

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID TLEMCEM



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de biologie

Laboratoire de microbiologie (LAMAABE)

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

Benseddik Kheira/ Derouiche Chahinaz

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Biologie, Option : Microbiologie et contrôle de la qualité

Intitulé du Thème :

**Analyse physicochimique et bactériologique des eaux de
bâches de certaines cités universitaires à la wilaya de
Tlemcen**

Soutenu le : 08/ 07/2020

Devant le jury composé de :

Président : Mme BENSALAH Fatima (MCB)

Examinatrice : Mme *Tabti Nassima* (MCB)

Promotrice : Mme BRAHIMI KHOLKHALWahiba (MCB)

Année Universitaire : 2019-2020



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ





En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette année universitaire malgré la pandémie de Covid 19.

Nous adressons nos sincères remerciements, à tous nos enseignants, et en particulier Encadreur de ce mémoire Madame BrahimiKholkhal Wahiba pour ses précieux conseils, et sa disponibilité, qui est toujours montrés à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par Leurs propositions.

Nous tenons à remercier Mme Ben salah Fatima (MCB), D'avoir accepté de présider le jury. Nous remercions Mme Tabti Nassima (MCB) qui nous a honoré pour examiner notre travail

Merci à tous ceux qui ont participé de loin ou de près a l'élaboration de ce travail.

Je remercie le Directeur et le personnel de laboratoire nommé laboratoire ADE Tlemcen facilité mon thème qui m'ont vraiment aidées à faire des analyses et avoir des information et des données m'ayant permis de poursuivre l'objet essentiel des analyses relatives à la conception de mon mémoire et mettre à ma disposition le laboratoire



Je rends mes profondes gratitudees à ALLAH qui m'a aidé à réaliser ce modeste travail.

À MES CHERS PARENTS Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

A mon ange Alea Ikhlas et son père.

A mes très chères ma grand mère grand père, tantes, oncles, cousines, cousins.

A tous mes amis.

A mon binôme CHAHINAZ ainsi que toute sa famille.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

KEIRA



A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager, et me conseiller.

A mes chers parents et ma grand-mère pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse et leurs prières tout au long de mes études.

Mon frère Walid et ma sœur Samira

A ma famille (tantes et oncles, cousins et cousines)

En témoignage de l'amour et l'affection qui me lient.

A madame KHOLKHAL

A ma chère AHLEM

A mon binôme KHEIRA

A ma cousine MINA

A tous mes professeurs

A tous mes amis...

CHAHINAZ

Titre Page

Introduction **1**

Chapitre I: Généralité sur l'eau

I-1 Définition de l'eau.....	4
I-1.1 Les principales ressources en eaux.....	4
I.3. La potabilité de l'eau.....	4
I.3.2. Les différents types d'eaux de consommation.....	5
I -2-2 les eaux du robinet	5
I-3 l'eau embouteillés.....	5
I.4. Les caractéristiques d'eau potable.....	5
I .4.1. Les paramètres organoleptiques.....	6
I.4.2 Les paramètres physicochimiques.....	6
I-4.3 Les paramètres microbiologiques.....	7
I-5. La pollution d'eaux	8
I-5.1 Les différentes sources de la pollution d'eau	9
I-5.2 Les conséquences de la pollution.....	9
I.5.4. La lutte contre la pollution.....	10
I.6. Procédés de potabilisation de l'eau.....	10
I.6.1. processus de traitement de l'eau potable.....	11
I.6.3.1. traitement physique.....	12
I.6.2 le traitement physico-chimique.....	13
I.6.3.. Traitement chimique.....	14

Chapitre II: Les bactéries contaminatrices des eaux.

I-1 Germe Totaux.....	15
I-2 Les coliformes totaux.....	15
I-3 Les coliformes fécaux	15
4 Escherichia coli.....	16
5- Les streptocoques fécaux.....	16
5- Clostridium Sulfito-Réducteurs	17
6- Staphylococcus aureus	17
II- Les maladies à transmission hydrique.....	17
1-1 Maladie d'origine bactérienne	18
1-2 Fièvre typhoïde et paratyphoïde	18
1-3 Choléra	19
1-4 Dysenterie bacillaire (Shigellose).....	20
1-5 Gastro-entérites aiguës et diarrhées	20
2/ Maladie d'origine virale	20
2-1 Hépatite A	20
2-2 Hépatite E.....	22
2-3 Poliomyélite.....	21
2-4 Maladie d'origine Parasitaire	21
2-5 Amibiase	21
3- Qualité de l'eau	22

Chapitre III : matériels et méthodes

1 Présentation de laboratoire d'analyse.....	24
-2 Méthodologie d'analyse.....	26
3 Analyses physique -chimique.....	27

3Analyses microbiologique	29
4: Résultat et discussion	34
5IIinterprétationdes résultats et discussion.....	36
<i>Conclusion</i>	44
<i>Annexe</i>	45
<i>Références bibliographiques</i>	48
<i>Résumé</i>	52

Liste des abréviations

ADE : Algériennes Des Eaux.

ASR : Les Anaérobies Sulfito- Réducteurs.

BCPL : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol

CF:Coliformefécaux.

CIP: Cleaning –in-place.

DPD : Diméthyle-p-phénylènediamine

EDTA : Éthyle Diamine Tétracétique

EPA : EauPeptonée Alcaline

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline Biliée.

ISO : International Standardisation Organisation.

JORDP : Journal Officiel de la République Algérien Démocratique et Populaire.

MES : Matière En Suspension

MTH : Maladies à Transmission Hydrique

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrie

OMS : Organisation Mondial de Santé

UFT : Unités Formant Trouble

UTN : Unités de Turbidité Néphalométriques.

$\mu\text{S/cm}$: Micro Siemens par Centimètre

SF : lesstreptocoques fécaux.

PCA: Plate Count Agar(gélose).

Liste des Figures

<i>Figure n°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
01	Les principales étapes de prétraitement	26
02	Le décanteur	27
03	Processus de filtration sur support	28
04	Coliformes totaux	32
05	Coliformes fécaux	32
06	Escherichia-coli sous microscope électronique à G X 1000 (Denis F et al, 2000)	33
07	Photo des streptocoques sp sous microscope x G1000.	34
08	Photographie de Clostridium perfringens observée au microscope optique G×1000 (POURCHER, 2007)	45
09	cité universitaire	45
10	Bâche d'eau	
11	Algériennes Des Eaux Tlemcen.	
12	Appareil de mesure de la température, pH, salinité et conductivité.	51
13	le turbidimètre.	52
14	spectrophotomètre UV visible.	
15	. la rampe à filtration	
16	Incubateurs	
17	des colonies jaunes orangés des coliformes.	54
18	des colonies rouges des streptocoques fécaux	55
19	des colonies des bactéries revivifiables.	56
20	des colonies noires des clostridium perfringens	59
21	Résultats de température des échantillonnées.	60
22	Résultats du PH des échantillonnées.	
23	Résultats du salinité des échantillonnées.	60
24	Résultats de la conductivité des échantillonnées.	61
25	Résultats de la turbidité des échantillonnées.	62
26	Résultats d'Ammonium prélevées sur les échantillons étudiés (mg/l)	62
27	Résultats de nitrite prélevé sur les échantillons étudiés	63

Liste des tableaux

<i>Tableaux n°</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>01</i>	Les principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes	<i>37</i>
<i>02</i>	Paramètres physicochimiques selon OMS et journal algérien.	<i>41</i>
<i>03</i>	Facteurs microbiologiques selon OMS et journal algérien.	<i>42</i>
<i>04</i>	Facteurs toxiques selon OMS et journal algérien.	<i>43</i>
<i>05</i>	Résultats des analyses bactériologiques de l'eau de bâche des cités.	<i>58</i>
<i>06</i>	Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de bâche des cités.	<i>64</i>



Introduction :

La vie sur terre est possible grâce à l'existence de certaines ressources vitales dont l'eau, denrée de grande importance pour les êtres vivants (HOUSSOU, 2010). L'eau est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport.

Ses usages sont donc multiples mais, s'agissant de santé humaine, ils sont dominés par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie et l'artisanat, les loisirs aquatiques et surtout, la fourniture collective ou individuelle d'eau potable. **(FESTY et al, 2003)**

L'un des éléments qui affecte la santé est l'eau polluée, de mauvaise qualité qui constitue l'une des causes des maladies altérant la santé de l'homme, donc elle est également source de part sa dégradation et sa mauvaise gestion **(BABADJIDE, 2001)**.

Aujourd'hui, la qualité de l'eau constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. C'est pourquoi, il est nécessaire de traiter et de l'économiser **(TRICARD et al, 2003)**.

L'eau de distribution doit répondre aux exigences de qualité. Ainsi, elle ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ni aucune substance constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ; elle doit également être conforme vis-à-vis d'un ensemble de normes de potabilité **(AMGHAR, 2016)**.

L'analyse bactériologique est donc une action obligatoire de l'asepsie sanitaire, car il permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau.

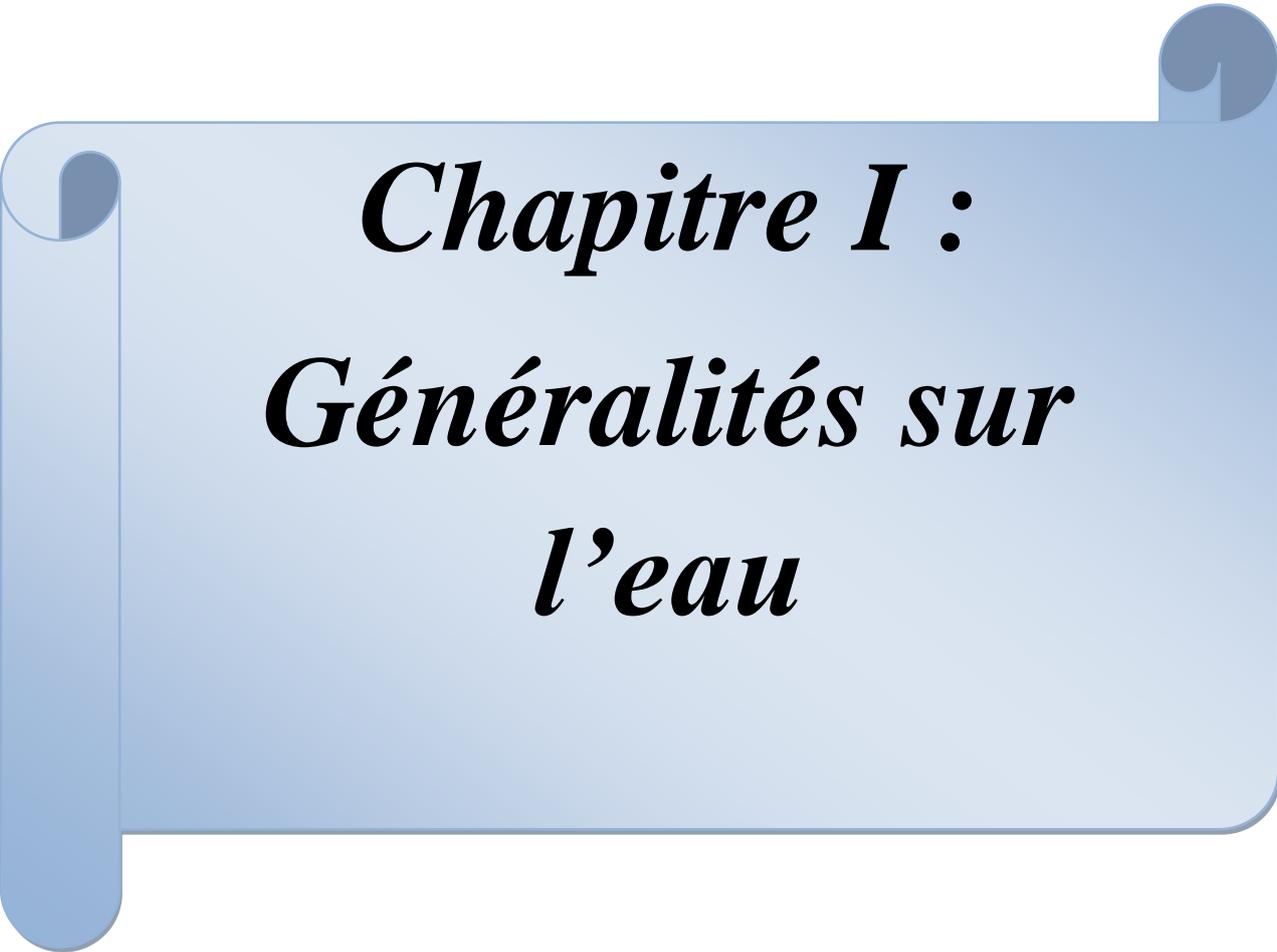
L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses bactériologiques pour évaluer la qualité de l'eau distribuée au niveau des cités universitaires.

Cette étude est subdivisée en deux parties, une partie bibliographique ; dans laquelle un ensemble de données et d'informations concernant notre thème ont été collectés. Cette partie est partagée entre deux chapitres comme suit :

-
- ❖ *Le premier chapitre* est un rappelle sur l'eau d'une façon générale avec des notions sur la pollution des eaux et les processus de traitement de l'eau potable
 - ❖ *Le deuxième chapitre* présente les Bactériescontaminatrice de l'eau et les maladies à transmission hydrique

La deuxième partie ; est consacrée à la méthodologie adoptée pour réaliser la partie expérimentale ; Le troisième chapitre réservé aux matériels et méthodes d'analyse physicochimique et bactériologique, tandis que le dernier chapitre est réservé aux résultats et discussion.

Enfin, notre travail se terminera par une conclusion générale.



Chapitre I :
Généralités sur
l'eau

I.1. Définition de l'eau

C'est un liquide incolore et inodore, sans saveur de pH neutre et transparent quand il est pur (**PERRY, 1984**).

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour à usages multiples (domestiques, industriels et agricoles). Sa qualité est un facteur influençant l'état de santé et la mortalité à la fois chez l'homme et les animaux (**KAZI et al, 2009**).

L'eau potable se doit approuvée à l'ensemble des conditions sanitaires et doit être conforme aux normes de potabilité. Depuis la source naturelle via l'usine de potabilisation et le réseau de distribution jusqu'au robinet. Elle ne contient pas des germes pathogènes (pouvant nuire à la santé), de composés chimiques dangereux, ni de substances radioactives (**NMER, 2015**).

I.2. Les principales ressources en eaux

En Algérie, les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigue et l'industrie (**HARRAT et ACHOUR, 2010**).

I.2.1. Les eaux souterraines

La plupart des eaux souterraines ont une origine météorique, c'est-à-dire proviennent des précipitations (pluie, neige) et de leur infiltration dans le sous-sol. Dans les aquifères de grande taille, l'eau peut provenir de périodes où le climat était différent et peut donc servir d'indicateur de paléoclimat (**François, 2002**).

Elles sont souvent bonnes eaux pour une consommation sans traitement (**SDE, 2005**).

I.2.2. Les eaux de surface

Les eaux de surface (rivières, lacs, barrages, etc.) sont très largement utilisées aujourd'hui, car ce sont les seuls capables de fournir des quantités considérables pour des consommations diverses. Mais elles sont inévitablement sujettes à

contamination par des eaux ruissellement et des eaux résiduares. Elles peuvent véhiculer des microorganismes et des polluants chimiques, d'où la nécessité d'un traitement adapté avant leur utilisation (une décantation, une filtration, un affinage, une désinfection) (FESTY et al.,2003).

I.3. La potabilité de l'eau

I.3.1. Définition

La notion de la potabilité est liée directement à l'alimentation humaine, agréable à consommer, et qui n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé (OIL, 1998).

I.3.2. Les différent type d'eaux de consommation

I.3.2.1 Eaux du robinet

C'est une eau destinée à la consommation humaine. Cette eau distribuée par un réseau public, doit être conforme à des normes de potabilité définies par la réglementation de l'état.

L'eau du robinet est d'abord pompée dans les réservoirs naturels (sources, nappes phréatique, barrages), pour un usage destinée à la boisson, usage domestique, hospitalier et l'industrie agroalimentaire...etc. (HARTEMANN et al, 2003).

I.3.2.2. Eaux embouteillées

C'est une eau minérale naturelle qui se distingue nettement de l'eau de boisson ordinaire (FAO/OMS, 2007),et qui doit être répondre à des critères définis par la réglementation du fait que :

- elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter toute pollution ou influence extérieure sur les propriétés physiques et chimiques de l'eau minérale naturelle.
- elle est conditionnée à proximité de l'émergence de la source avec des précautions d'hygiènes particulières.

-
- elle est caractérisée par sa teneur en certains sels minéraux, les proportions relatives de ces sels et la présence d'oligo-éléments ou d'autres constituants.
 - elle est constante dans sa composition et stable dans son débit et sa température, compte dument tenu des cycles de fluctuations naturelles mineures.

I.4. Les caractéristiques d'eau potable

L'usage de l'eau à des fins alimentaires nécessite une bonne qualité physico-chimique et microbiologique, l'eau potable doit être dépourvue d'organismes pathogènes pouvant causer des maladies hydriques. Voici les principaux paramètres qui définissent la qualité de l'eau potable :

I.4.1. Les paramètres organoleptiques

Ce sont les propriétés de l'eau (la couleur, l'odeur et la saveur), qui peuvent être observées et appréciées par les organes sensoriels. L'eau potable ne présente pas une couleur désagréable et ne dégage pas d'odeur, elle a une belle apparence et un bon goût. Ce sont des paramètres de confort et ne pas liés à des risques sanitaires (ÔMÜR, 2004).

I.4.2. Les paramètres physico-chimiques

I.4.2.1 Paramètres physiques

a) Température

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. Et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (Rodier, 1984).

En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est : excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C, passable Lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre Lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C.

b) la conductivité électrique

Selon **Rodier (2009)**, La conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. Elle est exprimée en micro-Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{Cm}$) (**AFNOR, 2001**).

c) La turbidité

La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières colloïdales, insolubles, d'origine minérale ou organique. Des particules en suspension existent naturellement dans l'eau, comme le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques (**DIAYE et al, 2013**). La turbidité est représentative par la transparence d'une eau, cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension. L'unité de mesure est NTU (unités de turbidité néphélo-métriques) (**Maréchal et al, 2001**).

I.4.2.2 Paramètres chimiques

a) pH

Le pH (potentiel d'hydrogène) de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (**HIMMI et al, 2003**).

Les normes édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau recommandent un pH situé entre 6,5 et 8,5 (**OMS, 2003**).

b) L'oxygène dissous

Étant l'un des plus importants indicateurs sur le degré de la pollution des eaux, l'oxygène dissous mesure la concentration de dioxygène dissous dans l'eau et il est exprimé en mg/L ou en pourcentage de saturation. Il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatiques (**GHAZALI et ZAID, 2013**).

c) chlore

C'est un désinfectant utilisé lors de traitement de la potabilisation de l'eau afin de tuer ou d'éliminer les organismes pouvant nuire à la santé. Il affecte le goût et l'odeur de l'eau, le chlore doit être utilisé à des doses respectées pour ne pas être toxique pour l'homme.

d) Chlorure

Les chlorures sont des anions inorganiques important contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (Na Cl) et de potassium (K Cl). Selon les normes locales de la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500mg/L dans les eaux de consommation (**KAHOUL et TOUHAMI, 2014**).

1.4.3. Les paramètres concernant les substances indésirables ou toxiques

a) nitrate

Les nitrates(NO_3^-) sont le produit de l'oxydation de l'azote par les microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau. Les sources de nitrate dans l'eau (en particuliers les eaux souterraines) comprennent les matières animales et végétales en décomposition, les engrais agricoles, le fumier, les eaux usées domestiques etc. (**KAHOUL et TOUHAMI, 2014**). Les nitrates peuvent être à l'origine de la formation de nitrites et de nitrosamines, responsables de deux phénomènes potentiellement pathologiques : la méthémoglobinémie et un risque de cancer.

D'après la réglementation algériennes (**JORA, 2011**), il est recommandé pour le cas des nitrates, une valeur maximale de 50mg/L dans une eau destinée à la consommation.

b) Nitrites

Les nitrites sont comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles d'azote nitreux).

Une concentration supérieure à 0,10mg/L ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde (**GHAZALI et ZAID, 2013**).

c) Phosphates

Provenant des lessives et des engrais (**PAYMENT, 2003**). Ils représentent la principale cause de l'altération des qualités physiques et chimiques de l'eau, d'où la diminution d'oxygène dissous et l'empoisonnement des poissons (**BANGARNIA, 2016**).

d) Les métaux lourds

Ce sont d'origine industrielle ou artisanale, accumulables en certains fluviaux ou littoraux et concentré par la flore et la faune aquatique (poissons, coquillages), et à l'origine véritables intoxications humaines (**TRICARD, 2003**).

Les principaux d'entre eux sont : cadmium, cuivre, plomb, zinc,...etc.

I.4.4. Les paramètres microbiologiques

Dans le domaine de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, les analyses bactériologiques concernant souvent, non pas des microorganismes pathogènes, mais des germes jouant un rôle d'indicateurs sans que leur présence constitue nécessairement un risque en soi pour la santé publique (**Rodier, 2009**).

Selon l'organisation mondiale de la santé, les indicateurs microbiens sont divisés en trois groupes :

- ✓ Les indicateurs de contamination fécale : les coliformes fécaux, E. coli.
- ✓ Les indicateurs d'efficacité de traitement : les bactéries hétérotrophes totales, coliformes totaux.

I.5. La pollution de l'eau

I.5.1. Définition

La pollution des eaux, est définie comme étant une dégradation physique, chimique ou biologique provoquée par l'activité humaine, perturbe les conditions de vie et les équilibres aquatique compromettant ainsi les utilisations multiples. Cependant la qualité des eaux de surface est influencée aussi bien par des processus naturels (érosion des sols, précipitation, évaporation) que par l'activité humaine (l'agriculture, eaux usées urbaines et industrielles) (**STROBL et Robillard, 2008**).

I.5.2. Les différentes sources de la pollution d'eau

Les différentes sources de pollution des eaux peuvent être d'origine :

a) Naturel

Implique par exemple, les précipitations qui entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol, ainsi les ressorts des poissons, les suif tènements de pétrole ...etc. (**GAAMOUNE, 2010**). Cette origine concerne aussi un

phénomène tel que la pluie, lorsque l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds (DEKHIL, 2012).

b) Domestique

Elle résulte par les rejets qui proviennent des activités quotidiennes de l'homme : excréments, bains, préparation des aliments, vaisselle et lessive.

Les eaux usées domestiques sont divisées en : eaux ménagères, et en eaux de vannes. A cause de ces activités, l'homme rejette une part des pollutions biologiques, fécales et urinaires. L'urine se rapporte par le K, Cl et Na, et surtout, les matières organiques (la créatinine, l'acide urique, l'urée,...etc.) (Gisèle, 2007).

c) Industriel

Cette pollution concerne les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique et par des produits chimiques (hydrocarbures, métaux lourds...), ainsi les effluents chargés en éléments toxiques, de quelque entreprise (galvanisation, transformation des métaux, raffinerie (KHALFOUI et al, 2012).

En effet, les activités de stockage de ferraille et de construction métalliques sont les principales causes de pollution industrielle, représenté par la présence des éléments toxiques (fer, plomb, nickel,...).

d) Agricole

Caractérisé surtout par, les eaux surchargées par les produits qui provient de l'épandage (engrais, pesticides...). Elle est influencée par les pratiques de cultures (l'irrigation, traitement des plantes, produits chimiques, utilisation massive des engrais,...etc.) de l'élevage intensif des porcs, bovins et volailles (Kevin, 2012).

I.5.3. Les conséquences de la pollution

Les conséquences de la pollution peuvent être divisées en trois classes principales.

a) Conséquences écologiques

Les conséquences écologiques de la pollution des eaux se traduisent par la dégradation des milieux aquatiques (AMGHAR et TESSADIT, 2017).

Naturellement, un écosystème a des capacités d'autoépuration par l'action directe de l'oxygène (aération) et par l'action d'organismes aérobies (oxydation) et anaérobies (réduction). L'écosystème est ainsi capable de transformer et d'éliminer (en partie ou en totalité) les substances biodégradables qu'il reçoit, le maintien de l'équilibre de l'écosystème ainsi que de sa qualité des eaux est alors effectif (**CHARENTE, 2015**).

Un déséquilibre peut être observé lorsque la quantité de substances plus ou moins toxiques reçue est supérieure aux capacités auto-épuratoires de l'écosystème. L'élimination des polluants n'est alors plus aussi efficace et ceux-ci tendent à s'accumuler dans le milieu pouvant alors devenir toxiques pour les espèces.

b) Conséquences sanitaires

La qualité de l'eau a un impact sur la santé de l'homme. En effet, les eaux usées sont le réservoir du transport et la multiplication de certains agents pathogènes.

L'homme est exposé aux maladies hydriques dues à la pollution biologique, représentée par les pollutions bactériennes, zoo-parasitaires, virales ; (**Gisèle, 2007**).

c) Conséquences industriels

Les industries sont les gros consommateurs d'eau (**AMGHAR et TASSADIT, 2017**). Les circuits de refroidissement, certaines industries chimiques et textiles, les conserveries alimentaires, demandent de l'eau non polluée.

I.5.4. La lutte contre la pollution

Pour tout problème de pollution, des recommandations peuvent être apportées (**LAMRIBAH et al**) telles que :

- Équipement total de la ville par le réseau d'assainissement liquide et achever la réalisation de la station de traitement.
- ✓ Généraliser l'accès à l'eau potable dans les secteurs étudiés.
- ✓ Interdire les rejets des eaux usées domestiques et industrielles de façon anarchique à l'air libre et dans la rivière de la ville.

-
- ✓ Utiliser avec modération les engrais dans les zones agricoles.
 - ✓ Surveiller régulièrement la qualité des eaux souterraines par des prélèvements périodiques.

I.6. Procédés de potabilisation de l'eau

I.6.1. définition

La production d'eau potable peut être définie comme la manipulation d'une source d'eau pour obtenir une qualité de l'eau qui satisfait à des buts spécifiés ou des normes érigées par la communauté au travers de ses agences régulatrices (**HARRAT et ACHOUR, 2011**).

Le traitement de l'eau brute, dépend de sa qualité qui liée à son origine, les eaux traitées sont principalement, des eaux de surface et des eaux souterraines.

I.6.2. l'objectif de traitement

L'objectif pour toute eau sortant d'une station de traitement sera d'être voisin de l'équilibre c'est-à-dire non agressif, mais juste très légèrement entartrant. (**DEGREMENT, 2005**).

I.6.3. processus de traitement de l'eau potable

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leur traitement proprement dit, un prétraitement, que l'on complète par l'application des opérations de traitement physiques (techniques séparatives) et chimiques (oxydation, désinfection), ou biologiques, afin de débarrasser l'eau de toutes les matières en suspension et colloïdales, et les substances dissoutes indésirables (**JARID et AMZIL, 2012**).

I.6.3.1. traitement physique

Prétraitement

Une eau avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension, constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Pour cela, la réalisation des prétraitements des eaux brutes est un procédé primordial dans le traitement de l'eau potable. (Ricardo, 2007).

Les prétraitements concernent principalement deux étapes :

- Le dégrillage
- Le tamisage

Le dégrillage : l'eau est d'abord filtrée à travers une grille afin d'éliminer les plus gros objets et déchets : morceaux de bois, etc.

Le tamisage : permet de retenir les plus petits déchets grâce à des tamis à mailles fines.

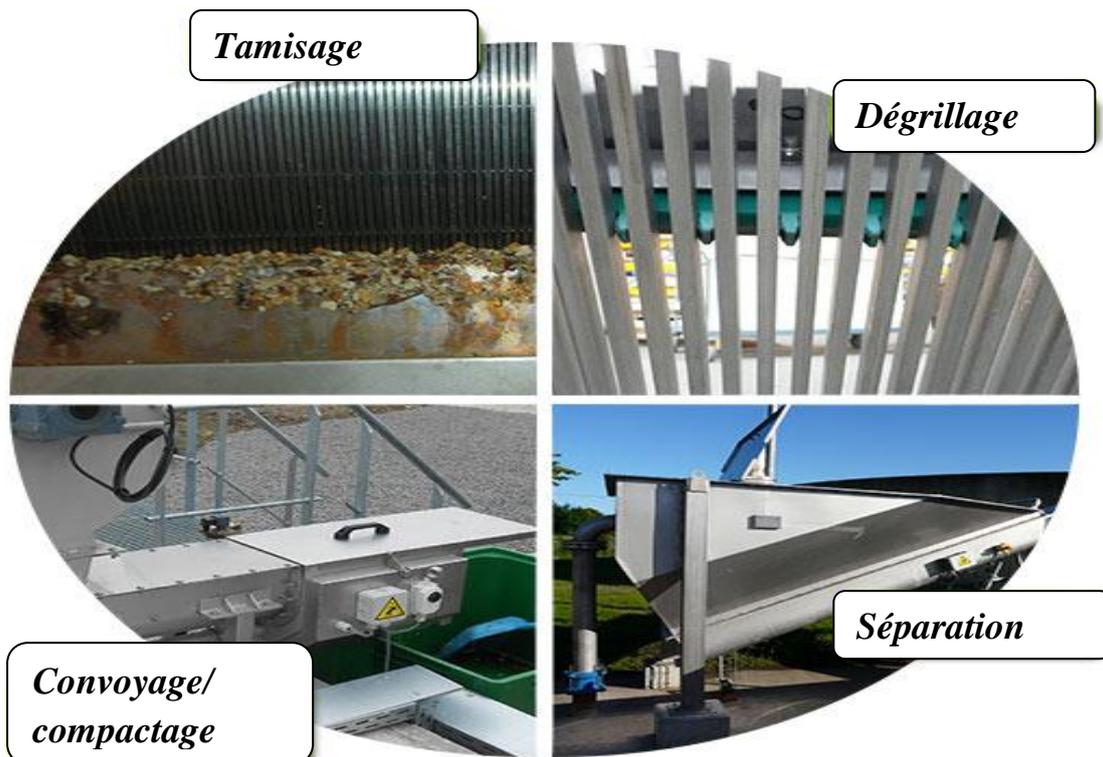


Figure01 : les principales étapes de prétraitement de l'eau

I.6.3.2. le traitement physico-chimique

❖ Pré-oxydation

C'est un procédé chimique, qui utilise le chlore (hypochlorite de sodium), le dioxyde de chlore, l'ozone ou le permanganate de potassium. Il est pour but d'éliminer le fer, le manganèse, et la couleur, les algues (essentiellement pour les eaux superficielles) (CRE, 2005).

❖ Clarification

C'est une opération indispensable dans le traitement, qui consiste à éliminer les matières en suspension (sable, limon) et les matières organiques dissoutes pour obtenir une eau limpide (DEGREMENT, 2005).

La clarification peut être effectuée par les procédés suivant :

a) Coagulation et floculation

C'est un procédé de traitement physicochimique qui consiste à débarrasser l'eau des particules colloïdales, est utilisé pour les traitements de potabilisation de l'eau ou pour le traitement d'épuration des eaux usées.

La coagulation : elle consiste à ajouter des agents coagulants qui sont des substances chimiques (sels de fer et d'aluminium), capable d'annuler la force répulsive électrostatique qui existent entre les particules. Ces derniers, sont déstabilisés, les matières colloïdales sont soumises aux mécanismes d'adsorption ou d'agrégation c'est-à-dire elles sont retenues à la surface d'autres molécules ou s'agglomèrent entre elles (CRE, 2005).

La floculation : elle complète l'action de la coagulation. L'ajout de flocculant (sont généralement de nature minérale : silice, bentonite) provoque l'agglomération des particules coagulées et la formation du floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau, ce qui facilite la décantation. (livre)

Il est important que les deux procédés sont utilisés correctement car la production d'un floc trop léger ou petit entraîne une décantation insuffisante et par la suite le colmatage des filtres par une grande quantité de particules de floc.

b) La décantation

C'est un procédé physique qui intervient après la coagulation/floculation pour but d'éliminer les floccs. C'est la méthode de séparation la plus fréquente de

matière en suspension et des colloïdes, cet opération s'effectue par sédimentation, elle se fait dans 4 bassins rectangulaires à raclage des boues.



Figure02: le décanteur.

c) La filtration

C'est un procédé de séparation solide/liquide, qui utilise le passage à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les particules en suspension, dans l'eau brute ou l'eau prétraitée (floculée et décantée) (**HARRAT et ACHOUR, 2011**).

Les filtres sont constitués généralement des éléments granulométrie décroissante (gravier, sable, charbon actif).

La filtration destinée aussi à clarifier un liquide par l'élimination des particules plus fines qui sont responsable de la couleur, la turbidité, les odeurs et du gout de l'eau. La filtration élimine aussi la plupart des micro-organismes (environ 99% retenus par le filtre).livre



Figure03 : processus de filtration sur support.

1.6.3.3. Traitement chimique

❖ La désinfection

C'est un processus essentiel et constitue l'étape finale de traitement, elle a pour but de tuer et inactiver les germes pathogènes qui n'auraient pas éliminés par les opérations précédentes et qui peuvent causer des maladies infectieuses (BOUCHEMAL et HAMMOUDI, 2016).

La désinfection peut être effectuée par des moyens physiques ou chimiques :

Physique : sont des procédés coûteux et ne sont pas employés pour la désinfection de grands volumes d'eau comme les rayonnements Ultra-violet, les rayons Gamma, Ultrason et la filtration sur membrane.

Chimique : consiste à ajouter à l'eau un produit bactéricide généralement des substances oxydantes dont le principe est une réaction chimique d'oxydoréduction. Les oxydants utilisés sont l'ozone, oxydant chloré (produit chloré), le chlore et ses dérivés (monochloramine, dioxyde de chlore).

Les avantages de l'utilisation de chlore sont les suivants (livre) :

- ✓ Sa grande disponibilité.
- ✓ Son faible coût.
- ✓ Sa bonne solubilité dans l'eau.
- ✓ Sa toxicité à l'égard des micro-organismes.
- ✓ Sa stabilité permettant une bonne concentration résiduelle sur une longue période.
- ✓ Le chlore peut être utilisé sous forme gazeuse ou sous forme liquide (eau de javel).

❖ Stockage de l'eau

Finalelement, l'eau propre à la consommation humaine doit être stockée dans des réservoirs afin de satisfaire la demande en eau potable des abonnés (**HAMMOUDI, 2016**).

Un réservoir de stockage est un moyen pour mettre l'eau sous pression, caractérisé par une capacité de 3000 m³, a été créé sur la station de traitement en forme de bache enterrée.

Des contrôles sanitaires de l'eau potable sont à nouveau effectués dans ces zones de stockage afin de s'assurer de la qualité de l'eau qui arrive aux abonnés.

Chapitre II :
***Les bactéries contaminatrices
des eaux***

II. 1.Introduction :

Les micro-organismes qui peuplent les eaux douces, jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement biogéochimique des écosystèmes aquatiques mais d'autres ne prennent pas part à ce fonctionnement et ne font qu'être véhiculés

Par l'eau des rivières. Ces derniers proviennent essentiellement du tube digestif des hommes et des animaux. C'est de ces micro-organismes « fécaux » qu'il sera question ici. La majorité d'entre eux sont inoffensifs ; ils ne font que témoigner de l'existence d'une contamination des eaux par des excréments humains ou animaux (**Pierre Servais 2009**).

Parmi les bactéries pathogènes qui peuvent survivre ou se multiplier dans l'eau, on trouve :

- ***Germes totaux.***
- **Les coliformes totaux.**
- ***Coliformes thermo tolérants (ou fécaux).***
- **Escherichia coli.**
- **Staphylocoques aureus.**

➤ Germes totaux :

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies et aéro-anaérobie facultatifs, capables de former des colonies de taille et de formes différentes dans un milieu de culture nutritif gélosé après incubation à 30°C pendant 72h(**TOURAB, 2013**).

➤ Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont des indicateurs d'une contamination fécale. Ils sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives Gram négatif, non sporulés ,ils sont capables de croître en présence de sels biliaires .Les coliformes totaux possèdent la β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35° C afin de produire des colonies rouges sur un milieu gélosé(**H.OUAHRANI**)

Les coliformes totaux croissent en aérobiose à 37°C en milieu liquide bilié lactosé au vert brillant en produisant d'acide et de gaz en 48h. (**Instituts nationale de santé publique Québec 2013**).



Figure 04 : Coliformes totaux

➤ **Coliformes thermo tolérants (ou fécaux) :**

Les coliformes thermo tolérants forment un sous-groupe des CT capables de se développer à 44 °C pendant 24 heures. Les CF sont considérés comme plus appropriés comme indicateurs de contamination fécale que les CT. Ce groupe est majoritairement constitué d'Escherichia coli mais comprend aussi des Klebsiellas, des Entérobactérie et des Citrobacter. (**Mohamed Ben Ali, 2014**).



Figure 05: Coliformes fécaux

➤ **Escherichia coli :**

Escherichia coli fait partie du groupe des bactéries coliformes, lequel fait partie de la famille des entérobactéries. Il s'agit d'une bactérie anaérobie facultative, à Gram négatif, non sporulée, en forme de bâtonnet. La grande majorité des isolats d'E. Coli d'origine hydrique se sont révélés capables de produire l'enzyme β -D-glucuronidase n(FRICKER et COLL, 2010).

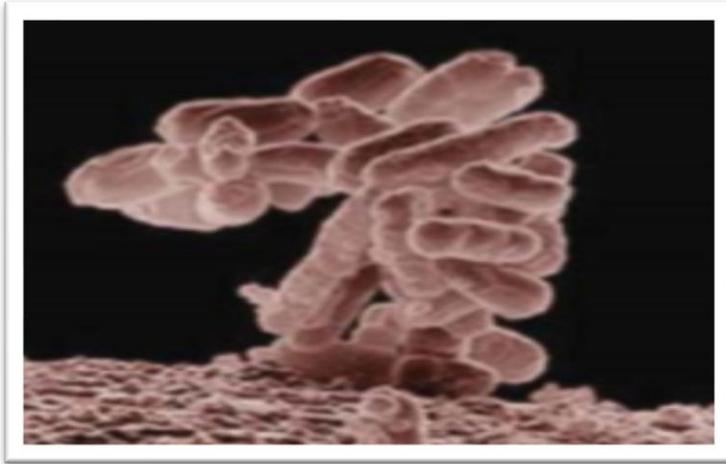


Figure06 : Escherichia-coli sous microscope électronique à G X 1000 (Denis F Et al, 2000).

La bactérie E. coli sert principalement **d'indicateur de contamination fécale** pendant la surveillance pour vérifier la qualité microbiologique de l'eau potable. Leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes. Bien que la plupart de ces bactéries ne soit pas pathogènes mais elles peuvent présenter des risques pour la santé, ainsi pour que la qualité de l'eau, provoquant des odeurs et saveurs désagréables (FNS, 2013).

➤ **Les streptocoques fécaux :**

Les Streptocoques fécaux appartiennent à la famille des Streptococcaceae, au genre Streptococcus et au groupe sérologique D de Lance Field (DEKHIL et al. 2013).

Ils sont définis comme étant des Cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se

développant à 37°C et possédant un caractère homo-fermentaire avec production d'acide lactique sans gaz (HACENE, 2016).

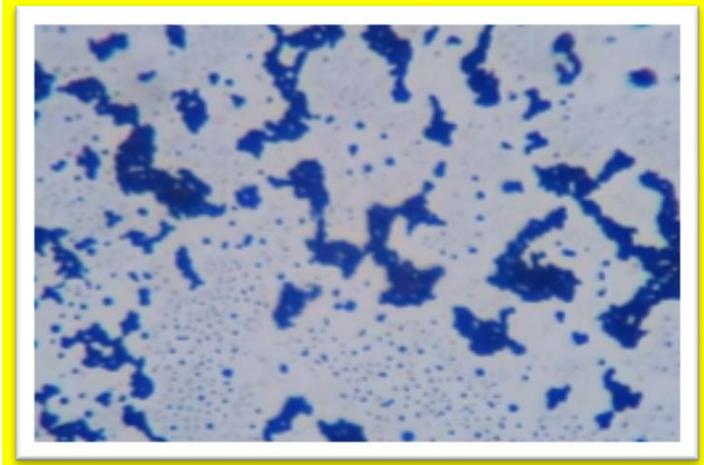


Figure 07: Photo des streptocoques sp sous microscope x G1000.

➤ ***Clostridium Sulfito-Réducteurs :***

Ce sont un des paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique de l'eau, sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure ; La forme sporulée des Clostridium sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives. Permettrait de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente. Les spores anaérobies sulfita-réducteurs sont prises en compte dans la réglementation de l'OMS (BEN CHEHBA ET BEN HENNOUR, 2017).



Figure 08 : Photographie de Clostridium Perfringens observée au microscope Optique G×1000 (POURCHER, 2007).

➤ **Staphylococcus aureus :**

Les bactéries du genre *Staphylococcus* sont des coques (cocci) à Gram positif, groupés en amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporulés, catalase positive et oxydase négative. Ils sont asporulés et en général sans capsule. Ils ont un pouvoir pathogène important due à la présence de l'enzyme staphylocoagulase. Ils sont facultatifs dans les analyses de l'eau C'est surtout dans les eaux destinées à la baignade, et particulièrement dans les eaux de piscine que la recherche de ces staphylocoques présente un intérêt pratique (RODIER, 2009).

II.2. Les maladies à transmission hydrique

II.2.1. Définition des maladies hydrique

Les maladies hydriques sont celles liés à la qualité de l'eau, et à l'accès à l'eau potable. Ce sont des maladies pour lesquelles l'eau est le milieu de vie de parasites ou encore de larves (BENHALIMA, 2018).

L'eau contaminée peuvent pénétrer le plus souvent dans le corps par ingestion, et toute fois, les contaminants et les polluants de l'eau peuvent aussi pénétrer ou inhalé dans l'organisme par les plaies ouvertes (HAMAIDA et KERARMA, 2019).

Les symptomatologies liées à ces maladies sont les plus souvent digestives (vomissement, diarrhée...), et dont leurs propagation liées à la pauvreté, le manque d'hygiène et aussi la mauvaise qualité de l'eau (BOUZIANE, 2000).

II.2.2. La classification des maladies hydriques

On distingue 4 classes de maladies d'origine hydrique, d'après (BOUZIANE, 2000) :

- Les maladies liées à l'eau potable, contaminé par les microorganismes.
- Les maladies liées au manque d'eau (eau potable insuffisant).
- Les maladies liées à la mauvaise qualité chimique de l'eau potable.
- Les maladies transmises par des agents pathogènes utilisant des hôtes intermédiaires qui se développent dans l'eau.

II.2.3. La transmission des maladies d'origine hydrique

La transmission des maladies d'origine hydrique effectuée le plus souvent par la voie fécale-orale. Alors la contamination de l'homme peut se réaliser, soit par la consommation des aliments contaminés par l'eau, soit, par une baignade, ou par un contact direct avec les eaux de loisirs (BOUSENINA, 2018).

En général, la nourriture contaminée est la cause principale, par lequel les individus sont contaminés.

La transmission de ces maladies dépend de trois facteurs comme toutes les maladies contagieuses : l'individu, l'agent pathogène et l'environnement (GUERD et MESGHOUNI, 2007).

Tableau 1 : les principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes (HASLAY, 1993).

Origine	Maladies	Agents pathogène
Bacterienne	Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A et B</i>
	<i>Dysenteries bacillaires</i>	<i>Sighele</i>
	<i>Choléra</i>	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia colientérotoxinogène</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>/E.coli / Yersinia</i>
	<i>Gastro -entérites aiguës et diarrhées</i>	<i>enterocolitica</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Shigella SP.</i>
	Pneumonies	<i>Legionella pneumophila</i>

Virale	Hépatite A et E	<i>Virus hépatites A et E</i>
	Poliomyélite	<i>Virus poliomyélitique</i>
	Gastro -entérites aiguës et diarrhées	<i>Rotavirus</i> <i>Astrovirus</i> <i>Calicivirus</i> <i>Coronavirus</i> <i>Entérovirus</i> <i>Adénovirus</i> <i>Réovirus</i>
<u>parasitaire</u>	Dysenteries amibiennes	<i>Entamoeba histolytica</i>
	Gastro -entérites	<i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

II.2.4. Les principales maladies à transmission hydrique

On distingue trois types de maladies hydriques :

Maladies d'origine bactérienne (les fièvres thyfoïdes, le choléra, la dysenterie).

Maladies d'origine virale (la poliomyélite, les hépatites A et E).

Maladies d'origine parasitaires (Amibiase, Giardias).

II.2.4.1. les maladies d'origine bactérienne :

➤ Les fièvres thyroïdes et parathyroïdes

Ce sont des infections bactériennes dues à des salmonelles majeures : *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphus A, B et C*. Elles sont caractérisées par une fièvre élevée, des maux de tête, des nausées, diarrhée ou constipation, des insomnies, des vertiges et peuvent avoir des atteintes neurologiques, hépatiques et respiratoires (HAMAIDA et KERARMA, 2019).

La transmission peut être, soit, interhumaine (selles, mains sales), soit, indirect (eau contaminée par des matières fécales, aliments avariés) (TOUATI et AMARAMADI, 2013).

➤ Le choléra

Le choléra est une infection diarrhéique aigue provoquée par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminé par le bacille *Vibrion Cholérique*, dont on peut mourir en quelques heures en l'absence de traitement.

Maladie extrêmement virulente, contagieuse d'origine bactérienne qui peut provoquer une diarrhée aqueuse aigue, s'accompagnant de déshydratation sévère, se développe. En l'absence de traitement, elle peut entraîner la mort (OMS, 2019).

➤ **La dysenterie**

La dysenterie regroupe les diarrhées graves causées par une inflammation de l'intestin, qui peuvent dues à plusieurs causes : des bactéries, des protozoaires ou des produits chimiques irritants. Cette diarrhée peut être accompagnée de traces de sang et parfois de mucus, et est potentiellement mortelle (ROMAIN, 2019).

La dysenterie bacillaire, qu'il s'agit d'une infection bactérienne (les salmonelles, les shigelloses) et la dysenterie amibienne ou infection à amibiase (causée par un parasite).

➤ **Les gastro-entérites**

La gastro-entérite est une infection du système digestif qui cause des nausées, vomissement, crampes abdominales, diarrhée, ainsi que de la céphalée, la fièvre et de la déshydratation (TOUATI et AMARAMADI, 2013).

Elle a de multiples causes, il peut s'agir de différentes virus, bactéries ou autres micro-organismes (comme les amibes), qui se transmettent principalement par les mains, l'eau et les aliments contaminées.

II.2.4.2. les maladies d'origine virale :

➤ **Les hépatites virales**

Ce sont des hépatites (inflammations aiguës du foie) provoquées par un virus. Elles sont des maladies qui se propagent au cours des saisons hivernales, sous forme d'épisode dans un milieu manquant des conditions d'hygiènes (BAZIZ, 2008).

La source principale de la contamination par ces maladies épidémiques, c'est l'eau polluée.

✓ Les hépatites A

Est une infection hépatique provoquée par le virus de l'hépatite A (VHA). Ce dernier, n'entraîne pas de maladie hépatique chronique et son issue est rarement fatale, mais elle peut provoquer des symptômes débilitants ou une hépatite fulminante (insuffisance hépatique aigue), laquelle s'avère souvent mortelle (OMS, 2019).

✓ Les hépatites E

Est une maladie hépatique causée par le virus de l'hépatite E (VHE). Habituellement cet infection est autolimitant et se résout en l'espace de 2 à 6 semaines. Dans quelques cas, une maladie grave, appelée hépatite fulminante (accompagnée d'une défaillance hépatique aigue), apparait et aboutit au décès chez une certaine proportion des personnes touchées (OMS, 2019).

➤ La poliomyélite (poliovirus)

La poliomyélite est une maladie contagieuse, causée par un virus qui envahit le système nerveux, et qui peuvent entraîner une paralysie totale en quelques heures. Ce virus se transmet d'une personne à une autre par la voie fécale-orale ou moins fréquemment par le biais d'un véhicule commun (l'eau et les aliments contaminées) et se multiplie dans l'intestin.

Les premiers symptômes apparaissent par une fièvre, asthénie, les céphalées, les vomissements, la raideur de la nuque et les douleurs dans les membres (OMS, 2019).

II.2.4.3 Les maladies d'origine parasitaire

➤ L'amibiase

L'amibiase intestinale est une maladie cosmopolite provoquée par la présence d'un parasite *l'Entamoebahistolytica*, spécifique pour l'homme. Il ya plusieurs espèce d'amibes qui peuvent parasiter l'organisme humain, mais *Entamoebahistolitica* est la seule amibe qui possède un réel pouvoir pathogène et en certains conditions, elle devient histolytique et hématophage (UDEROS, 2012).

La maladie cause des troubles digestifs vagues, et une diarrhée banale dès le début de l'infection. Ainsi, ce parasite peut aussi infecter des autres organes comme le cerveau, le foie, le poumon (**BOUDJEHEM, 2015**).

➤ **Giardiase**

C'est une infection parasitaire diarrhéique, qui infecte l'intestin grêle de l'homme et le tractus digestif. Habituellement cet infection n'entraîne pas des symptômes, mais se présente par fois, par des diarrhées et des douleurs épigastriques (**BENZEMMA, 2011**).

III. Qualité d'eau :

La qualité de l'eau diffère naturellement selon le lieu, la saison, et les divers types de roches et sols dans lesquels elle se déplace. Même si l'eau est claire, elle n'est pas forcément sûre à consommer. Il est important d'évaluer la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois types de paramètres suivants :

- Microbiologique : bactéries, virus et protozoaires.
- Chimique : minéraux, métaux, produits chimiques et pH.
- Physique : température, couleur, odeur, goût et turbidité.

La qualité microbiologique est habituellement la principale préoccupation car les maladies infectieuses provoquées par les bactéries, les virus et les protozoaires pathogènes sont les risques sanitaires associés à l'eau de boisson les plus répandus. Seuls quelques produits chimiques ont entraîné des effets sanitaires à grande échelle chez les personnes buvant une eau qui en contient des quantités excessives. Parmi ceux-ci on trouve le fluorure, l'arsenic et les nitrates (**CAWST, 2013**).

➤ **Qualité physicochimique**

- **Tableau 2** : les paramètres physicochimiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien	Unité
-------------------	--------------------	--------------------------------------	--------------

Température	25	25	C°
PH	6.5-9.5	6.5-9	
Conductivité	2800	2800	µs/cm
Salinité	0.64	0.64	(PSU)
Turbidité	5	5	NTU
Dureté totale	50	100-500	°F
Calcium	200	200	Mg/L
Sodium	200	200	Mg/L
Potassium	12	20	Mg/L
Sulfates	250	400	Mg/L
Chlorures	250	500	Mg/L
Nitrates	50	50	Mg/L
Nitrites	0.1	0.1	Mg/L
Ammonium	0.5	0.5	Mg/L
Phosphates	5	5	Mg/L
Oxydabilité (KMnO4)	5	3	Mg/L
Oxygène dissout	5	5	Mg/L
Aluminium	0.2	0.2	Mg/L
Métaux lourds	0.3	0.3	Mg/L
Matières organique	3	3	Mg/L

➤ Qualité bactériologique

Au niveau bactériologique en France, l'analyse porte sur la flore totale, les coliformes totaux ou thermorésistants, les E. Coli, les streptocoques fécaux et les Clostridium (N = 0/100 ml).

Pour l'OMS le seul germe retenu comme témoin d'une contamination fécale est l'E. Coli (N= 0/100ml). C'est le chiffre souhaité dans les pays en développement pour l'avenir. Cela concerne tout nouveau projet.

Pour les puits existants dans les pays en développement, la position de l'OMS est la suivante :

- ✓ de 0 à 10 E. Coli : l'eau peut être consommée telle quelle
- ✓ de 10 à 100 E. Coli : l'eau est polluée et un traitement est souhaitable
- ✓ Plus de 100 E. Coli : l'eau est dangereuse et doit être traitée ++++

Facteurs microbiologiques :

Tableau 3: les paramètres microbiologiques selon l'OMS et le journal officiel algérien (OMS, 2002).

Facteur	Selon OMS	Selon le journal algérien
Coliformes totaux	0/100 ml	0/100 ml
Coliformes fécaux	0/100 ml	0/100 ml
Clostridium sulforéducteurs	0/100 ml	0/100 ml
Streptocoques fécaux	0/100 ml	0/100 ml
Clostridium sulforéducteurs	0/100 ml	0/100 ml
Germe	0/100 ml	0/100 ml

Facteurs toxiques :

Tableau 4 :facteur toxiques selon l'OMS et le journal officiel algérien.

Facteur	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien	Unité
Argent	0.05	0.05	Mg/L
Arsenic	0.05	0.05	Mg/L
Cadmium	0.05	0.01	Mg/L
Chrome	0.05	0.05	Mg/L
Cuivre	1	1.5	Mg/L
Fer	0.2	0.3	Mg/L
Fluor	1.5	1.5	Mg/L
Manganèse	0.5	0.5	Mg/L
Mercure	0.001	0.001	Mg/L
Plomb	0.055	0.055	Mg/L
Sélénium	0.01	0.01	Mg/L
Zinc	5	5	Mg/L
Hydrocarbure polycycliques aromatiques	0.1	0.2	Mg/L



Matériels et méthodes

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons résumer le protocole analytique suivi ainsi que le matériel utilisé durant la partie pratique de ce mémoire les essais expérimentaux ont été menés au laboratoire central de l'ADE de Tlemcen.

2. Présentation des stations de prélèvements :

La wilaya de Tlemcen est située au nord –ouest de l'Algérie à 520 Km de la capitale Alger. Elle s'étend sur une superficie de 9017.69Km². Elle est limitée au et occupe l'oranie occidentale elle est délimitée au nord par la méditerranée, à l'ouest par le Maroc, au sud par la wilaya Nama, a l'Est par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès et Ain t'émouchent.

Les stations de prélèvements sont des bache d'eaux des cité universitaires qui sont situé dans la daïra de Mansoura.

- La première cité universitaire est nommée : MALIHA HAMIDOU
- La deuxième est nommée : MALIKA KAID 2000lits pour filles.
- La troisième cité universitaire est nommée : MENAOUA HALIMA (Mansourah3)
- La quatrième cité universitaire est nommée : BEN AHMED ABDELGHANI (Mansourah4) 2000lits pour garçon.
- La cinquième cité universitaire est nommée : BENNASAR MERIEM (Mansourah5).
- la sixième cité universitaire est nommée : SOFI MENAOUAR.



Figure09 :cité universitaire . **Figure 10**: Bâche d'eau.

Nous avons effectué six prélèvements durant le début de semaine correspondant aux dates suivantes :

Premier/ deuxième/ troisième prélèvement : 15 / 03/2020.

Quatrième/cinquième/ sixième prélèvement : 16/03/2020.

3. Présentation de l'entreprise (ADE) :

L'entreprise est appelée actuellement l'Algérienne Des Eaux(ADE) depuis 2001(ex production de gestion de distribution d'eau d'Oran). L'unité de Tlemcen est une sous division du service AEP de la zone d'ORAN ADE (EPEOR) est gère actuellement 180421 abonnés dans les 44 communes sur les 53 de la wilaya qui représente une population de 63454 habitants. L'alimentation en eau potable à travers la wilaya est classée en 4 groupe en fonction de la situation géographique des ressources mobilisées et de la conception des réseaux et infrastructures hydraulique existantes.

❖ *L'établissement a pour mission :*

- la production et le traitement des eaux.
- exploitation des ressources en eau.
- la gestion des données et l'application de la tarification d'eau.
- la gestion et maintenance des réseaux de distribution de l'eau.
- la réalisation de toutes études technique, technologique et financières en rapport avec son objet.



Figure 11 : ADE Tlemcen.

❖ *Présentation de laboratoire d'analyse :*

Le laboratoire d'analyse nommé laboratoire d'analyse ADE situé dans la daïra d'Aboutachefine la wilaya de Tlemcen à pour des missions suivant :

- ✚ **Traitement et contrôle de la qualité :** La Chloration apparait comme l'ultime étape d'un processus complexe de prise de conscience de l'importance de la qualité de l'eau potable.
- ✚ **Contrôle bactériologique :** Ce contrôle sert à vérifier la qualité bactériologique de l'eau distribuée, par la recherche des germes indicateurs de la pollution.
- ✚ **Contrôle physique-chimique :** Consiste à mesurer dans le réseau de distribution les substances organique et inorganique
- ✚ **Contrôle de désinfection :** il consiste à contrôler la teneur en chlore résiduel.

4. **Prélèvement et transport des échantillons :**

Six échantillons d'eau ont été prélevés durant le jour du 16/3/2020. Ces échantillons ont été pris dans des flacons stériles en verre. Ces derniers sont immédiatement rebouchés après le prélèvement, puis ils sont placés dans une glacière munie d'accumulateurs de glaces et sont acheminés au laboratoire afin de les analyser.

Les échantillons qui ne sont pas analysés dans les 4 heures qui suivent leur arrivée doivent être placés au réfrigérateur jusqu'au moment de leur analyse.

Les analyses doivent être faites le plus tôt possible après le prélèvement pour permettre d'avoir des résultats représentatifs.

- ✓ Analyses microbiologique.
- ✓ Analyse physicochimique.
- ✓ Matériels utilisés (voir Annexe).

5. **Méthodologie d'analyse.**

5.1. **Analyses physico-chimiques.**

5.1.1. ***Analyse physique.***

Nous avons réalisé des analyses, afin de déterminer la qualité physicochimiques de l'eau.

Les paramètres physicochimiques étudiés sont la température (T), le potentiel d'hydrogène (pH), la salinité, la turbidité et la conductivité.

➤ **Mesure de la température**

La mesure de la température est réalisée à l'aide d'un thermomètre, muni d'une électrode qui est étalonné, puis placé dans l'eau à analyser.

La mesure s'effectue par la lecture directe de la valeur de la température sur le cadran de thermomètre. Le résultat est donné en degré Celsius (C°) (**KASSIM, 2005**).

➤ **Mesure de potentiel hydrogène**

La détermination de ce paramètre est effectuée par l'utilisation d'un pH mètre portable multi paramètre. On a rincé ce dernier dans l'échantillon à analyser et on a lu directement la valeur sur le cadran de pH mètre (**KASSIM, 2005**).



Figure 12 Appareil de mesure de la température, pH, salinité et conductivité.

➤ **Mesure de la conductivité**

La mesure de la conductivité électrique est déterminée par un conductimètre portable et exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Cette méthode consiste à brancher l'électrode de la mesure, puis rincer ce dernier avec de l'eau distillée, puis avec l'eau à analyser.

Après, émerger l'électrode dans le bécher qui contient l'échantillon, et mettre en mode conductivité, puis appuyer sur la touche « READ » pour afficher la valeur (CHELLI, 2013).

➤ **Mesure de la salinité**

La détermination de la salinité peut s'effectuer dans le même appareil, en appuyant de nouveau sur « READ » puis sur « SAL » et noter la valeur qui s'affiche(CHELLI, 2013).

➤ **Mesure de la turbidité**

La mesure de la turbidité est exprimée généralement en Néphélogétrie Turbidité Unit (NTU).

La détermination de ce paramètre est réalisé à l'aide d'un turbidimètre, cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau.

Il s'agit, tout d'abord de mettre en marche le turbidimètre, puis remplie une cuve pour la mesure qui doit être propre, et bien essuyer avec du papier absorbant, et avec de l'échantillon à analyser bien agité pour effectuer rapidement la mesure(DJOUHRI, 2013).

Avant la mesure, il faut vérifier l'absence des bulles d'air.



Figure 13: le turbidimètre.

Analyses chimiques

➤ Dosage des nitrites

Principe :

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyle-éthylène-diamine di-chlorite donne naissance à une coloration rose mesuré à 543 nm.

Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml de réactif I (solution de Sulfanilamide) et mélanger, laisser la solution reposer **2 à 8 min** ;
- Ajouter 1 ml de réactif II (solution de N1 Naphtyle-éthylène diamine), puis mélanger à nouveau et attendre **10 min** ;
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂⁻, effectué la lecture à 543nm à l'aide d'un spectrophotomètre (**AOUISSI, 2010**).

➤ Dosage de l'ammonium

Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 3 ml de solution Phénol-Nitroprussiate (réactif I), agiter bien le mélange ;
- Ajouter 1,5 ml de la solution alcaline d'hypochlorite (réactif II), agiter à nouveau le mélange ;
- Placer directement à l'abri de lumière, laisser 6 à 8h avec une température ambiante.
- Mesurer l'absorbance à 630 nm (**AOUISSI, 2010**).



Figure 14 spectrophotomètre UV visible

III.5.2. les analyses de la qualité microbiologiques

L'ensemble des analyses microbiologique sont effectuées au niveau de laboratoire de l'ADE Tlemcen. Ce dernier opté pour la méthode de filtration sur membrane, c'est une technique facile et reproductible, adaptée pour énumérer des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. C'est la méthode la plus utilisé au laboratoire.

❖ Dispositif de filtration

- ✓ Matériels de microbiologie : boites de pétri stériles petit diamètre, avec les milieux de cultures spécifique à chaque microorganisme, pipettes 1mL stériles (usage unique), flacons stériles.
- ✓ Système de filtration sur membrane et membranes cellulosiques, filtrantes et stériles de 0,45 μm et de 47 nm de diamètre qui ont la capacité de retenir les bactéries, trompe à vide, pinces stérilisées.
- ✓ Matériel de stérilisation : four, autoclave et deux bec bunsen pour favoriser une zone de travail stérile.
- ✓ Etuve ou deux incubateurs qui sont réglés à une température choisit l'un à **37°C** et l'autre à **44°C**.



Figure 15 la rampe à filtration **Figure 16:** incubateurs

❖ La recherche des coliformes totaux (CT)

- Verser 100 ml d'échantillon d'eau à analyser dans l'entonnoir et filtrer en aspirant avec une trompe à vide.
- Ouvrir le système de filtration et retirer la membrane avec une pince stérile puis la déposer dans la boîte de pétri qui contient la gélose TTC Tergitol.
- Placer les boîtes à l'étuve à **37°C** pendant **24heurs** (incuber les boîtes couvercle vers le bas pour que la condensation s'accumule dans le couvercle).
- Les coliformes totaux sont considérées comme caractéristiques les colonies qui présentent une coloration jaune orangé, lisse, peu bombées.

❖ La recherche des coliformes fécaux (CF)

Les mêmes étapes sont suivies que celle des CT.

- Placer la membrane sur la boîte de pétri contenant la gélose TTC Tergitol.
- Mettre la boîte dans une étuve de **44°C** pendant **24heurs**.
- Après incubation, les coliformes fécaux sont apparus sous forme de petites colonies jaunes orangées, lisses et peu bombées.

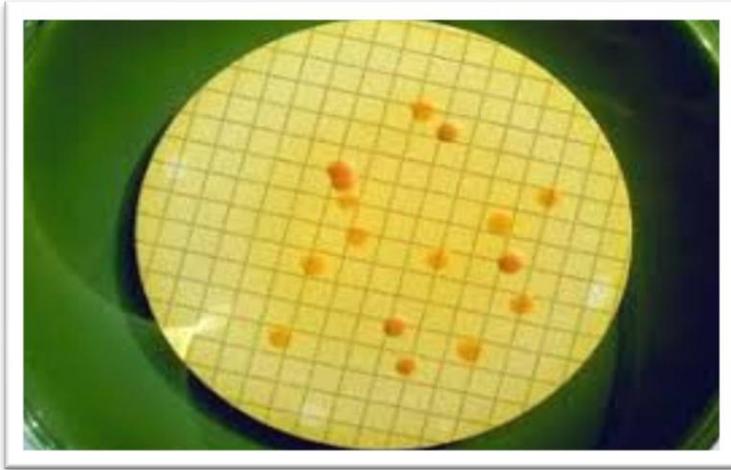


Figure 17 des colonies jaunes orangés des coliformes (BALITERE, 2015).

❖ La recherche d'Escherichia coli (E. Coli)

- Prendre une boîte du dénombrement des coliformes fécaux et faire un ensemencement de quelques colonies dans le milieu gélose TSI (Triple SugarIron), et dans un tube à essai qui contient un petit volume de milieu urée-indole.
- Incuber à l'étuve à 37°C pendant 24 heures.

L'urée indole

- Ajouter 2 ou 3 gouttes de KOVACS.
- L'apparition d'une coloration rouge (le KOVACS réagit avec l'indole).

Gélose TSI

- Milieu de couleur jaune caractéristique de la fermentation du lactose et / ou saccharose.
- Colonies jaune : la fermentation du glucose.
- La production de gaz.
- L'apparition d'une coloration noire tout de long de la piqûre.

❖ La recherche des streptocoques fécaux

La recherche et le dénombrement des streptocoques *fécaux* est tout comme la recherche des coliformes, nécessitent la disponibilité d'une rampe de filtration.

Mode opératoire

- Préparer le système de filtration avec une zone stérile et placer la membrane stérile sur le système de filtration.
- Mettre en place la trompe à vide et agiter le flacon vigoureusement.
- Verser 100 ml d'échantillon d'eau et filtrer en aspirant avec une trompe à vide.
- Retirer la membrane avec une pince stérile et la déposer dans une boîte de pétrie contenant la gélose de SLANETZ. C'est le milieu de culture spécifique pour les streptocoques fécaux.
- Après **48** heures d'incubation à **37°C**, les colonies apparaissent rouge Bordeu.

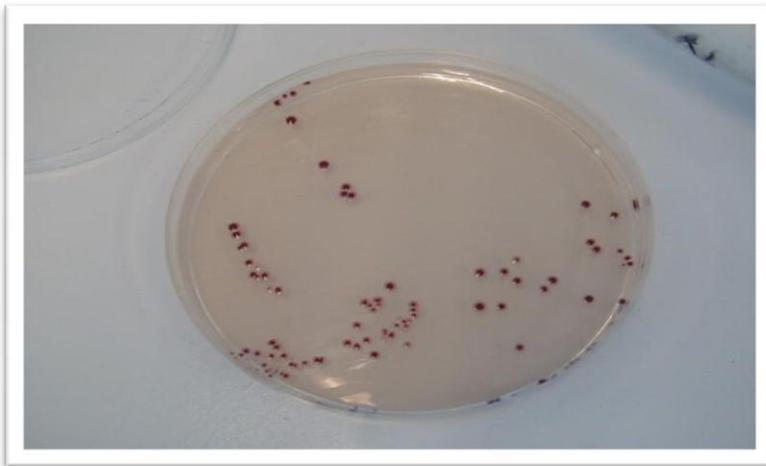


Figure 18 : des colonies rouges des streptocoques fécaux (BALITERE, 2015).

❖ La recherche des bactéries revivifiables à 22 et 37°C

La gélose PCA

La gélose PCA (Plate Count Agar) est un milieu recommandé pour le dénombrement standardisé des bactéries dans l'eau, notamment des microorganismes aérobies revivifiables. C'est un milieu nutritif, sans inhibiteurs, afin de favoriser le développement des microorganismes.

Mode opératoire

- Introduire dans les boites de pétri stériles, 1 ml d'eau à analyser
- Ajouter dans les 15 min, dans chaque boite, 15 ml de gélose PCA pour dénombrement liquéfiée à **45°C**, mélanger soigneusement et laisser solidifier.
- Incuber les boites de pétri à **22°C** pendant **72 heures** pour la recherche des bactéries adaptés à la température de l'eau, et à **37°C** pendant **24 heures** pour la recherche des bactéries pathogènes dangereux qui se développent à la température du corps humain.
- Après incubation, on prit en considération seulement les boites ayant un nombre de colonies remarquables (entre 30 et 300).

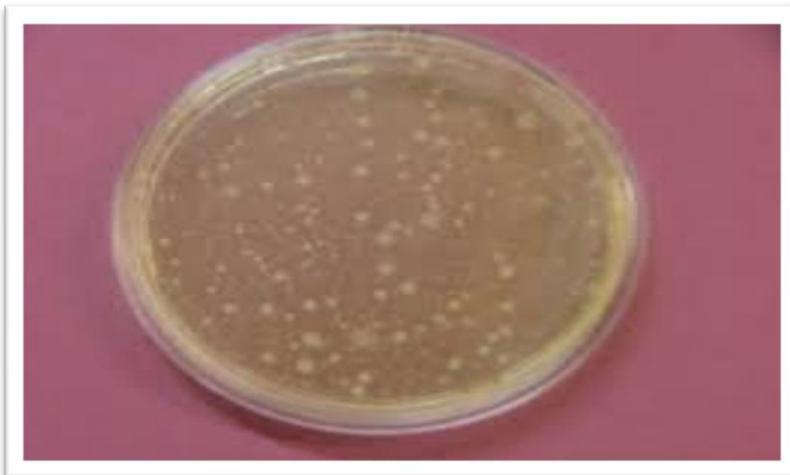


Figure 19 :des colonies des bactéries revivifiables (BALITERI, 2015).

❖ Recherche des clostridium sulfito-réducteurs

▪ *Milieu de culture*

- ✓ Additifs d'alun de fer ;
- ✓ Additifs de sulfite de sodium ;
- ✓ Gélose de viande foie (VF) ;

▪ *Mode opératoire*

-
- ✓ On verse 20 ml d'eau à analyser, dans un 4 tubes stériles (5 ml dans chaque tube) ;
 - ✓ On met les tubes au bain marie préchauffée à **80°C** pendant **10 min**, puis on les refroidit sous l'eau de robinet.
 - ✓ Ensuite, on rajoute 4 gouttes de sulfite de sodium et 2 gouttes d'alun de fer. Puis, on remplit les 4 tubes par la gélose viande foie, on les mélange et les incubent à **37°C**.
 - ✓ On fait une première lecture après **24h** ; et une deuxième après **48h**. la première lecture est importante, parce qu'en présence de nombreuses colonies, la diffusion de la coloration envahisse les tubes, ceci rendra la lecture impossible.
 - ✓ Les Clostridium sulfito-réducteurs capable de réduire le sulfite de sodium par la production d'un halo noir autour des colonies, dû à la formation de sulfure de sodium.

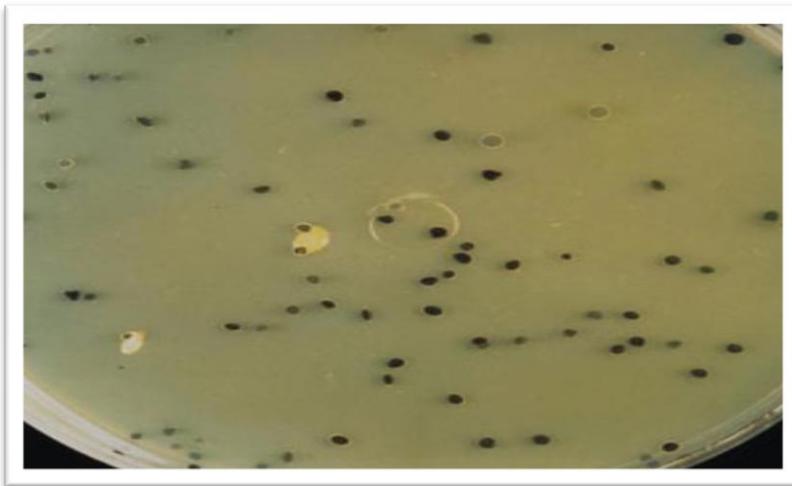
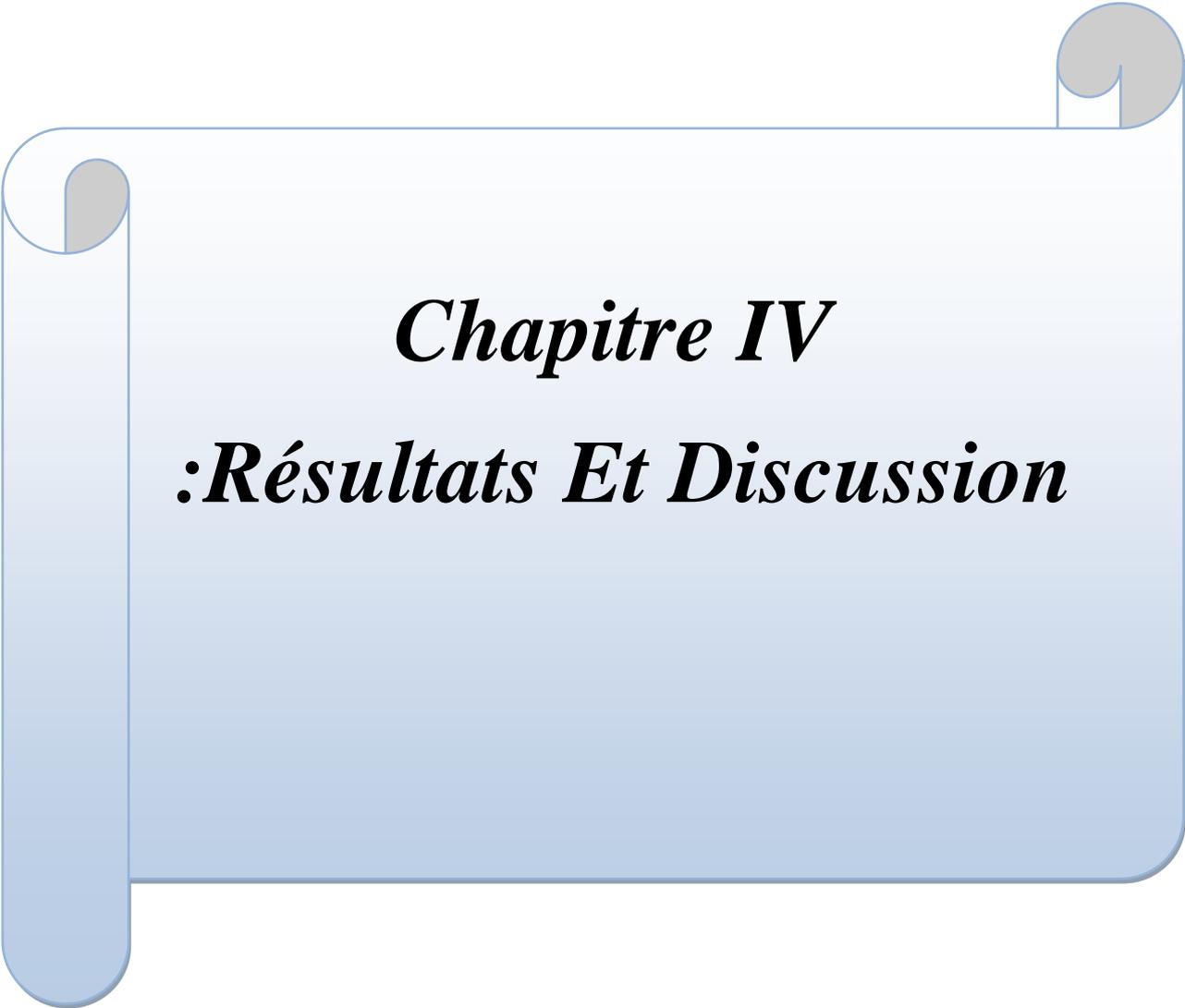


Figure 20 : des colonies noires des clostridium perfringens



Chapitre IV
:Résultats Et Discussion

1. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenues sont présentés dans le tableau 5.

Les titres des tableaux, il faut les mettre en haut

Tableau 5 : Résultats des analyses physique -chimique des eaux de bêche des citées universitaire.

IV.1 Résultats des analyses physique-chimique :

Les résultats des analyses phsico-chimique obtenues sont présents dans le **tableau 5 :**

Stations	T (C°)	PH	Salinité (PSU)	Conductivité (μS/cm)	Turbidité (NTU)	Nitrite NO ₂ - (Mg/l)	Ammonium NH ₄ ⁺ (mg/l)
Cité1 : MALIHA HAMIDOU	15.4	8.05	0.2	961	0.28	<0.001	<0.01
Cité2 : MALIKA KAID	14.5	8	0.2	915	0.61	<0.001	<0.01
Cité3 : MEZOUAR HALIMA	15.5	8.12	0.2	912	0.69	<0.001	<0.01
Cité4 : Ben Ahmed ABDELGHANI (Mansourah4)	14.5	8.14	0.2	907	0.3	<0.001	<0.01
Cité5 : BENASSAR MERIEM (Mansourah5)	15.6	8.12	0.2	915	0.7	<0.001	0.04
Cité6 : SOFI MENAOUAR	20.7	7.45	0.3	1034	0.28	<0.001	<0.01
Normes Algériennes	25	6.5-9	0.64	2800	5	0.2	0.5
Normes OMS	25	6.5-9.5	0.64	1000	5	0.2mg/1	<0.2à0.3mg/1

➤ La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Parce que la température est un facteur écologique important (A.D N'DIAYE, 2013).

D'après les résultats représentés dans le tableau 5 et **figure 21** nous avons remarqués que les températures d'échantillons d'eaux, oscillent entre des valeurs moyennes (**15°C à 20°C**). La plus haute valeur moyenne est remarquée dans l'eau de l'échantillon 6 (**cit6**), tandis que la valeur moyenne la plus basse est remarquée dans l'eau d'échantillons 2 et 4 (**cit2, cit4**).

Toutes les valeurs de la mesure de la température sont conformes à la norme algérienne qui estimée de **25°C**.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par **HERIARIVONY et al, (2015)** sur l'eau de consommation (puits) en Madagascar (18,0 °C à 25,8 °C), Alors que **SARI, (2014)**, a obtenu des valeurs inférieures, avec une maximale aux voisinages de 16°C et une minimale de l'ordre de 14°C, sur l'eau de consommation Attar Tlemcen. Ces différences de températures notées peuvent être expliquées par la différence entre les saisons et les climats des lieux de ces études.

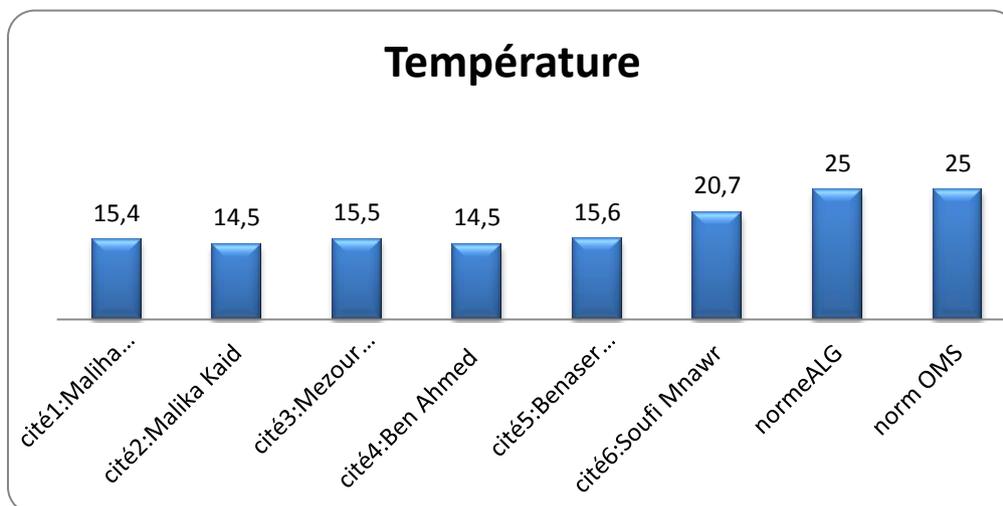


Figure21: Résultats de températures sur les échantillons.

➤ Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les résultats des mesures de ce paramètre représentés (dans le tableau n°5 et figure 22) indiquent que les valeurs varient entre une valeur maximale de 8,21 remarqué dans l'eau de cité2 et une valeur minimale de 7,45 enregistré dans l'eau de cité6.

Ces résultats concordent avec ceux exigé par la législation algérienne et européenne qui précisent un pH entre 6,5 et 8,5 (RODIER et al, 2005).

(SARI, 2014) a obtenue des valeurs de pH voisin de la neutralité lors de son étude réalisée sur l'eau de consommation de Attar Tlemcen.

En revanche HERIARIVONY, et al, (2015) signalent que l'eau de consommation (puits) en Madagascar a un pH entre variant 4,34 et 6,92, donc tend vers l'acidité.

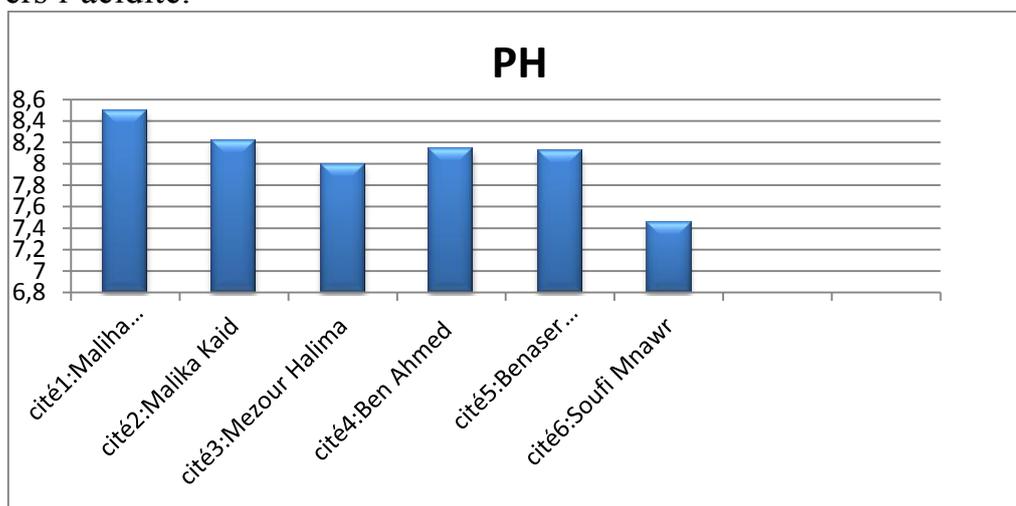


Figure 22 : Résultats PH sur les échantillons.

➤ La salinité

Les valeurs de ce paramètre sont comprises des valeurs de 0,2% et 0,3% (figure 23). Ces résultats montrent des valeurs qui sont conforme à ce qui précise l'OMS 0,64%.

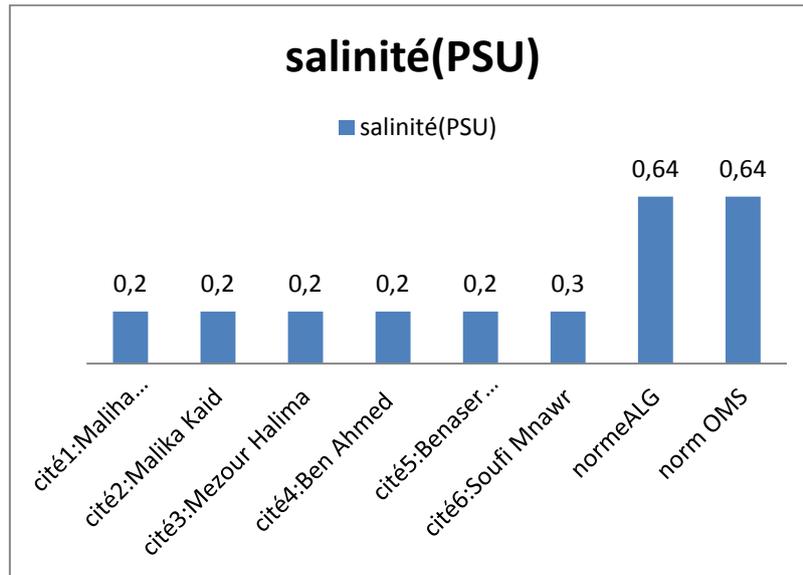


Figure 23 : Résultats de salinités prélevées sur les échantillons étudiés (PSU).

➤ La conductivité

La conductivité électrique traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité.

Les mesures de la Conductivité électrique (**tableau 6 et figure 24** de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 907 et 1034 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La valeur maximale est enregistrée dans l'eau de **cit 6** (1034 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et la valeur minimale est enregistr e dans l'eau de **cit 4**.

Ces résultats semblent conformes aux normes pr conis es.

(**BEN YAHIA, 2017**), a obtenu des valeurs variant comprises entre 41,6 et 56,1 ms/cm lors de son étude sur la qualité des eaux côtières de la baie de Bous-mail.

Alors que, **TOURAB, 2013** a obtenu des valeurs oscillant entre 552 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 7100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lors de son étude sur la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de consommation dans la plaine de Haouz.

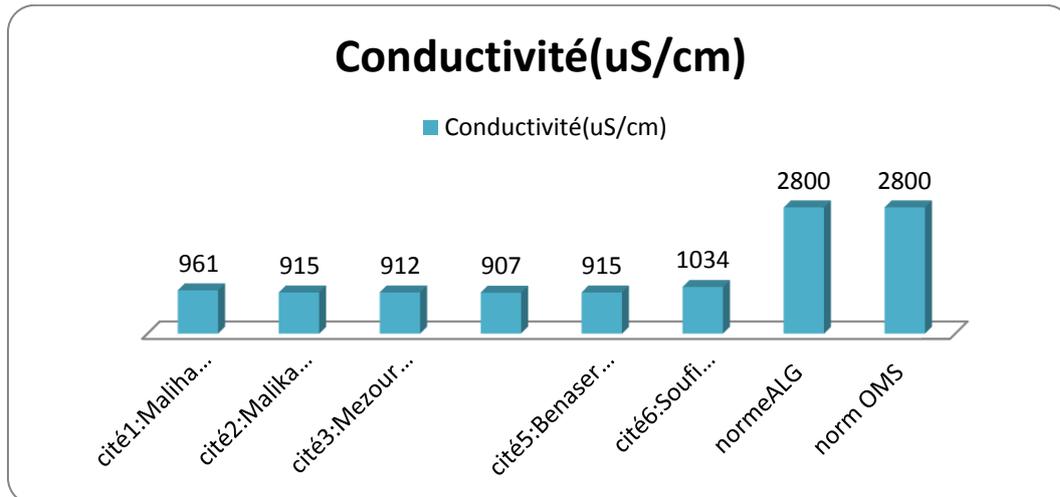


Figure 24 : Résultats de conductivité prélevées sur les échantillons étudiés (uS/cm).

➤ La turbidité

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après prélèvement, sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h, toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité.

Dans notre analyses les valeurs obtenues (**tableau6 et figure n°25** sont variant entre 0,28 et 0,69 NTU qui sont alors acceptable selon l'OMS et la norme algérienne.

(**KADRI et al, 2018**), ont obtenu des valeurs concordent avec nos résultats dans leur étude sur les eaux dans les établissements de santé (1,08 NTU).

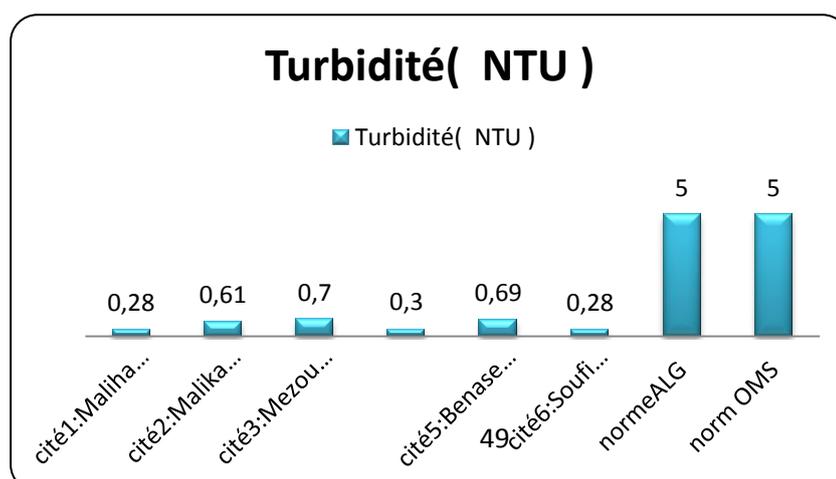


Figure25: Résultats de turbidité prélevées sur les échantillons étudiés (mg/l)

Sur les échantillons étudiés

➤ **Nitrites**

Une concentration supérieure à 0,10 mg/l ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde (**Rodier ,1984**). Dans le cas comme le nôtre la concentration des nitrites obtenus (**tableau 6 et figure n°26** correspondant à 0,001mg/l.

Ces résultats sont concordés avec la législation algérienne.

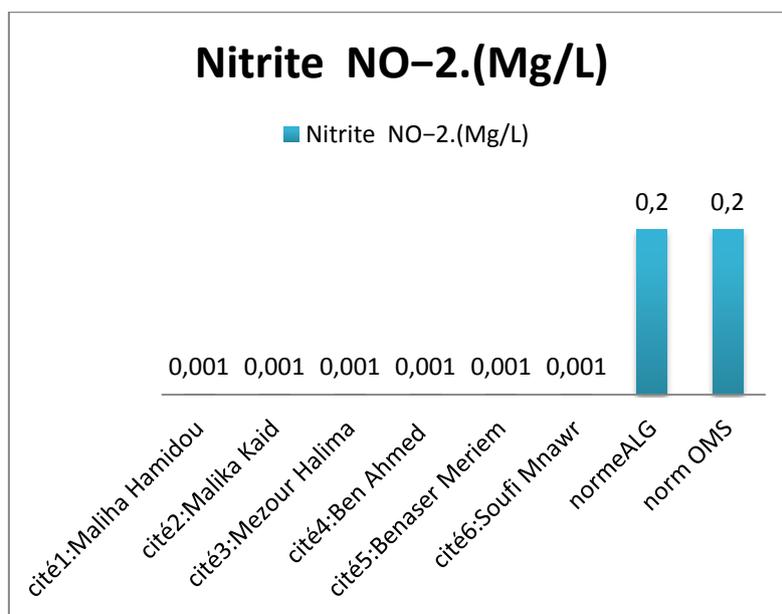


Figure26: Résultats de nitrite prélevé sur les échantillons étudiés (mg/l)

➤ **L'ammonium**

D'après les résultats représentés dans le tableau 5, les concentrations en ammonium obtenues sont de 0,01 et 0,04 mg/l.

On remarque Le taux normal de l'ammonium est fixe a 0,5 mg/L selon l'OMS.

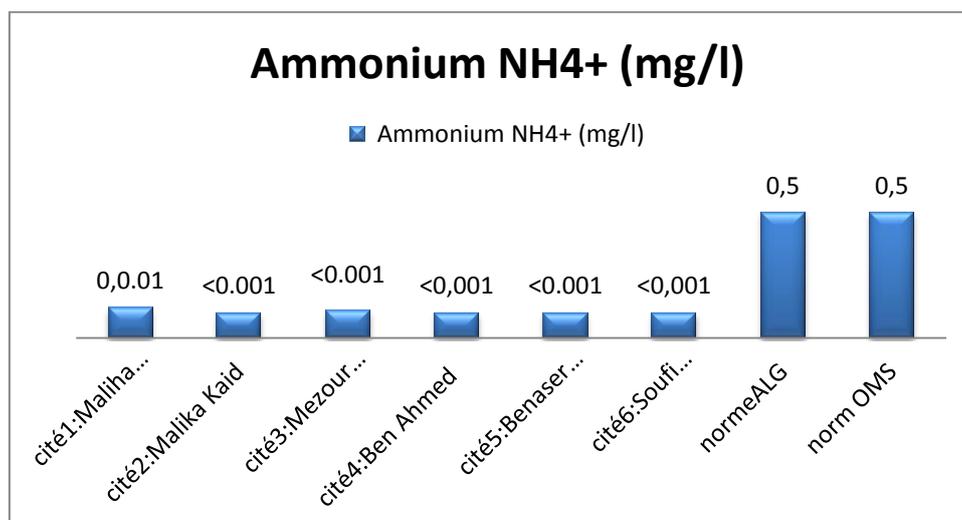


Figure27 : Résultats de l'Ammonium prélevées sur les échantillons étudiés (mg/l)

IV.2. Résultats des analyses bactériologiques

Pour étudier la qualité bactériologique de l'eau de bache des cités universitaires, nous avons procédé au prélèvement de six échantillons d'eau. Ces prélèvements ont été subis à des analyses bactériologiques, effectuées au niveau de laboratoire de microbiologie et qui consiste de rechercher les *coliformes totaux et fécaux*, les *streptocoques fécaux*, les *germes totaux à 22et 37°C* et les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

Les résultats de ces analyses sont représentés dans le **tableau n°5**

Tableau 6 : les résultats microbiologique d'eaux d'bache des cités universitaires.

Stations	coliformes totaux (UFC)	coliforme s fécaux (UFC)	Streptocoques fécaux(UFC)	Germe totaux 37°C	Germe Totaux 22°C	Clostridium Sulfito-réducteurs
Cité1 : MALIHA HAMIDOU	00	00	04(+)	08 (+)	00	00
Cité2 : MALIKA KAID	00	00	00	205(+)	200(0)	00

Cité3 : MEZOUAR HALIMA	00	00	03(+)	45(+)	350(+)	00
Cité4 : BEN AHMED ABDELGHAN I (Mansourah4)	00	00	04(+)	85(+)	100	00
Cité5 : BENASAR MERIEM (Mansourah5)	00	00	00	15(+)	180(+)	00
Cité6 : SOFI MENOVAR	00	00	00	01(+)	00	00
Normes Algériennes	<10	00	00	10ml	100ml	00
Normes OMS	<10	00	00	10ml	100ml	00

L'interprétation des résultats de chaque paramètre est effectuée selon :

- Les normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine (décret exécutif n° 11-125 JO N°18 du 23 mars 2011)
- Selon les valeurs guides de l'OMS, 2006.

D'après les résultats représentés dans le (tableau06), l'analyse microbiologique d'un échantillon d'eau dès la sortie de la station jusqu'à l'arrivée au laboratoire a donné des résultats négatifs pour les **CT, CF, E. coli**, et les **CSR**, ce qui signifie que ces germes ont été disparus au cours de traitement (processus de chloration de l'eau).

➤ **Germes totaux à 37°C**

Par contre, d'après les dénombrements effectués pour *les germes totaux* à **37°C**, les résultats (tableau n°05) montrent qu'il y a un nombre important par rapport à la norme exigée par la loi algérienne et celle de l'OMS dans l'eau de cité(2), (3), (4), (5). La valeur maximale a été marquée dans l'eau de cité2 par contre la valeur minimale dans l'eau de cité6.

et juste 1 germe.

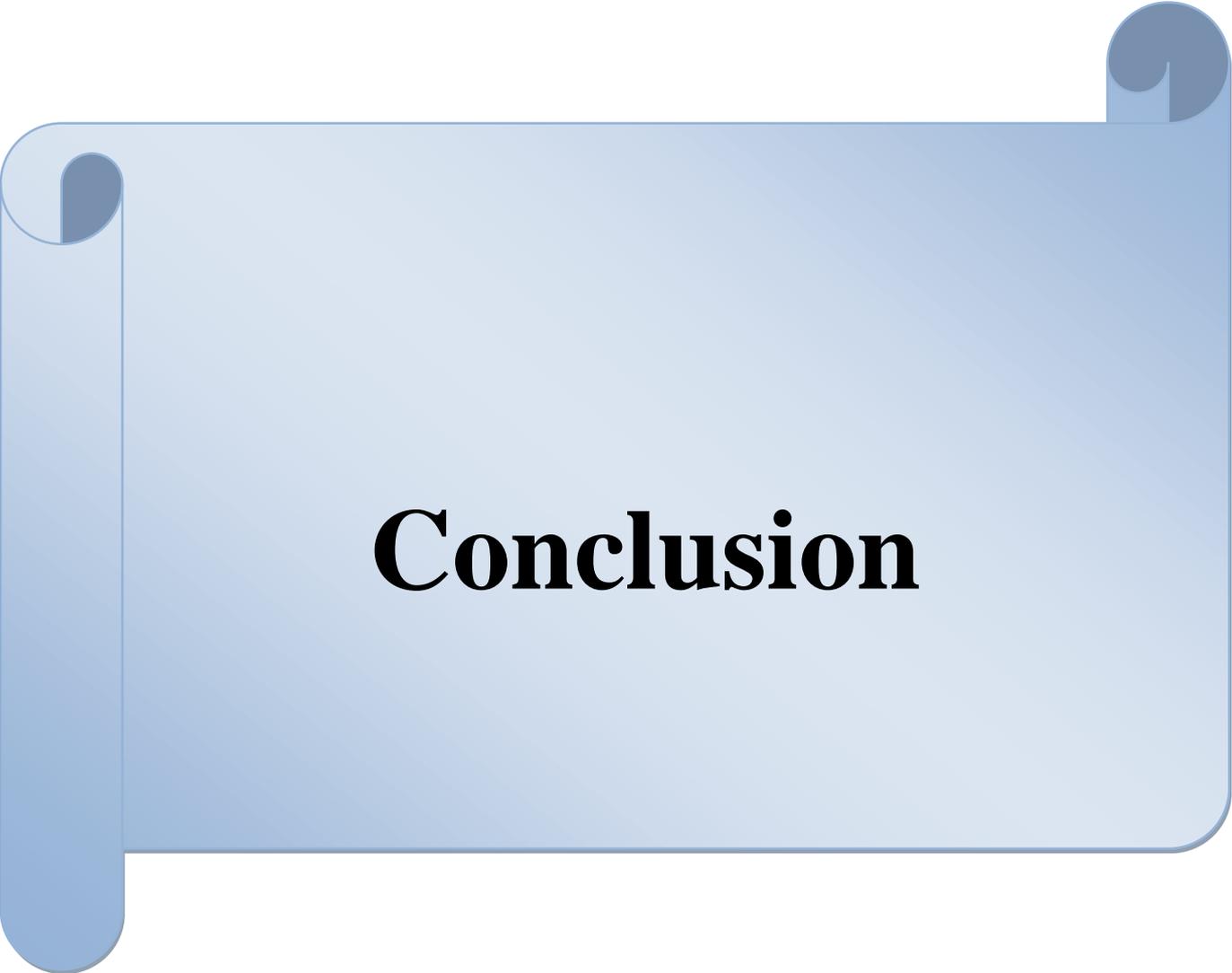
-
- **Germes totaux à 22°C** Le nombre des germes enregistré (**tableau n°05**) dans les **cités 1 et 6** est nulle par contre les **cités (2), (3), (5)**, nous avons enregistré un nombre de germe supérieure a 100/ml.

Les résultats de cette charge bactérienne ne présentent pas un risque pour la santé du consommateur, due probablement à des conditions de l'environnement, de transport ou peut être une contamination des canalisations de bêche.

➤ **Stréptocoques fécaux**

Une valeur de 4 et 3 UFC/100ml de streptocoques fécaux est enregistrée dans les deux cités (1 et 2), due d'une contamination ancienne. Cette flore n'est pas vraiment importante car après repiquage nous avons trouvés une charge nulle.

Alors que dans une étude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans de la ville de Ouargla Les valeurs bactériologiques varient en fonction de la citerne prélevée et de la flore recherchée. La flore prédominante est la flore aérobie mésophile totale dont le niveau de contamination est de 2.38×10^4 ufc/ml suivie par les coliformes totaux avec 0.72×10^4 ufc/ml, les coliformes fécaux avec $0,006 \times 10^4$ ufc/ml, des Streptocoques 0.001×10^4 ufc/ml avec une absence total de Clostridium sulfito-réducteurs



Conclusion

Conclusion

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que l'objectif principal de ce travail est d'évaluer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux et d'identifier les bactéries de pollution.

Il ressort que la quasi-totalité des paramètres analysés sont conforme aussi bien à la réglementation nationale qu'internationale en matière de potabilité de l'eau.

En effet, les résultats obtenus sur le plan physique ont montre que le ph de ces eaux est correct, leur température est acceptable. sur le plan chimique, ces eaux sont également dans les normes dont la mesure de nitrite et l'ammonium ce sont très faible par rapport à la valeur maximale admissible.

Du point de vue bactériologique, les résultats sont conformes aux normes, donc ces eaux sont qualifiées de bonne qualité bactériologique.

En conclusion, les eaux de bêche des six cités universitaires peuvent être considérées comme bonnes à consommer si bien sur les opérations de désinfection sont bien effectuées. Ilserait souhaitable de mener régulièrement ce type d'études basées sur l'évaluation bactériologiques mais tout en les consolidant avec des analyses physique-chimique.



Annexe

I-Matériels utilisés

- Bec bunsen.
- Boîtes de pétri stériles.
- Flacons stériles pour les échantillons.
- Portoir pour tubes à essai.
- Tubes à essai.
- Anse de platine.
- Pipettes pasteur.
- Pipettes gradués.
- Étuves 37°C et 44°C.

II-Milieus de cultures

➤ Gélose lactosée au TTC et tergitol

1-Usage

Milieu de dénombrement des coliformes par filtration.

2-composition

- Extrait de viande 5g
- Extrait de levure 6g
- Peptones 10g
- Lactose 20g
- Bleu de bromothymol 5ml
- Agar 13g
- TTC à 0,5% (chlorure de Triphényl-tétrazolium) 1ml
- Tergitol 7 1ml
- pH=7,2

3-lecture

La couleur du milieu sous jacent indique la dégradation du lactose :

- Halo jaune : germes lactose + (coliforme)

- Milieu inchangé : germes lactose -

Le TTC est un indicateur de réduction qui facilite la lecture ; plus il est réduit, plus les colonies sont rouges foncées.

Les coliformes sont lactose+ et TTC- ou + faible, donc colonies avec un halo jaune et de couleur jauneou orangées, exceptionnellement rouge brique pour Klebsiella. Forme « d'œuf sur la plat ».

Les entérocoques sont aussi lactose + et TTC ++ mais donnent des colonies beaucoup plus petites queles coliformes, rouges foncées.

➤ Milieu SLANETZ

1-usage

Milieu de dénombrement des entérocoques par filtration.

2-composition

- Hydrolysate trypsique de caséine 20g
- Extrait de levure 5g
- Glucose 2g
- Azide de sodium 0,4g
- Agar 10g
- TTC 0,1g (ajouté après autoclavage).

3-lecture

Les streptocoques fécaux réduisent le TTC et donnent de petites colonies rouges, marron ou rosés. La flore gram - est inhibée.

➤ PCA

- Peptone6g
- Extrait de levure 3g
- Gélose 15g
- Eau distillée 1L

1-usage

Milieu d'identification des entérobactéries par la mise en évidence rapide de la fermentation du lactose, du glucose (avec ou sans production de gaz), du saccharose et de la production de sulfure d'hydrogène.

2-composition

- Digestion pancréatique de caséine 10g
- Digestion peptique de tissu animal 10g
- Chlorure de sodium 5g
- Saccharose 10g
- Lactose 10g
- Glucose 1g
- Sulfate d'ammonium ferreux 0,2g
- Thiosulfate de sodium 0,2g
- Rouge de phénol 0,025g
- Gélose 13g
- **pH=7,3**

➤ **Urée Indole (g/l)**

- Peptone 20
- Rouge de phénol à 1% 4 ml
- Mannitol 2
- Nitrate de K 1
- Agar
- PH=8.14

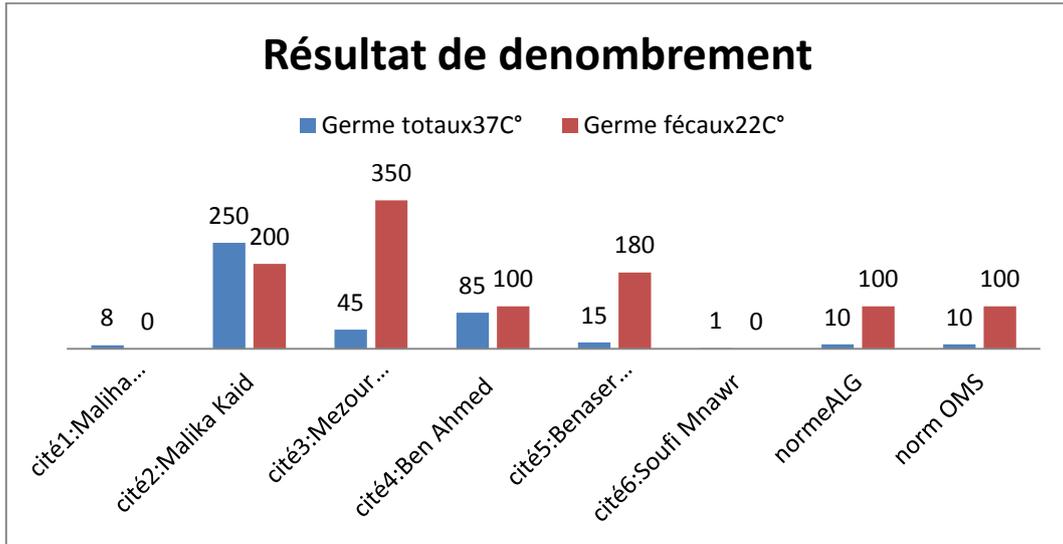
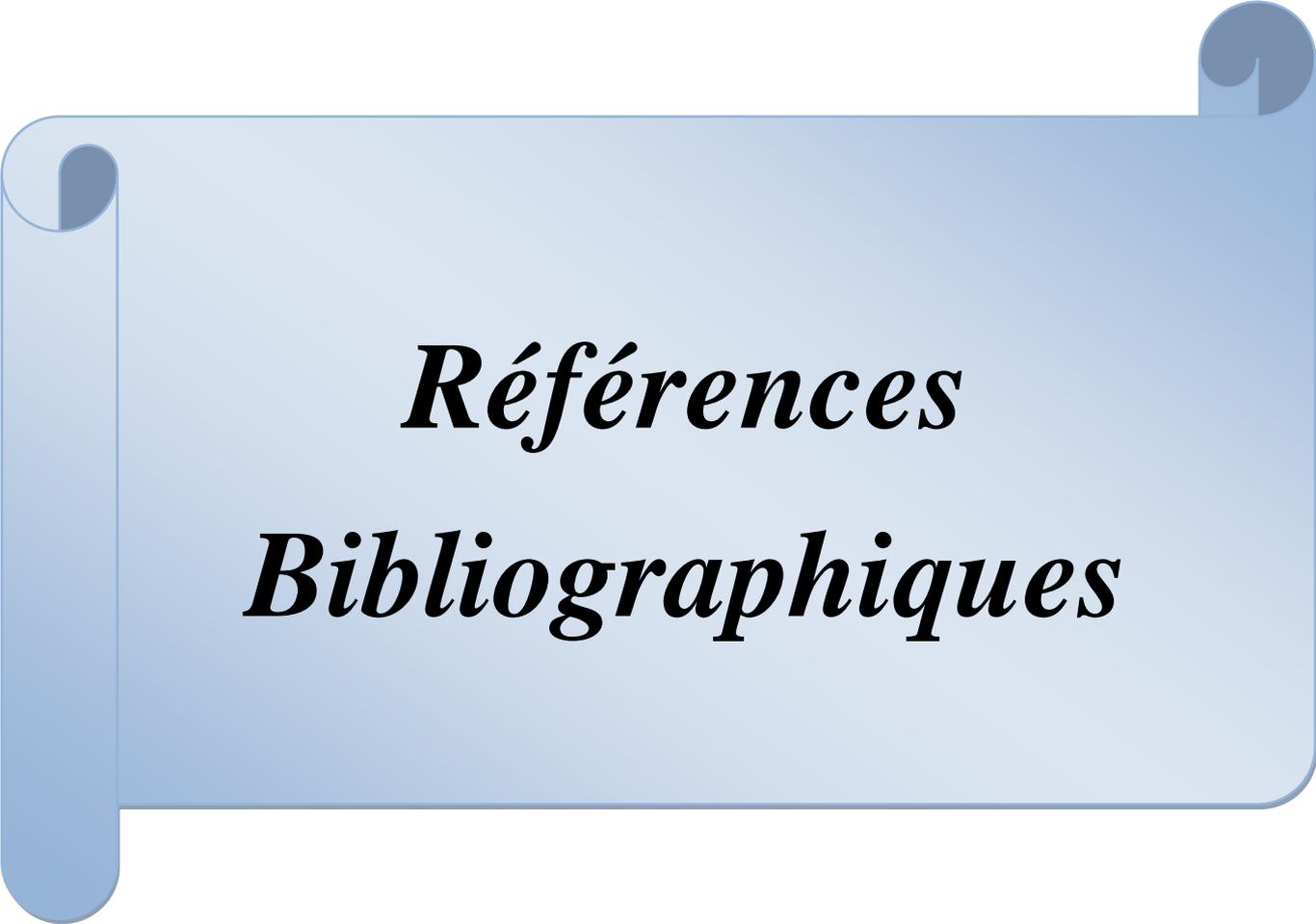


Figure : Résultats de dénombrement



***Références
Bibliographiques***

Références

- **BDESSELEM A., 1999.** 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.
- **ABDOULAYE DEMBA N'DIAYE et al., 2013.** Contribution a l'étude de la qualité physicochimique de l'eau de la rive droite de fleuve Sénégal. Laryss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 71-83.
- **AFNOR., (2001).**Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique. 6 èmeEdition.ISO 7888-1985 (F) p.73.
- **AMGHAR F, TASSADIT F,** Résurgence des maladies à transmission hydrique en Algérie : entre causes et effets.Mémoire de master en science économique.
- **AOUISSI A, 2010.** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Mémoire de magister en hydro-écologie. Université du 8 Mai 1945 du Guelma.
- **BAZIZ N., 2008.** Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé, cas da ville de Batna. Mémoire de magister en dynamique des milieux physiques et risques naturels, université colonel Elhadjlakhdar Batna, 2008.
- **BABADJEDI C. H., 2001.** Pollution, ses conséquences, ses causes et ses incidences sur la santé.
- **BENHALIMA L., 2018.** Maladies à transmission hydrique, mémoire de master en microbiologie appliqué. Université 8 Mai1945, Guelma.
- **BEN CHEHBA ET BEN HENNOUR, 2017.**Evaluation de qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source dans les localités de Miliana (Ain défila) et Ain deheb(Tiaret).Mémoire de master, université Abdelhamid ben badis-Mestaganeme, P : 134
- **BENGARNIA B., 2016.** Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oued Es-Saoura ca de Béni-Abbes, Ougarta et Zeghamra. Thèse de doctorat en biologie, option : Microbiologie Fondamentale et Appliqué.

-
- **BENZEMMA A et YESSAD D., 2011.** La surveillance des eaux de consommation au niveau de l'EPSP d'El Kseur. Mémoire de master en environnement et santé publique. Université de Bejaia, 2011.
 - **BOUCHEMAL M, HAMMOUDI C., 2016.** Analyse de la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debagh, mémoire de master en hydraulique.
 - **BOUDGAHEM W., 2015.** Evaluation du risque infectieux des réseaux d'eau dans les établissements de santé cas d'Ibn Zohr et El Hakim Okbi wilaya de Guelma. Mémoire de master en microbiologie de l'environnement. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2015.
 - **BOURGEOIS C. M., MESCLE J. F., 1996.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1 .Edition: Lavoisier .Tec et Doc .P: 260- 261.
 - **BOUSENINA H., 2018.** Analyse bactériologique des eaux de certaines écoles à la wilaya de Mila. Mémoire de master en génétique. Université des Frères Mentouri Constantine, 2018.
 - **BOUZIANE M., 2000.** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn KHADEM, Oran.
 - **BORDJAH A., 2011.** Analyse physico-chimique et microbiologique du lait demiecremeHaddadi Cherif El-Hidhab Sétif Dans le but d'obtention du diplôme de Brevet de Technicien Supérieure en Contrôle de Qualité dans les Industries Agro-alimentaire.
 - **CHARENTE, 2015.** Système d'information pour la gestion des eaux souterraines en Poitou-Charentes (rubrique la qualité).
 - **CHELLI L et DJOUHRI, 2013.** Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire demaster en génie des procédés. Université A. MIRA Bédjaia.
 - **CRE, 2005.** Comité régional de l'environnement élément extraite.
 - **DEGREMONT, 2005.** Dégrémont mémento technique de l'eau TOM 2 Lavoisier SAS-lexique technique de l'eau, paris, 10 ème édition.
 - **DEKHIL S. et ZAIBET M., 2013.** Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, Université Mohamed El Bachir El ibrahimi -Bordj Bou Arreridj.

-
- **DIOP C., 2006.** étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar.
 - **FAO / OMS, 2007.** L'eau, première édition. Organisation mondiale de la santé, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 2007.
 - **FNS, 2013.** Manuel pratique d'analyse de l'eau, 4ème édition.
 - **FESTY B, HARTEMANN P, LEDRANS M, LEVALLOIS P, PAYMENT P, TRICARD D, 003.** Qualité de l'eau In : Environnement et santé publique- fondements et pratiques, pp.333-368.
 - **GAAMOUNE, 2010.** Le rôle des bio-films d'algues dans les traitements biologiques des eaux. Thèse de magister en biologie végétale.
 - **GHAZALI D et ZAID A., 2013.** Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région meknes-Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36.
 - **Gisèle B., 2007.** Pollution des eaux et rivières et impact sur les populations riveraines : cas de la rivière Mgoua dans la zone industrielle de Douala Bassa. Master en gestion de l'eau, option environnement.
 - **GUERD H, MESGHOUNI A., 2007.** Performances de la station dessalement des eaux dans la région d'El oued. Mémoire de master en biochimie. Université KasdiMerbahOuergla, 2007.
 - **HACENE H, (2016).** Microbiologie fondamentale et Appliquée Tome1, 477p.
 - **HAMAIDA M.A et KERARMA B., 2019.** Etude de la qualité de l'eau de robinet à l'hôpital Dr BENZERDJEB (Ain t'émouchent). Mémoire de master en microbiologie appliqué. Centre universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent.
 - **HARRAT N et ACHOUR S., 2010.** Pollution physicochimique des eaux de barrage de la région d'El taraf impact sur la chloration. Larhyss journal, n°8, 47-54.
 - **HARTEMANN P, FESTY B, LEDRANS M, LEVALLOIS P, PAYMENT P, TRICARD D., 2003.** Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique- fondements et pratiques, pp.333-368.
 - **HIMMI N., FEKHAOUI M., FOUTLANE A., BOURCHIC H., EL**

-
- **MMAROUFY M., BENZAZZOUT T., HASNAOUI M. (2003).** Relazione plankton-parametrifisicichimici in un bacino di maturazione (laguna di Beni Slimane – Morocco). Rivista Di Idrobiologia. Università degli studi di Perugia, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia laboratorio Di Idrobiologia “G.B. Grassi”, 110–111p. humaine dans le bassin du fleuve Mono au Bénin Thèse de doctorat, 222 p.
 - **HOUSSOU C. J. L., 2010.** Gestion de l’eau au Bénin et ses impacts environnementaux : Cas de l’arrondissement de Houin dans la Commune de Lokossa Mémoire de maîtrise professionnelle FLASH/UAC, 68 p + annexes.
 - **JARIDE Het AMZIL K., 2012.** Optimisation de la filtration sur sable pour le traitement des eaux potables à la compagnie minière Guemassa (CMG). Licence en sciences techniques.
 - **JEAN RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll.** L’analyse d’eau- Dunod Paris, 2009, pour la 9^e édition P810
 - **JORA, 2011.** Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l’alimentation en eau des populations.
 - **KAHOUL M et TOUHAMI M., 2014.** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux de consommation de la ville d’Annaba (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre 2014, pp. 129-138.
 - **KASSIM C., 2005.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l’eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de médecine de pharmacie et d’odonto-stomatologie, université de Bamako pour obtenir le grade de docteur en pharmacie (diplôme d’état), 42p.
 - **KAZI, T. G., ARAIN, M. B., JAMALI, M. K., JALBABANI, N. AFRIDI, H. I., SARFRAZ, R. A., BAIG, J. A. & Shah, A. Q., 2009.** Assessment of water Quality of polluted lake using multivariate statistical technique: a case study. Eco-toxicology and environmental safety 72-301-309.
 - **KIVEN L., 2012.** Les eaux souterraines : captage, exploitation et gestion, université de Kinshasa Graduat 2012.
 - **LAMRIBAH A, BENAJIBA M.H, SAOUD Y, AHRIKAT M, BENZAKOUR M., 2013.** Impact de la pollution urbaine sur la contamination par les nitrates et les nitrites de la nappe phréatique de

Martil (Maroc). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp. 79-91.

- **Mohamed Ben Ali Rim 2014.** Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Thèse de magister en Ecologie et Environnement.
- **OIL, 1998.** Office international de l'eau. Qualité de l'eau dans les établissements de santé.
- **ÔMÜR P., 2004.** Determination of henrys Law constants perception. mémoire de maîtrise, Virginia polytechnic institute and state university, USA 107 P.
- **OMS, 1994.** Directive de qualité pour l'eau de boisson, 9187.
- **OMS, 2019.** WHO Media centre, rapport annuel sur le choléra, l'hépatite A, E et la poliomyélite.
- **PAYMENT P, HARTEMANN P, FESTY B, LEDRANS M, LEVALLOIS P, TRICARD D., 2003.** Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique- fondements et pratiques, pp.333-368.
- **PERRY J., 1984.** Microbiologie : cours et question de révision. Edition Dunod. Paris.
- **RICARDO, 2007.** Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable, thèse de doctorat en systèmes automatiques.
- **RODIER J., 1996.** Analyse de l'eau.-8eme Ed, Paris : Dunod.- 412p.
- **RODIER J., 1984.** L'analyse de l'eau, eaux naturels, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.
- **(RODIER, 2005). RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.
- **Romain T., 2019.** La dysenterie : amibienne, bacillaire, quelles causes, est-elle mortelle ?
- **SDE, 2005.** En savoir plus sur la qualité de l'eau, brochure d'information.-Dakar.-SDE.-1 dépliant.
- **Santé Canada (2018f).** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique — Les coliformes totaux – en cours de préparation. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa, Ontario. Disponible à l'adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/qualiteeau.html>.

-
- **STROBL R. O et ROBILLARD P. D., 2008.** Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: A review. *Journal of Environmental Management* 87, 639-648.
 - **TOUATI H, AMARAMADI A., 2013.** Qualité bactériologique et physico-chimique des eaux souterraines de la plaine de Tamlouka (nord-est de l'Algérie). Mémoire de master en microbiologie de l'environnement. Université 8 Mai 1945 de Guelma, 2013.
 - **TOURAB H., 2013.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, mémoire de fin d'études eau et environnement, Université Cadi Ayyad Marrakech.
 - **TRICARD D, FESTY B, HARTEMANN P, LEDRANS M, LEVALLOIS P, PAYMENT P., 2003.** Qualité de l'eau. In : *Environnement et santé publique- fondements et pratiques*, pp.333-368.
 - **UDEROS B., 2012.** La part de l'amibe pathogène en cas de diarrhée. Cas spécifique du centre de santé 40^{ème} CECA MWEZE en RDC. Institut supérieur des techniques médicales de Bukavu- Graduat en techniques médicales 2012.

L'étude consiste à l'évaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de bêche de certaines cités universitaires de la wilaya de Tlemcen, tout en effectuant des analyses microbiologiques afin de déterminer la potabilité des eaux et ses qualité son se référant aux normes de potabilité (algérienne et OMS).

Les résultats des analyses physico-chimiques des six cités que nous avons trouvé montrent que les paramètres étudiés répondent aux normes admissibles.

Alors que les résultats obtenus pour les analyses microbiologiques répondent effectivement aux normes algériennes, absence totale des indicateurs de contamination fécale (les coliformes fécaux,totaux, et clostridium sulfito-réducteur) pour les 6 cités. Ce qui indique l'efficacité de traitement par le chlore qui inhibe les bactéries pathogènes.

Concernant les germes totaux à 37 et 22 C°, nous avons trouvé une charge bactérienne importante presque dans toutes les citées, due peut être à des conditions de l'environnement tel que la température ou de transport

Une valeur de 4 et 3 UFC/100ml de streptocoques fécaux est enregistrée dans les deux cités (1 et 2), due d'une contamination ancienne. Cette flore n'est pas vraiment importante car après repiquage nous avons trouvés une charge nulle.

A travers ces résultats, nous constatons que ces eaux sont qualifiées de bonne qualité bactériologique.

Mots clés : eau d'bêche - qualité bactériologique, analyse physico-chimique, analyse bactériologique, normes.

Abstract :

The study consists in the evaluation of the physicochemical and bacteriological quality of the tarpaulin water of some university towns in the wilaya of Tlemcen, while carrying out microbiological analyses to determine the potability of the water and its qualities according to the standards of potability (Algerian and World Health OrganizationWHO).

The results of the physico-chemical analyses carried out for the six cities show that the parameters studied are within acceptable standards.

Whereas the results obtained for the microbiological analyses effectively meet the Algerian standards, there is a total absence of faecal contamination indicators (faecal coliforms, total, and sulfite-reducing clostridium) for the 6 cities. This indicates the effectiveness of treatment with chlorine, which inhibits pathogenic bacteria.

Concerning the total germs at 37 and 22 C°, we found an important bacterial load in almost all the cities due to environmental conditions such as temperature or transport.

A value of 4 and 3 CFU/100ml of faecal streptococci is recorded in both cities (1 and 2), due to old contamination. This flora is not really important because after transplanting we found a zero charge.

Through these results, we can confirm that these waters are qualified as being of good bacteriological quality.

Key words: tarpaulin water - bacteriological quality, physico-chemical analysis, bacteriological analysis, standards.

ملخص:

تتناول هذه الدراسة تقييم الجودة الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية لمياه خزان الاحياء الجامعية بولاية تلمسان.

أثناء إجراء التحاليل الميكروبيولوجية من أجل تحديد جودة هذه المياه وصفاتها من خلال الرجوع إلى معايير مراقبة الجودة (الجزائرية ومنظمة الصحة العالمية). تظهر نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية للمدن الست التي وجدنا أنها تلبى المعايير المقبولة. في حين أن النتائج التي تم الحصول عليها للتحليلات الميكروبيولوجية تلبى بشكل فعال المعايير الجزائرية، فإن الغياب التام لمؤشرات التلوث البرازي (القولونيات البرازية ، الكلي ، الكلوسترديوم المختزل للكبريتات) للمدن الست. هذا يشير إلى فعالية علاج الكلور الذي يمنع البكتيريا المسببة للأمراض.

فيما يتعلق بإجمالي الجراثيم عند 37 و 22 درجة مئوية وجدنا حمولة بكتيرية كبيرة في جميع الاحياء الجامعية تقريباً بسبب الظروف البيئية مثل درجة الحرارة أو النقل كما تم تسجيل قيمة 4 و3خلية/100ملا كمكورات العقدية البرازية في الاقامتين الجامعتين (1 و 2) ، بسبب التلوث القديم. يجدر الاشارة ان هذه النتيجة لا تشكل خطر من الناحية الصحية لأنه بعد الزرع تم انعدام الشحنة.

اجمالا من خلال هذه النتائج، نلاحظ أن هذه المياه ذات جودة جيدة كونها معالجة بماء الجافيل.

الكلمات المفتاحية: مياه الخزان - الجودة البكتريولوجية ، التحليل الفيزيائي الكيميائي ، التحليل البكتريولوجية، المعايير.

