faible (**Boris, 2010**).

Tableau 7 : Teneur en chlorures des eaux étudiées.

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Chlorure (moyenne) (mg/L)	10	10.75	10.06	<500

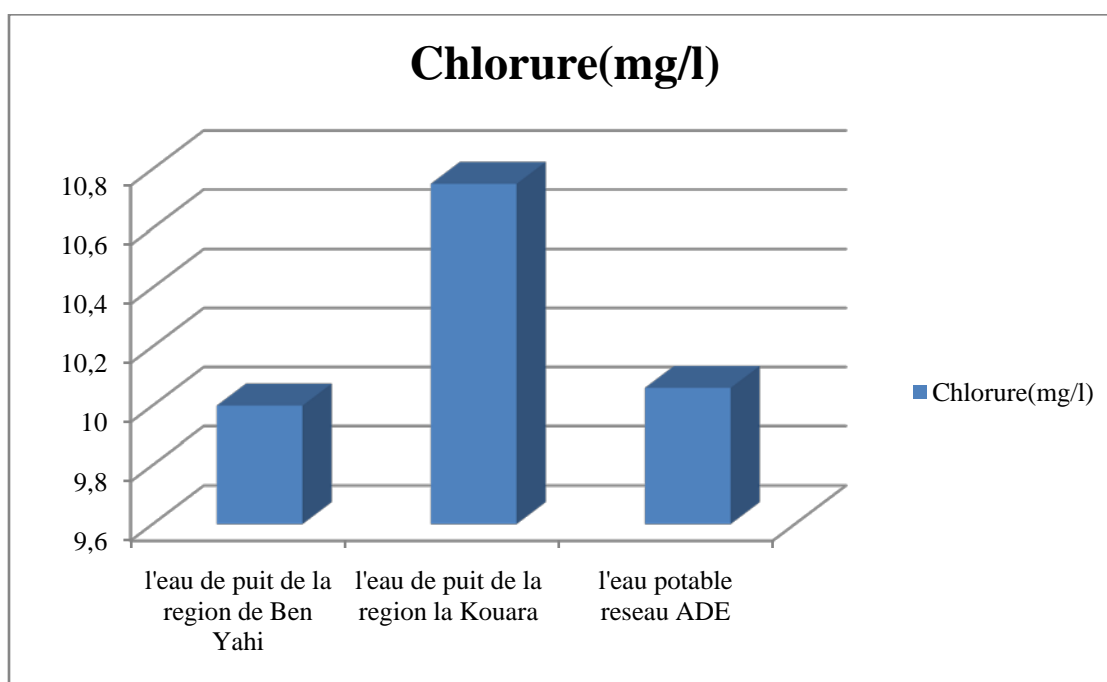


Figure16 : Variation du chlorure des eaux étudiées

D'après les résultats, le taux de chlorure dans les différents types d'échantillons d'eau est faible et ne dépasse pas la norme donc elles sont conformes (**Tableau7**).

Nous constatons également que la teneur en cet ion est faible au niveau de l'eau de robinet ceci peut être due à des faibles traitements de désinfection par chlore.

I.6. Teneur en Nitrites :

Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrites sont répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux. Les nitrites résultent de la réaction de nitrification des nitrates. Une fois dans l'organisme, les nitrites peuvent réagir avec le fer de l'hémoglobine des globules rouges et entrainer la formation subséquente de méthémoglobine. Les nitrites sont également soupçonnés de réagir dans l'organisme avec certains composés aminés. C'est le cas par exemple des amides, des amines pour former des composés N-nitrosés dont certains pourraient être cancérigènes (Boris, 2010).

Tableau8: Teneur en Nitrites des eaux étudiées.

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Nitrite (moyenne) (mg/L)	0.000	0.005	00	<0.1

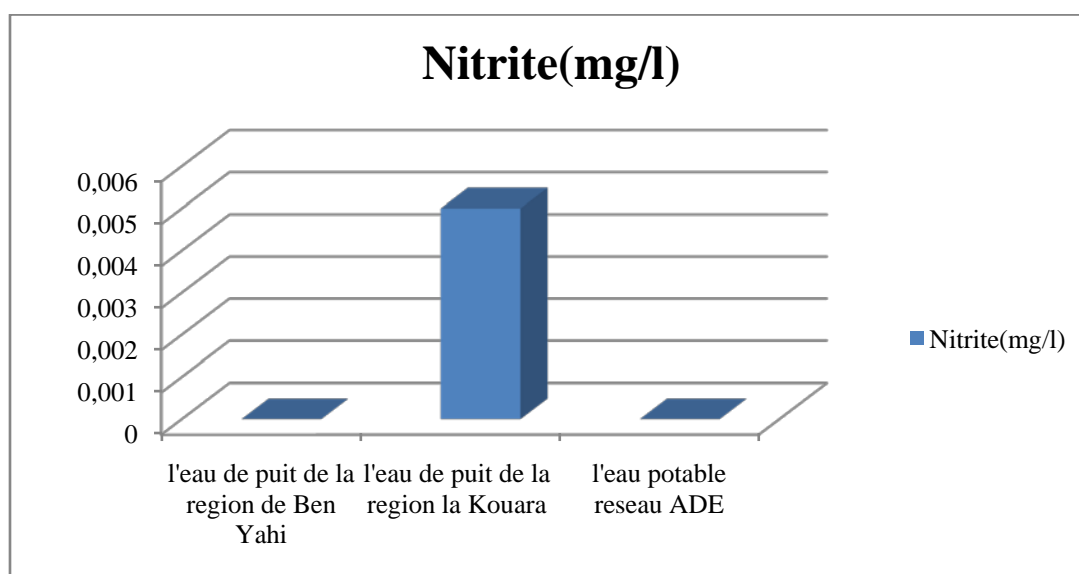


Figure 17: La variation du nitrite des eaux étudiées

Les teneurs en nitrite obtenues sont conformes aux normes. Ils sont faiblement présents dans les différentes sources d'eau (**Tableau8**).

I.7. Détermination de l'Ammonium :

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

Tableau9: Teneuren Ammonium.

Paramètre	Unité	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Ammonium (moyenne)	mg/L	0.02	0.06	0.02	< 0.5

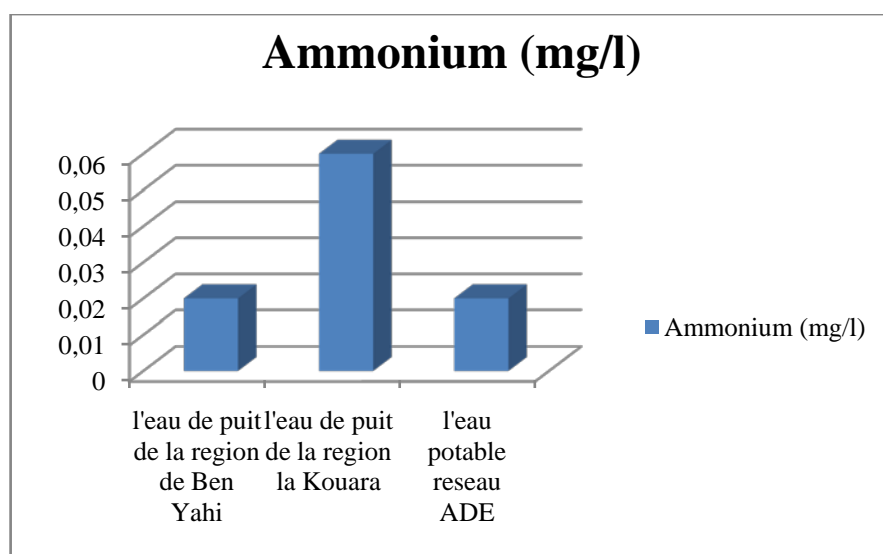


Figure 18: La variation de l'ammonium des eaux étudiées

D'après les résultats de l'analyse présentée, la concentration de l'ammonium oscille entre 0.02 à 0,06 mg/L qui sont des valeurs très faibles par rapport à la valeur maximale admissible en ammonium indiquée par la norme Algérienne qui est fixé à 0.5 mg/L comme teneur limite (**Tableau9**).

Donc ces eaux présentent une bonne qualité.

I.8. L'alcalinité:

Tableau10: l'alcalinité des eaux étudiées

Paramètre	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
titre alcalimétrique (TA) (mmol/l)	0	0	0	0
titre alcalimétrique complète(TAC) (mmol/l)	7.0	6.0	3.0	Non déterminé

Le TA est nul pour toutes les analyses. Comme cela a été dit précédemment le TA représente la quantité des bases fortes dans l'eau. Le pH des eaux analysées ne dépassant pas 8,2 c'est-à-dire un pH non basique, explique donc que ces dernières ne contiennent pas de bases fortes.

I.9. Dureté de l'eau TH :

La dureté d'une eau traduit sa teneur globale en ions calcium (Ca⁺) et magnésium (Mg⁺⁺) (Gomella, 2015).

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (RODIER J., 2009). Ce paramètre présente une grande variation qui serait liée à la nature lithologique de la formation aquifère (Ayad, 2016).

Tableau11: Dureté des eaux étudiées

	Unité	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Normes Algérienne
Titre Hydrotimétrique (TH)	mg/l	270	350	180	< 500

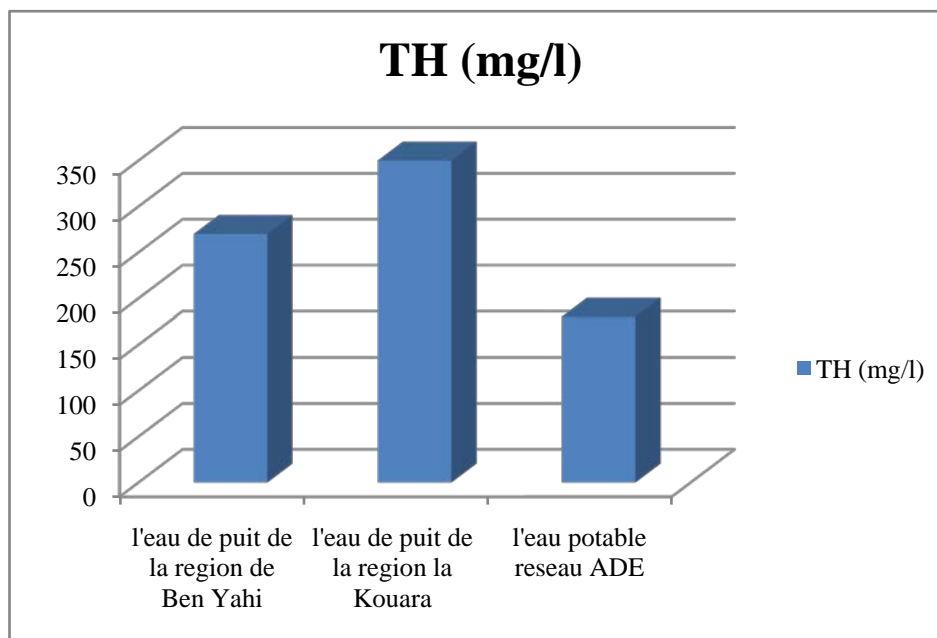


Figure19 : Variation de la dureté des eaux étudiées

D'après la figure, la dureté totale des échantillons ne dépasse pas 500 mg/l ; donc la qualité des eaux étudiées est eau douce.

Discussion générale :

En effet les résultats des paramètres physico-chimiques analysés de différentes sources d'eaux étudiés ne présentent aucun risque et révèlent de bonnes qualités physicochimiques selon les normes de potabilités.

II. Résultats des analyses bactériologiques :

Les paramètres microbiologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'alimentation en eau potable parce qu'ils peuvent avoir des effets directs sur la santé du consommateur.

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Pour cette raison, il est important de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs.

Les résultats des analyses bactériologiques sont présentés dans le **Tableau12**

Tableau 12: Résultats bactériologiques des différentes sources d'eau analysées.

Les échantillons les bactéries	Eau de puits région ben yahi	Eau de puits région kouara	Eau de robinet région ben yahi	Norme algérienne	Unité
Germes totaux à 22°C	12	150	< 1	100	UFC/100 ml
Coliformes totaux à 37°C	0	61	00	00	UFC/100 ml
Escherichia – coli à 44°C	00	00	00	00	UFC/100 ml
Streptocoques fécaux à 37°C	00	00	00	00	UFC/100 ml
Clostridium sulfito-réducteurs	00	00	00	00	UFC/20ml
Salmonella sp	00	00	00	00	UFC/100 ml

II.1. Les Germes totaux

Les germes totaux à 22°C sont des bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale) (El haissoufi *et al*, 2011; Caeq, 2011).

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique ; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne. La stabilité des dénombrements bactériens est donc un bon signe de protection.

Les résultats obtenus varient entre < 1UFC/100 ml ,12 UFC/100 ml à 22°C.

Ils restent toutes fois conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (≤ 100 UFC par ml à 22° C).

A l'exception les eaux de puits de la région de Kouara qui présente un nombre de 150 UFC/100 ml, cela montre que la ressource est mal protégée.



Figure 20 : Les résultats Germe totaux à 22°C.

(1 : eau de puits de la région Ben Yahia ; 2 :eau de puits de la région de Kouara ;
3 : eau de roubine de la région de Ben Yahia)

II.2. Coliformes totaux et fécaux:

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales. Les Coliformes totaux parmi lesquels E. coli, présentent approximativement 10% des micro-organismes

intestinaux humaines et animaux, sont considérées comme étant un organisme indicateur d'une contamination récente par des matières fécales (**Chevalier, 2003**). La réglementation algérienne exclue impérativement la présence des coliformes totaux et des coliformes fécaux dans 100 ml.

En ce qui concerne l'eau en objet, on constate l'absence des coliformes totaux dans l'eau du puits de la région de Ben Yahi et l'eau de robinet la région de Ben yahi témoignée par des colonies jaune-orangées dans les boites, ce qui signifie l'absence des Coliforme. Donc l'inexistence des coliformes fécaux, en particulier *E. coli*. Ceci montre que des échantillons d'eau sont conformes à la réglementation algérienne.

Par contre l'eau du puits de la région de kouara présente un nombre de 61 UF/100ml qui dépasse la norme algérienne.

Les coliformes totaux ne sont pas un signe de pollution, leur origine peut être environnementale (sol, végétation, eau). Leur présence n'indique pas nécessairement une pollution fécale (**Debabza,2005**).

Les coliformes fécaux sont absents dans l'eau du puits de la région de kouara. Cela confirme l'absence d'une pollution fécale et l'eau des différentes régions.

II.3. Les Streptocoques fécaux

Selon Rodier et al. (2005), la présence des *streptocoques fécaux* doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation.

Les analyses bactériologiques (le test présomptif –Rothe-) effectuées sur les échantillons d'eaux montrent l'absence totale des streptocoques fécaux dans tous les échantillons.

Ce qui confirme l'absence de la contamination fécale.

II.4. Les Clostridium sulfito- réducteurs

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

Les *Clostridium* sulfito- réducteurs sont aussi d'origine fécale, si elles se trouvent dans les matières fécales et elles peuvent également vivre et se multiplier dans les

milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l'autoépuration des sols vis-à-vis de l'eau.

Les résultats révèlent l'absence totale des colonies noires dans l'ensemble des tubes des échantillons d'eau analysés ce qui confirme l'absence total des CST.

Interprétations des résultats

Les résultats d'analyse bactériologique effectuée sur l'eau de puits région ben yahi, Eau de puits région Kouara et Eau de robinet région ben yahi montrent une charge microbienne pathogène nulle dans les eux de puits de la région de ben yahi ainsi l'eau de robinet de la région de ben yahi donc nous pouvons conclure que ces eaux sont de bonne qualité microbienne.

Par contre l'eau de puits de la région de kouara montre une charge élevée des germe coliforme totaux par rapport à la réglementation algérienne.

CONCLUSION

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau.

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels.

L'eau est l'élément naturel qui fait l'objet d'une surveillance attentive pour la prévention de la santé publique.

Le problème majeur de l'eau destinée à l'alimentation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire. Ce problème découlé de l'existence de microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites) transmissibles de nombreuses infections dangereuses chez l'homme.

Les résultats des analyses physicochimiques ont montré que les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont dans les intervalles des normes national et internationales retenues pour l'eau.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce modeste travail, nous pouvons conclure que l'eau distribué dans commune EL HASSIANE et l'eau de puits de la région de ben yahi est de très bonne qualité physico-chimique ainsi que bactériologique et dépourvue de tous les germes pathogènes. L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur.

En perspective, il sera intéressant de faire l'analyse de l'eau des puits dans d'autres région de la commune EL HASSIANE pour découvrir toute contamination des eaux souterraines puisque, ces eaux doivent être réservées surtout pour les besoins domestiques.

En outre, il sera évident de les protéger, et les traiter préalablement les eaux usées provenant de la ville de Ain Nouissy et Ben yahi avant leur déversement dans Oued, et les nouvelles unités industrielles doivent respecter les lois et les réglementations afin d'éviter toute dégradation du milieu naturel.

Références bibliographiques

A

Abibsi N , 2011 mémoire master Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoepuration) pour L'irrigation des espaces verts application á un quartier de la ville de Biskra 2011.

Anofel, 2014 Paludisme Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie. 6^{ème} édition, Format utile, p : 108-126.

Andriamiradis L, 2005. Mémento technique de l'eau, 2^{ème} édition, Degremont. P: 8.

Ayad w, 2016Thèse doctorat Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda) université Badji Mokhtar – Annaba p :19-20.

B

Baziz, 2008Mémoire de Magister Etude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la santé cas de la ville de BATNA p :79.

Belala,2006 Mémoire de Magister, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Eltorba de la wilaya de Bechare par filtration sur sable, Université Hassiba Benbouali des sciences et sciences de l'Ingénieur, Bechare (Algérie), 2006, p:128.

Bernard, 2007 Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar .llc

Boucenna,2009 Mémoire de Magister, Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Université de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), 2009, p:133.

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

C

CHAPMAN D, KIMSTACH V, 1996 : Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, p : 59-126.

Chelli,Djoughri et all2013 mémoire master Analyses des eaux de réseau de la ville de Bejaia et évaluation de leur pouvoir entartrant 2013Université A. MIRA – BEJAIA p :13

Chevalier, 2003 Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.

Coulais , 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Edition des ateliers.

D

Dahel Zanat, 2009 Mémoire de Magistère, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 2009, p: 69.

Debabza, 2005 Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), 2005.

Degremont , 1990. Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2eme édition: Copyright dégrement. P: 129

Degremont , 2005.Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3-38.

Dib , 2009. L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences del'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, 127p.

G

Guerd,Mesghouni ;2007, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, 2007, p:67

Grhmsm, (2011): https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf Consulté le 05/02/2019

Gomella, Cyrille (2015) : Dureté de l'eau. Encyclopædia Universalis

H

Hélène, 2000. Thèse d'Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL, l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Languedoc-Roussillon(France), 2000, p: 81.

Hamed, Guettache, Bouamer L., (2012). Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA (Bechar), Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Contrôle de qualité et d'Analyse, faculté des sciences et technologies, Département des sciences, Université de Bechar, 134p.

Henri, 2012. L'eau Potable, Édition réimprimée, 190 p

J

Jora, 2011. Journal Officiel de la République Algérienne Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, PP: 7-25.

F

Lelerc, et all 1977, Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, p: 94-96.

Lepeltier, 2005. Un bon état écologique des eaux.

Luna et kenneth, 1972. L'eau. Edition: Time-Life: 1. P: 9-39-110-115.

M

Maiga, 2005 Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali p77

Manceur,Djabellah et al 2016 Mémoire de Master, Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa Université Larbi Tébessi – Tébessa p12.

Margat, 1992 L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.

Monjou ;1997 Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière – Paris

Mouffok2008, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008, p: 5

N

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

O

OMS 2008 Rapport mondial sur le paludisme du 26 juin 2008. New York ; 2008

OMS 2004 : Directive de la qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.

OMS 1997 : Organisation mondiale de la santé directive de la qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition. Additif au Volume 1 – Recommandations. Genève, p : 48.

R

REJSEK F, (2002) : Analyse des eaux- Aspects réglementaires et techniques, biologie technique CRDP d'aquitaine p : 358.

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

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

T

Tourab,2013 Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.

V

Vilagines, 2000 . Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier, 2000, p: 5-164.

Vierling, 2003 Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris

Publication

- ENCYCLOPÉDIE MÉDICALE, 1997.

CRSTRA Journal Algérien des Régions Arides (JARA) No14 (2017) Les maladies à transmission hydrique en Algérie.

-**INSP2015**. Situation épidémiologique sur la base des cas déclarés à L'INSP. Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie.

-**Institut Scientifique de Santé Publique2016** Fièvre typhoïde et autres salmonelloses invasives 5 septembre 2018

Anonyme 1 www.septiemecontinent.com

Anonyme 2 <https://solidarites-sante.gouv.fr>

Anonyme et 3<https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-dysenterie>

Anonyme 4 <https://fr.wikipedia.org/wiki/Chol%C3%A9ra>

Anonyme 5 http://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_1174_typho_parathy.htm

Anonyme 6http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/schisto/fr/

Anonyme 7

https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf Consulté le 05/02/2019

ANNEXES

Annexe 1

Détermination du pH

Réactifs

Solution tampon, eau distillée, eau à analyser.

Matériels

Papier absorbant, pissette, bécher, appareil de mesure (Figure 3).

Mode opératoire

- Brancher l'appareil, installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- Etalonner l'appareil avec la solution tampon et par la suite rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser ;
- Remplir le bécher avec l'eau à analyser.
- Emerger l'électrode dans l'échantillon et appuyer sur la touche « pH », attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH affichés.

Annexe 2

Turbidité :

Réactifs et matériels

Eau à analyser, bécher, turbidimètre représenté sur la figure 05 et du papier absorbant.

Mode opératoire :

- Mettre en marche le turbidimètre;
- Agiter l'échantillon à analyser et remplir la cuve ;
- Essuyer la cuve avec du papier absorbant en le tenant par la partie supérieure avec le plus grand soin afin de ne pas laisser des traces dessus ;
- Introduire la cuve dans son emplacement dans l'appareil et fermer le couvercle ;
- Noter la valeur maximale affichée.

Annexe 3

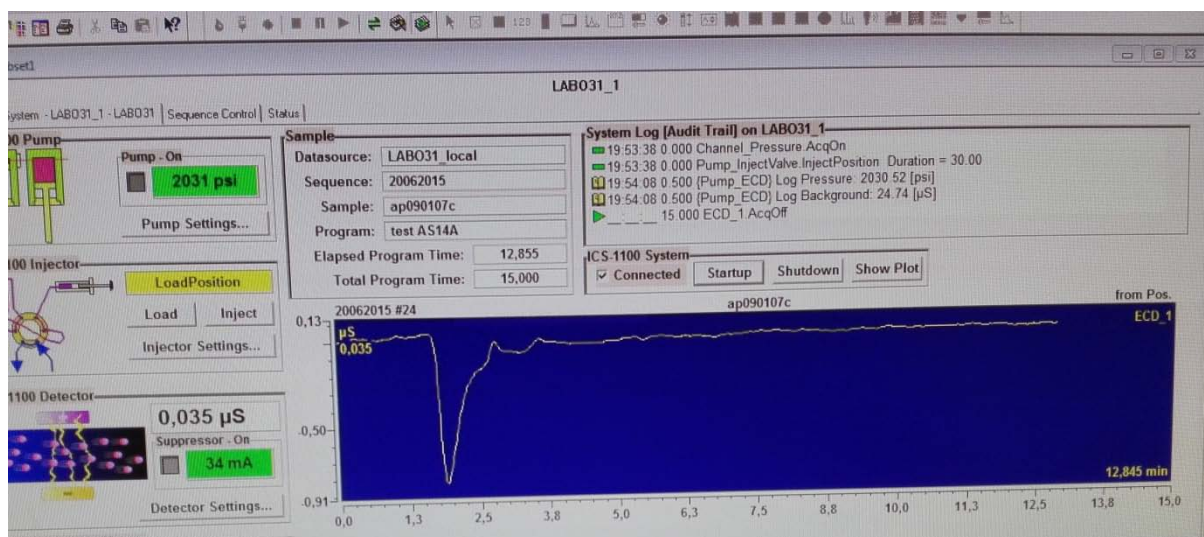
Détermination des chlorures (Cl⁻) et les nitrites :

Réactifs et matériels

Eau à analyser, bécher, Ion chromatographie IC1100 représenté sur la figure 06 et seringue

Mode opératoire :

- Mettre en marche le IC 1100 et laisser a stabilisé.
- Remplir la seringue avec 5 ml de l'échantillon à analyser ;
- injecter l'échantillon.
- . Lire le résultat.



Chromatographe de IC 1100

Annexe 4

Détermination de la dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

Réactifs

- Eau à analysé (échantillon) 100 ml ;
- solution ammoniacale tampon (NH₄OH) d'un pH de 10,1 ;
- Indicateur coloré NET (deux pincées) ;
- Solution EDTA à 0,02 N.

Mode opératoire

- Prendre 100 ml de l'eau à analyser ;
- Ajouter 1ml de la solution ammoniacale tampon.
- Une pincée de l'indicateur coloré NET de couleur mauve ;
- Titrer avec la solution d'EDTA à 0,02 N jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu front, on obtient le volume de l'EDTA (VEDTA).



Annexe 5

Détermination de l'alcalinité et alcalimétrie complet :

Réactifs

- 100 ml de l'échantillon (eau à analyser) ;
- indicateur coloré (phénolphaléine) pour le TA et méthylorange pour le TAC ;
- solution de l'HCl à 0,1 N.

Mode opératoire

- Dans un bécher, prendre 100 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter deux gouttes de phénolphaléine dans le cas de la détermination de TA et deux gouttes de méthylorange dans le cas de la détermination de TAC ;
- titrer jusqu'au point de virage, noter V HCl .

Composition des milieux de culture (Institut Pasteur 2003)

A. Composition des milieux de culture solide

Gélose PCA

Tryptone	5,00 g
Extrait autolytique de levure	2,50 g
Glucose	1,00 g
Agar agar bactériologique	12,0 g
pH	7,0 ± 0,2

Gélose Mc Conkey

Peptone	20,0 g
Lactose	10,0 g
Sel biliaires	1,5 g
Cristal violet	0,001 g
Rouge neutre	0,05 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar	15,0 g

Gélose VRBL

Peptone	7 g
Extrait de levure	3 g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5 g
Sel biliaire	1,5 g
Violet de cristal	0,002 g
Rouge neutre	0,03 g
Agar	15 g
pH	7,4

Gélose Chapman

Extrait de viande	3g
Extrait de levure	3g
Tryptone	5g
Peptone bactériologique	10g
Chlorure de sodium	70g
Mannitol	10g
Rouge de phenol	0,05g
Agar	18g
pH	7,4±0,1

Autoclaver 120°C pendant 15min

Gélose viande de foie

Peptone viande-foie	30,0 g
Glucose	2,0 g
Amidon soluble	2,0 g
Sulfite de sodium	2,5 g
Citrate de fer ammoniacal	0,5 g
Agar agar bactériologique	11,0 g
pH	7,6 ± 0,2

Gélose SS

Peptone pancréatique de viande	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Lactose	10,0 g
Sels biliaires	8,5 g
Citrate de sodium	10,0 g
Thiosulfate de sodium	8,5 g
Citrate ferrique ammoniacal	1,0 g
Rouge neutre	25,0 mg
Vert brillant	0,33 mg
Agar	15,0 g

B. Composition des milieux de cultures liquides

Bouillon de Rothe

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Phosphate mono potassique	2,7 g
Phosphate di potassique	2,7 g
Azide de sodium	0,2 g
pH	6,8 ± 0,2

ANNEXE: Table MAC CREDY

Nombre le plus probable et intervalle de confiance 3-3-3

Nombre de tubes donnant une réaction positive			N.P.P. dans 100 ml	Limites de confiance à 95 %	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml		Limite Inférieure	Limite supérieure
0	0	1	03	< 0,5	9
0	1	0	03	< 0,5	13
1	0	0	04	< 0,5	20
1	0	1	07	1	21
1	1	0	07	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	09	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1 300
3	3	1	460	71	2 400
3	3	2	1 100	150	4 800