



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De l'Enseignement Supérieur et De la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR –KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT : BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE : BIOLOGIE

OPTION: MICROBIOLOGIE APPLIQUEE

Thème :

**Qualité microbiologique des eaux des
réservoirs**

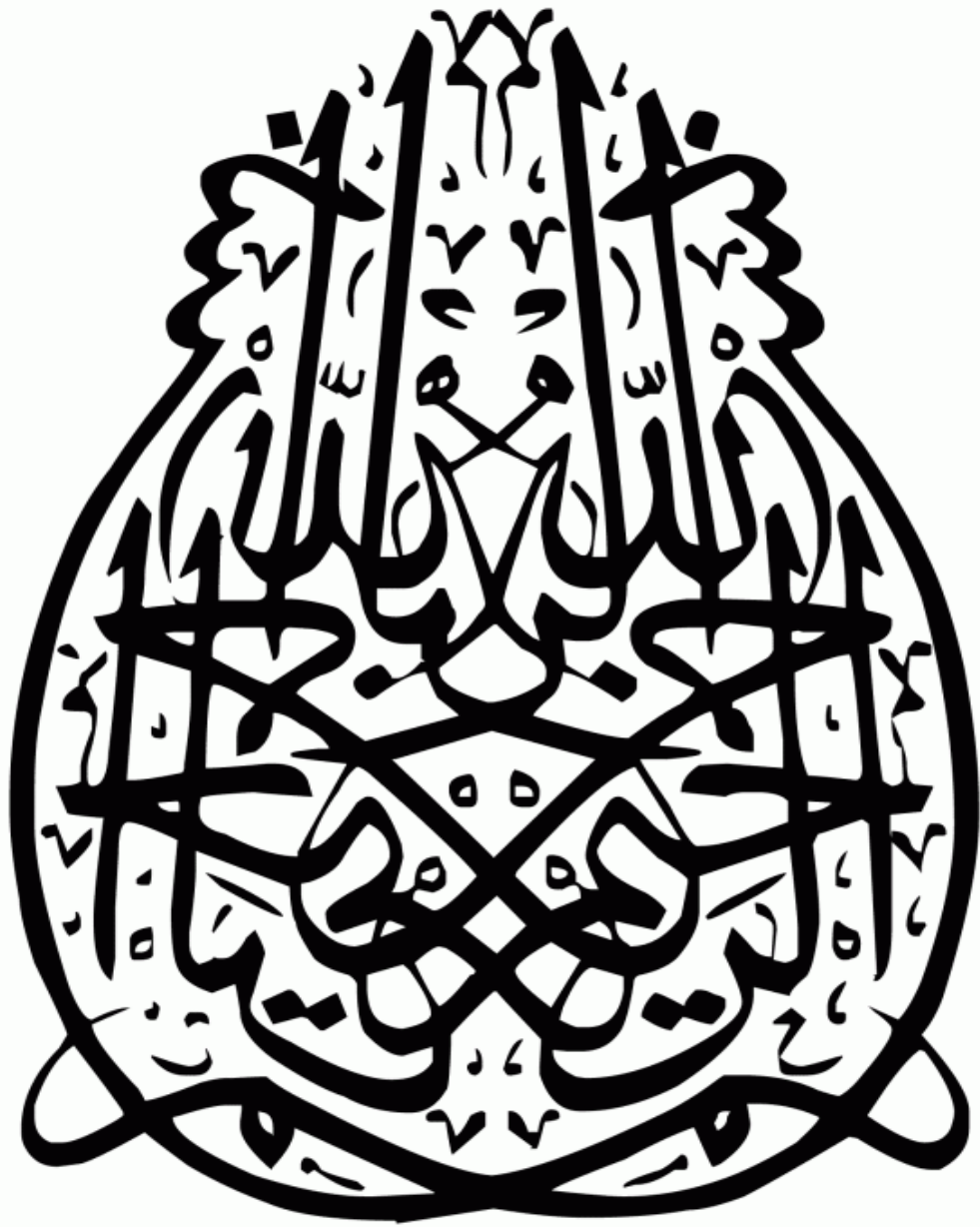
Présenté par

BOUGHERARA Naima & FERHATI Malika

Jury de soutenance :

Présidente :	NAILI Oumaima	M.C.B	Université Abbès Laghrour khenchela
Directrice :	BENREDJEM Lamia	M.A.A	Université Abbès Laghrour khenchela
Examinatrice :	HANOUNE Saida	M.A.B	Université Abbès Laghrour khenchela

Promotion Juin 2020



Remerciements

Avant tous, nous tiendrons à remercier le bon Dieu de nous avoir accordé courage et patience pour mener à terme ce travail.

*Nous remercions notre directrice de mémoire Mme **BENREDJEM Lamia** de nous avoir guider et accompagner dans ce travail, pour sa compréhension, ses précieux conseils, son humour et surtout pour sa patience.*

*Nos remerciements sont destinés aussi aux membres de jury **Dr. NAILI Oumaima** et **Dr. HANOUNE Saida** de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail et d'assister à la soutenance.*





Résumé

Résumé

L'eau est un élément indispensable pour la vie humaine et considérée comme une source naturelle pour la survie et l'exercice de diverses activités soit dans l'alimentation, l'industrie ou l'agriculture.

Cette source peut être polluée par les résidus d'activités humaines, biologiquement, chimiquement et physiquement. Egalement, l'eau est un milieu environnementale qui favorise la prolifération d'une microflore aquatique qui est capable de se réorganiser en biofilms quand les conditions environnementales changent et surtout dans les canalisations d'eau ce qui influence sur la turbidité, la sapidité et l'odeur d'eau. La présence des microorganismes (bactéries, virus, parasites) pose un problème sanitaire à cause de l'apparition de ce qu'on appelle les maladies à transmission hydriques.

La surveillance de la qualité microbiologique des eaux destinées à la consommation humaine repose sur la recherche des bactéries indicatrices de contamination fécale, celles-ci constituant les paramètres microbiologiques impératifs rattachés à la limite de qualité de ces eaux, fixés par la réglementation.

Mots clés : eau potable, réservoir d'eau, biofilms, maladies à transmission hydrique

Abstract

Water is an essential element for human life and considered a natural source for survival and the exercise of various activities either in food, industry or agriculture .

This source can be polluted by the residues of human activities, biologically, chemically and physically .

Also, water is an environment medium which favor the proliferation of an aquatic microflora which is able to reorganize itself into biofilms when the environmental conditions change and especially in the water pipes which influences the turbidity, palatability and the smell of water. The presence of microorganism (bacteria, viruses, parasites) poses a health problem because of the appearance of what are called water-borne diseases.

The monitoring of the microbiological quality of water intended for human consumption is based on the search for bacteria indicative of faecal contamination, these constituting the imperative microbiological parameters attached to the quality limit of these waters, set by the regulations.

Key words : water drinkable, biofilms, water tanks , water-borne diseases.

ملخص

تعتبر المياه عنصرا أساسيا لحياة الإنسان و مصدر طبيعي لممارسة مختلف الأنشطة سواء في التغذية، الصناعة أو الزراعة. يمكن تلويث هذا المصدر بمخلفات أنشطة الإنسان، بيولوجيا، كميائيا وفيزيائيا .

كما أن الماء وسط بيئي يساعد على تكاثر الكائنات المائية الدقيقة القادرة على إعادة تنظيم نفسها على شكل أغشية حيوية عندما تتغير الظروف البيئية خاصة في أنابيب المياه التي تؤثر على تعكر ورائحة الماء. يشكل وجود الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا ، الفيروسات والطفيليات) مشكلة صحية بسبب ظهور ما يسمى بالأمراض المنقولة عن طريق المياه.

تعتمد مراقبة الجودة الميكروبيولوجية للمياه المعدة للاستهلاك البشري على البحث عن البكتيريا التي تشير الى التلوث البرازي والتي تشكل المعايير الميكروبيولوجية الالزامية المرتبطة بحد جودة هذه المياه ، والتي تحددتها التنظيمات المختلفة

الكلمات المفتاحية: المياه صالحة للشرب، أغشية حيوية، خزانات المياه ، الأ مراض المنقولة عن طريق المياه.

Liste des abréviations

%	Pour cent
°C	Degré Celsius
CaCO₃	carbonate de calcium
CSR	<i>Clostridium</i> sulfito reducteur
°F	degré français
g/L	gramme par litre
h	heure
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
Kg	kilogramme
Km/m³	Kilomètre par mètre cube
mg/l	milligramme par litre
ml	millilitre
MTH	maladies à transmission hydrique
NTU	unité néphélométrique de turbidité
O₂	oxygène
OMS	organisation mondiale de la santé
pH	potentiel d'hydrogène
TA	titre alcalimétrique
TAC	titre alcalimétrique complet
(+)	positif
(-)	négatif
µg/l	microgramme par litre
µs/cm	micro siemens par centimètre

Sommaire	
Remerciements	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I. Généralités sur l'eau	
1. Définition de l'eau.....	02
2. Importance de l'eau.....	02
2.1. L'eau dans l'alimentation.....	03
2.2. L'eau dans l'organisme humain.....	03
2.3. L'eau dans les aliments.....	03
2.4. L'eau dans l'industrie.....	04
2.5. L'eau dans l'agriculture.....	04
3. Sources naturelles de l'eau.....	04
3.1. Les eaux de pluie.....	04
3.2. Les eaux de mer.....	04
3.3. Les eaux de surface.....	05
3.4. les eaux souterraines.....	05
3.5. Les eaux usées.....	05
4. La pollution de l'eau.....	05

4.1. Différents types de pollution de l'eau.....	06
4.1.1. Pollution biologique.....	06
4.1.2. Pollution chimique.....	06
4.1.3. Pollution physique.....	07
4.2. Conséquences de la pollution.....	07
5. Biofilms.....	08
5.1. Définition.....	08
5.2. Formation du biofilm.....	08
5.3. Biofilms dans les réseaux de distribution d'eau potable.....	09
5.4. Conséquences de la présence d'un biofilm sur le réseau de distribution.....	10
6. L'eau potable.....	10
6.1. Définition.....	10
6.2. Classification.....	10
6.3. Aspect réglementaire.....	11
6.3.1. Normes microbiologiques.....	11
6.3.2. Normes physico-chimiques	11
Chapitre II. Qualité de l'eau	
1. Les microorganismes de l'eau.....	13
1.1. Les bactéries.....	13
1.1.1. Germes totaux.....	13
1.1.2. Coliformes totaux.....	13
1.1.3. Coliformes thermotolérants.....	13

1.1.4. Streptocoques fécaux.....	14
1.1.5. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur.....	14
1.2. Les bactéries spécifiques	15
1.2.1. <i>Salmonella</i>	15
1.2.2. <i>Légionella</i>	15
1.2.3. <i>Shigella</i>	16
1.2.4. <i>Vibrio cholerae</i>	16
1.3. Les virus	16
1.4. Les protozoaires	17
1.5. Les parasites	17
2. Les maladies à transmission hydrique.....	17
2.1. Maladies hydriques d'origine bactérienne	18
2.1.1. Le choléra.....	18
2.1.2. La fièvre typhoïde et paratyphoïde.....	18
2.1.3. Shigellose.....	19
2.2. Maladies hydriques d'origine virale.....	19
2.2.1. Les hépatites virales	19
2.2.2. La poliomyélite.....	20
2.3. Maladies hydriques d'origine parasitaire	20
2.3.1. L'ambiase	20
2.3.2. Les giardiasis	21
2.3.3. Le paludisme	21

2.3.4. Shistosomoses	21
Conclusion	22
Références bibliographiques	23

Liste des figures

Figure	Page
Figure 1. La molécule d'eau	02
Figure 2. La formation du biofilm	09

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau 1. Normes OMS et Algérienne des paramètres physico-chimiques pour l'eau potable	12
Tableau 2. Paramètre bactériologiques de l'eau potable	15



Introduction

L'eau est un élément indispensable pour toute vie (**Margat et Andréassian, 2008**). Pour l'homme, l'usage de l'eau a de nombreuses finalités. C'est en premier lieu un élément naturel indispensable à la survie et à la satisfaction des besoins domestiques, c'est également un patrimoine culturel et social qui est fortement présent dans la Vie quotidienne de l'homme. L'eau est une source de bien être et de progrès, mais aussi, une richesse nécessaire à toutes les activités humaines. Elle est indispensable à toute forme de vie; elle est nécessaire à la santé, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, les loisirs, la navigationetc (**Bouziani, 2000**).

L'eau n'est pas toujours source de vie. Elle peut véhiculer de nombreux microorganismes : bactéries, virus et protozoaires qui y vivent et s'y développent. La bonne qualité de l'eau constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. Les microorganismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau sont très nombreux et variés. Leur présence est toujours liée à une pollution fécale de celle-ci (**Bengarina, 2016**). Selon l'OMS, l'eau est l'une des causes de nombreux maladies et de mortalité dans le monde : en 2003, environ cinq millions de décès étaient imputables à une eau de mauvaise qualité, qui transmet Choléra, typhoïde diarrhées notamment (**Lasserre et Descroix, 2005**). Cependant, il est difficile de mettre en évidence les germes en cause d'une part, parce qu'ils sont trop nombreux pour faire l'objet d'une recherche spécifique et d'autre part parce que leur identification demeure souvent difficile voire impossible (virus) de plus, leur durée de vie dans l'eau est parfois très courte. L'analyse bactériologique est donc une action obligatoire de l'expertise sanitaire car elle permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau ; elle permet également de contrôler l'efficacité de la préservation ou du traitement (**Bengarina, 2016**).

Les réservoirs d'eau qui permettent le captage et le stockage d'eau imposent un problème sanitaire à cause de leur qualité qui est influencée par différents facteurs. L'objectif de notre travail est de connaître la qualité microbiologique des eaux des réservoirs. Afin d'aboutir aux objectifs, notre travail sera consacré sur :

- le premier chapitre porte sur des généralités sur l'eau ainsi que les réservoirs ;
- Le deuxième chapitre est consacré à la qualité microbiologique de l'eau ainsi que les microorganismes de l'eau et les différentes MTH qui affectent la santé publique.



Chapitre I. Généralités sur l'eau

1. Définition de l'eau

L'eau est un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C (212°F) et solide en dessous de 0°C (32°F) (Chelli et Djouhri, 2013).

Une molécule d'eau est formée de deux atomes d'hydrogènes liés à un atome d'oxygène par des liaisons covalentes ou homopolaires qui, au contraire des forces ioniques agissent entre des atomes neutres.

L'eau est un excellent solvant. En effet l'eau est le liquide qui dissout le plus grand nombre de substance (Musy et Higy, 2004).

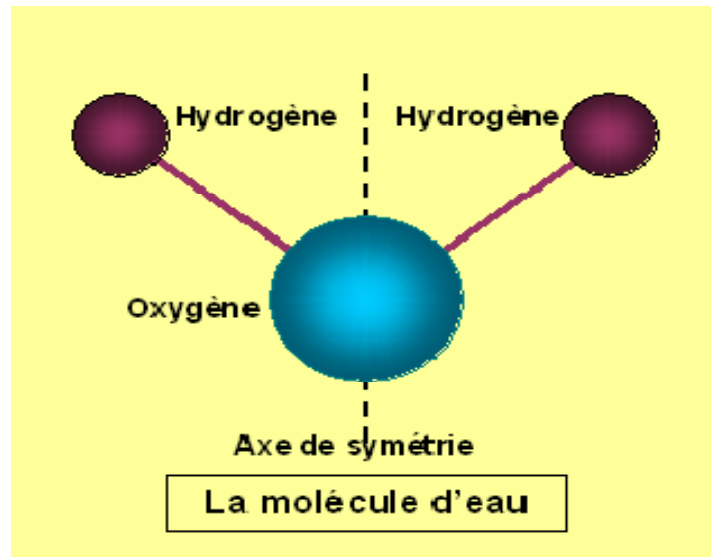


Figure 1. La molécule d'eau (Chelli et Djouhri, 2013).

2. L'importance de l'eau

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc.; sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation.

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. **(Mansour et Djaballah, 2016).**

2.1. L'eau dans l'alimentation

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants.

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2.2 litres dont 1.2 litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments. **(Mansour et Djaballah, 2016).**

2.2. L'eau dans l'organisme humain

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme. Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement. **(Mansour et Djaballah, 2016).**

2.3. L'eau dans les aliments

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation. Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible. Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation. **(Mansour et Djaballah, 2016).**

2.4. L'eau dans l'industrie

L'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins : de façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.

De façon indirecte: dans la production de différents aliments. Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers. **(Mansour et Djaballah, 2016).**

2.5. L'eau dans l'agriculture

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 -1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja).

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions **(Mansour et Djaballah, 2016).**

3. Les sources naturelles de l'eau

3.1. Les eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous, comme les sels de magnésium et de calcium **(Arrouf, 2019).**

3.2. Les eaux de mer

est principalement caractérisée par sa salinité qui varie de 33 à 37 g/l selon sa situation géographique et climatique : la température, précipitations et évaporation, latitude et profondeur .elle contient en solution principalement des composés minéraux cationiques (sodium magnésium, calcium), des composés anioniques (chlore, brom,

iode, fluor, sulfates, bicarbonates) et des gaz dissous (gaz carbonique, oxygène, azote) **(Boussaboua, 2002)**.

3.3. Les eaux de surface

Les eaux de surface proviennent surtout des pluies; elles sont constituées d'un mélange d'eau de ruissellement et d'eaux souterraines.

Les eaux de surfaces sont constituées également par les lacs, les retenues d'eau de pluie, les réservoirs de stockage d'eau et les divers procédés de retenue d'eau (citerne de récolte d'eau de pluie par exemple pour les habitants des fermes) **(Bouziyani, 2000)**.

3.4. Les eaux souterraines

Les nappes d'eau souterraines sont des nappes phréatiques, contenues dans les espaces interstitiels des particules de roches sédimentaires et dans les fissures des roches compactes. L'eau des nappes souterraines se maintient généralement à une température à peu près constante, très proche de la température moyenne annuelle de la région **(Bouziyani, 2000)**.

3.5. Les eaux usées

Sont des eaux initialement potables ou à usage industriel souillées par les activités domestiques et industrielles humaines. Quand elles sont d'origine domestique, elles sont en majeure partie formée d'excréments humains dilués dans les eaux de lavage (toilette, lessive vaisselle ...). Les eaux usées industrielles sont de composition beaucoup plus variée, directement liée à la nature de l'activité. Selon leur origine, les eaux usées sont susceptible de contenir toutes sortes de polluants d'origine biologique ou chimique **(Boussaboua, 2002)**.

4. La pollution de l'eau

La pollution ou la contamination de l'eau peut être ainsi définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets

industriels. La pollution de l'eau est l'introduction de n'importe quelle substance dans une rivière, un cours d'eau, un lac, ou dans l'océan qui altère les ressources naturelles de cet environnement. Il s'agit parfois d'objets fabriqués par l'homme comme des sacs en plastique, des capsules de limonade, du fil de pêche, des balles ou mêmes des chaussures. Mais le plus souvent, la pollution de l'eau n'est pas visible. Des produits agricoles fertilisants ou des produits chimiques industriels sont des sources de pollution de l'eau difficile à voir. Nos activités quotidiennes comme la chasse des toilettes, le lavage des aliments, le nettoyage des voitures sont aussi une cause de pollution de l'eau (**Boucenina, 2018**).

4.1. Différents types de pollution de l'eau

4.1.1. La pollution biologique

On distingue deux catégories de polluants d'origine biologique : les microorganismes et les matières organiques biodégradables. Les microorganismes comprennent principalement des bactéries mais aussi des protozoaires, des champignons et des virus .ils proviennent tous des matières fécales dont ils représentent environ 10 % du poids. Cette pollution soulève dans bien des cas de sérieux problèmes d'hygiène publique et d'épidémiologie. Car, non traités, ces rejets contiennent des microorganismes pathogènes visibles qui sont alors transportés par les eaux et disséminés sur leurs parcours.

La présence de matière organique naturelle est une caractéristique fondamentale des eaux de surface et des eaux peu profondes .son origine principale est le drainage des sols où s'accumulent des matières végétales plus ou moins décomposées. Les digestions animales en fournissent également une partie, ainsi que les rejets de l'industrie agroalimentaires. Les rejets urbains peuvent représenter un pourvoyeur majeur en composés organiques qui peuvent atteindre dans certains cas près de 1 Kg/m³, dont plus de la moitié sous forme dissoute (**Boussaboua, 2002**).

4.1.2. Pollution chimique

Peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Le risque chimique est lié à la présence de constituants géologiques ou de contaminants issus des activités humaines (aménagement, industrie, agriculture). L'utilisation excessive d'engrais pour

l'agriculture et l'élevage apporte une présence d'azote et de phosphore en quantité excessive dans les cours d'eau. Les algues de surface prolifèrent rapidement entraînant une diminution de la luminosité et surtout une consommation importante d'oxygène dissous dans l'eau ; c'est le phénomène d'eutrophisation. L'oxygène n'est alors plus en quantité suffisante pour les organismes supérieurs (**Arab et Oudafal, 2015**).

4.1.3. Pollution physique

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau; qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourds que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau).

La pollution physique désigne autre type de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz, et la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire) (**Bennana, 2013**).

4.2. Les conséquences de la pollution

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en Oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique.
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau (**Zouage et Belhadj, 2017**).

5. Les biofilms

5.1. Définition

Un biofilm est une communauté de différents micro-organismes aérobies ou anaérobies (bactéries, champignons, algues, protozoaires, etc.) qui se caractérisent par des cellules fixées les unes aux autres, l'ensemble ainsi formé étant lui-même fixé à une surface non toxique (bois, verre, plastique, métal sauf cuivre, poisson, etc.), dans toutes les positions d'orientation de la surface, dans un milieu où l'humidité est au-dessus du point de saturation ou bien dans un milieu aquatique. Les micro-organismes sécrètent une matrice complexe de substances exopolymériques appelés classiquement EPS, sécrétion dans laquelle serait impliqué le système de « Quorum Sensing ». La matrice est composée essentiellement de polysaccharides et poly-protéines qui se regroupent et facilitent l'adhésion à la surface. L'ensemble de micro-organismes et les exopolymères forment souvent une couche protectrice visqueuse et développent une résistance aux méthodes de désinfection chimique, physique et parfois de détachement mécanique (Alnnasouri, 2010).

5.2. La formation des biofilms

1. la phase de transport et d'attachement des cellules vers un substrat, ainsi que la création de ce qu'on appelle un film de conditionnement
2. l'adhésion des cellules de façon réversible avec la production d'EPS
3. le début de la croissance microbienne et de l'évolution de l'architecture du biofilm avec le développement des micro-colonies primaires
4. la maturation du biofilm avec le développement des colonies
5. le détachement microbien ou le détachement de colonies de biofilm en réponse aux conditions hydrodynamiques.

Suite au détachement, les microorganismes (ou colonies) sont dispersés à nouveau dans le milieu environnant, où ils peuvent coloniser d'autres portions de la surface (Medeiros, 2017).

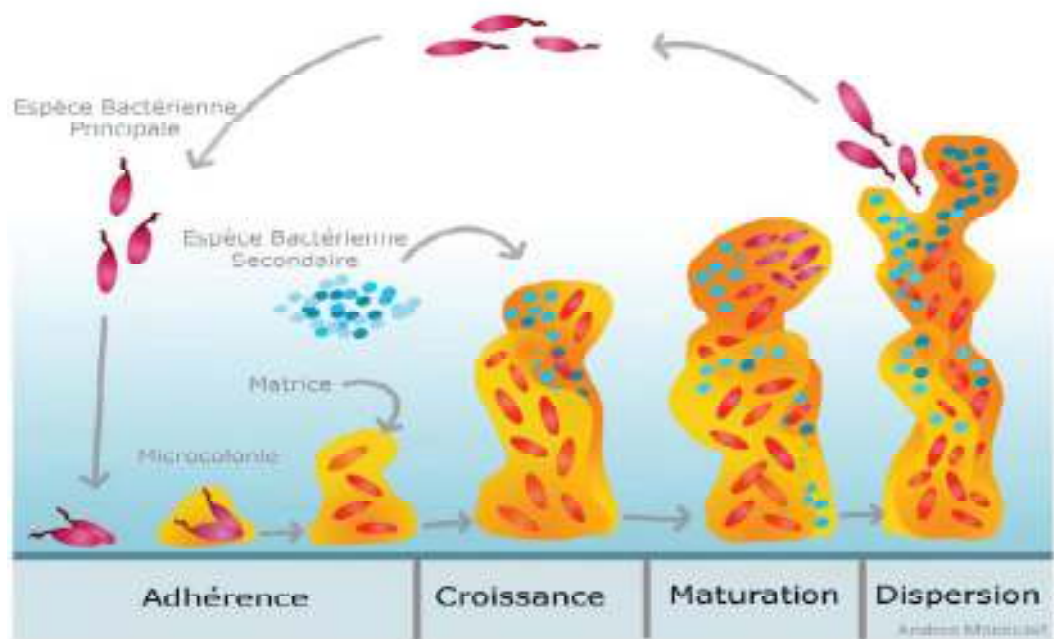


Figure 2. La formation d'un biofilm (Chibi, 2014).

5.3. Biofilms dans les réseaux de distribution d'eau potable

La colonisation des canalisations des réseaux de distribution d'eau potable est également un problème majeur, malgré l'addition de biocide. L'ajout de chlore permet d'obtenir des comptages bactériens en dessous des limites sanitaires mais les bactéries protégées au sein du biofilm sont toujours viables.

Les réseaux de distribution d'eau potable sont continuellement exposés à un flux de matière organique biodégradable et de microorganismes allochtones (bactéries, champignons, protozoaires...), provenant de l'usine de traitement des eaux, mais aussi d'incidents (cassures / réparations) sur le réseau lui-même. Une partie de ces microorganismes (bactéries hétérotrophes en particulier) s'adapte à cet environnement ultra-oligotrophe même en présence de chlore, et peut ainsi coloniser l'ensemble d'un réseau de distribution d'eau. Les microorganismes adhèrent, se multiplient et bénéficient d'un avantage nutritif réel, et d'une protection contre les agents oxydants dont la diffusion est limitée au niveau de l'interface eau-matériau au travers de la couche limite (Meddour, 2012).

5.4. Conséquences de la présence d'un biofilm sur le réseau de distribution

Ces conséquences sont multiples et concernent aussi bien les populations bactériennes, que les caractéristiques physiques du réseau :

- les bactéries accumulées au niveau d'un biofilm constituent le premier maillon d'une chaîne alimentaire et ainsi favorisent le développement de macroorganismes ;
- certains types bactériens peuvent induire, par leur présence ou leur activité métabolique, une augmentation de la turbidité, de la sapidité et de l'odeur de l'eau ;
- certaines bactéries peuvent accélérer le phénomène de corrosion. Le terme de biocorrosion est alors utilisé ;
- une augmentation du nombre de non-conformités par rapport aux critères microbiologiques de qualité de l'eau destinée à la consommation peut être observée au sein de réseaux abritant des biofilms (problème d'arrachement des biofilms). Le développement de bactéries nitrifiantes dans des zones d'anoxie, peut également entraîner des non-conformités, avec dépassement de la norme pour les nitrites (**Gauthier, 2002**).

6. L'eau potable

6.1. Définition

Etymologiquement, est une eau qui peut être bue .l'eau salé n'est pas potable, l'eau douce l'est mais dans son sens moderne et réglementaire, toute eau douce n'est pas forcément potable. Elle doit être limpide, pure, dépourvue d'odeurs, de substance toxiques et de microbes et virus pathogènes. Des normes sont fixées qui déterminent si une eau est légèrement potable (**Albouy, 2008**).

6.2. Classification

Eaux du robinet

Ces eaux proviennent de captage d'eaux superficielles (cours d'eau, lac... etc.), de nappes ou de sources souterraines. Ces eaux subissent plusieurs traitements avant leur distribution (**Amirat et Neciri, 2017**).

Eaux embouteillées

Elles doivent provenir de nappes souterraines très protégées et mises à l'abri de toute souillure, Elles sont mises dans des bouteilles en plastique ou en verre (**Amirat et Neciri, 2017**).

6.3. Aspect réglementaire

L'OMS publié un excellent ouvrage intitulé Directives pour la qualité de l'eau de boisson, vol 1,2 et 3 (OMS 1984b) le volume 1 traite des valeurs indicatives le volume 2 contient des monographies consacrées à chaque contaminant, tandis que le volume 3 fournit des informations sur la gestion de l'approvisionnement en eau dans les petites communautés rurales. Dans cet ouvrage, l'OMS admet qu'il est impossible d'appliquer universellement des normes strictes car cela risquerait de priver d'eau les populations ; au lieu de cela on a élaboré un ensemble de valeurs indicatives portant sur plus de 60 paramètres (**Food and Agriculture Organization of the United Nation, 1999**).

6.3.1. Normes microbiologiques

L'eau distribuée aux consommateurs doit être exempte de polluants biologiques, comme les bactéries et les virus pathogènes.

Dans un réseau d'eau potable, les critères de qualité bactériologique recommandés sont les suivants :

Les coliformes ne doivent pas être décelés dans deux échantillons successifs de 100 ml.

Aucun échantillon d'eau prélevée ne doit contenir plus de 10 coliformes par 100 ml.

Aucun échantillon de 100 ml ne doit contenir *d'Escherichia coli* .(**Bouziyani, 2000**).

6.3.2. Normes physico-chimiques

La régularité des maladies d'origine hydrique dues aux pathogènes microbiologiques peut avoir des manifestations rapide et/ou à court terme suivant le type de microbe. De même les contaminants chimiques de l'eau peuvent engendrer

aussi d'épidémies qui ne sont à majorité détectable à long terme après la contamination du point d'eau comme dans le cas de l'arsenic. Le suivi de la qualité physico-chimique de l'eau destinée à la consommation est nécessaire pour s'assurer que leur teneur demeure en deçà des valeurs pouvant engendrer une toxicité chez l'homme comme stipulé par les normes de qualité des eaux potable de l'OMS. Les paramètres régulièrement suivi lors des contrôles de qualité physico-chimiques comprennent : le pH, les teneurs en pesticides (nitrite, nitrate, potassium....) (Arrouf, 2019).

Tableau 1. Normes OMS et algériennes des paramètres physico-chimique pour l'eau potable (OMS, 2003 ; Redjem et Rahmoni, 2018).

Substance	Unité	Normes OMS	Normes algérienne
Turbidité	NTU	<2,5	<2
Température	C°	<25	<5
TA	Mg /L	<15	<5
TAC	Mg /L	<15	<
Calcium	Mg /L	<270	<200
Magnésium	Mg /L	<50	<150
Chlorure		<250	<500
Concentration en ions hydrogène	PH	≥ 6,5 et ≤ 9,5	≥ 6,5 et ≤ 9
Dureté	Mg /L de CaCo3	<500	<500
Conductivité à 20°C	µS/cm	<2100	<2800
Ammonium	mg/l	<0,5	<0,5
Potassium	mg/l	<20	<12
Aluminium	mg/l	<0,2	<0,2
Cadmium	µg/l	<3	<3
Cuivre	mg/l	<2	<2
Oxygène dissous	O ₂	<6,5	Pas de valeur guide
Fluorure	mg/l	<1,5 jusqu'a 10	<1,5
Fer	mg/l	<0,3	<0,3
Manganèse	mg/l	<0,4	<0,05
Nitrate	mg/l	<50	<50
Nitrite	mg/l	<0,1	<0,1
Oxydabilité	mg/l O ₂	<5	<5
Sulfate	mg/l	<400	<400
Zinc	mg/l	<3	<3
Phosphate	mg/l	<0,5	<0,5
Cyanure	mg/l	<0,07	<0,07
Résidu sec	mg/l	<1500	<2000



Chapitre II. Qualité de l'eau

1. Les microorganismes de l'eau

Dans l'eau se trouvent des bactéries «banales» autotrophes vivant grâce aux éléments présents dans les eaux conformément à leurs types trophiques, des bactéries «pathogènes» dont la présence est accidentelle ; on y trouve également des virus (bactériophages banaux, bactériophages de bactéries pathogènes dont la présence est accidentelle et des virus de l'homme et des animaux dont la présence est également accidentelle) (Vilaginès, 2010).

1.1. Les bactéries

1.1.1. Germes totaux

Le dénombrement des germes totaux concerne surtout les bactéries aérobies mésophiles revivifiables après 72 h d'incubation à 30°C dans un milieu (Tourab, 2013).

1.1.2. Coliformes totaux

Comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives GRAM négatives, non sporulées, cytochrome, oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48heurs à 35°C (Desjardins, 1997).

1.1.3. Coliformes thermotolérants

Comprend les coliformes pouvant former de gaz en moins de 24 h à 44.5° C. On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. Etant donné que cette particularité est associée à la contamination fécale, on utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes. Ce qui permet de détecter la présence d'organismes pathogènes à la source (Desjardins, 1997).

- *Escherichia coli* est l'hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud ; c'est un coliforme fécal, germe indicateur de contamination fécale dans les eaux et les aliments.

Les souches d'*E. coli* responsables d'infection chez l'homme sont différentes de celles qui constituent l'espèce dominante de la flore intestinale aérobies des adultes et des enfants.

Différents groupes ou classes d'*E. coli* sont impliqués dans des syndromes diarrhéiques chez l'homme et les jeunes enfants dans les pays en voie de développement (PDV) ou les pays développés selon les cas :

- *E. coli* entérohémorragique ETEC ou ECET, agent de la diarrhée du voyageur et de diarrhées infantiles l'infection faisant suite à la consommation d'eau ou d'un aliment contaminé ;
- *E. coli* entéropathogène (EPEC ou ECEP) agent de gastro-entérite infantile ;
- *E. coli* entérohémorragique (EHEC) agent de colites hémorragique **(Delarras, 2014)**.

1.1.4. Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de lance Field. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales Gram positifs ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chainettes, se développent le mieux à 37°C et peuvent vivre également plus longtemps dans l'eau que les coliformes fécaux. Ils possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz **(Haouam et Serdouk, 2018)**.

1.1.5. *Clostridium* sulfito-réducteurs (CSR)

Sont des bacilles Gram positif, anaérobie strict capables de sporuler, réduisant les sulfites en sulfure, Hôte normaux de l'intestin. Ils peuvent également être d'origine tellurique. Leurs spores sont recherchées dans l'eau comme indice de contamination fécale ancienne. Dans les eaux, les formes sporulées plus résistantes que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques du groupe D, permettant de déceler une contamination fécale ancienne. Elles sont mises en évidence par culture à 37°C en 24 heures mais ce sont aussi des germes telluriques et l'origine fécale n'est pas certaine lorsqu'ils sont seuls à être retrouvés **(Caroline et al,2002)**.

Tableau 2. Paramètre bactériologique de l'eau potable (Arrouf, 2019).

Facteur	Selon l'OMS 2002	Selon le JORA 2011
Germes totaux	100 / 100 ml	100 / 100 ml
Coliformes totaux	0 / 100 ml	0 / 100 ml
Coliformes fécaux	0 / 100 ml	0 / 100 ml
Streptocoques fécaux	0 / 100 ml	0 / 100 ml
<i>Clostridium</i> Sulfito-Réducteurs	0 / 100 ml	0 / 100 ml

1.2. Les bactéries spécifiques

1.2.1. *Salmonella*

Les *Salmonella* sont essentiellement des parasites intestinaux de l'homme et des animaux vertébrés. Elles peuvent cependant être disséminées dans l'environnement par les excréta. Si elles ne peuvent s'y multiplier, elles peuvent y survivre en particulier dans le sol pendant plusieurs semaines voire plusieurs mois si les conditions de température, de pH et d'humidité sont favorables. Les *Salmonella* présentent tous les caractères de la famille des Enterobactériaceae: bacilles Gram négatifs, aéroanaérobies facultatifs, mobiles, asporulées, catalase (+), oxydase (-), réduisant les nitrates en nitrites, fermentant le glucose avec production de gaz (à l'exception de *S. typhi*) mais ne fermentent pas le lactose. Elles ne produisent pas d'uréases, de désaminases, de gélatinases ni d'indole. En revanche la plupart des souches produisent de l'hydrogène sulfuré et une lysine décarboxylase (Aouissi, 2010).

1.2.2. *Légionella*

Agent causal de la maladie des légionnaires. Le réservoir est principalement hydrique .les sources de contamination incriminées lors d'épidémie sont les installations qui favorisent la multiplication des légionnelles dans l'eau avec une température avoisinant 37°C suivie d'une aérosolisation. Parmi celles-ci, on trouve les circuits d'eau chaude sanitaire (douches) les climatisations.

La maladie est le plus souvent caractérisée par une pneumonie aigue présentant une large spectre de signes chimiques allant de la toux avec fièvre modérée jusqu'à la détresse respiratoire (**Vilaginès, 2010**).

1.2.3. *Shigella*

Sont des entérobactéries de culture aisée notamment en milieu de MacConkey, en milieu SS (salmonelles-schigelles), ou sur agar de xylose lysine deoxycholat, on les identifiait auparavant par leurs caractères biochimiques « galerie biochimique » des entérobactéries.

On distingue 4 sous groupes de shigelles. Les sous groupes A (bacille de shiga ou *Shigella dysenteriae*) présente une virulence primaire invasive, couplé par la suite à l'élaboration d'une toxine à action entérotoxique (endotoxine responsable de destruction muqueuse locale) et neurotoxique (exotoxine). Les trois espèces des sous groupes B (*Sh. flexneri*), C (*Sh. boydii*) D (*Sh. sonnei*) n'élaborent pas de toxine et déterminent des dysenteries nettement moins graves que le bacille de Shiga (**Gentilini, 2012**).

1.2.4. *Vibrien de cholerae*

La bactérie se multiplie dans l'intestin de l'homme (malade ou porteur sain) ainsi que dans les eaux contaminées par les matières fécales. L'homme se contamine par voie orale à partir d'eau ou d'aliment (poissons, coquillage), souillés par les selles des malades cholérique ou de porteurs sains : cycle oro-fécale. Il existe deux grands cycles de transmission :

- un cycle court où le vibrien passe de main en main par contact directe ou indirecte ;
- un cycle long correspondant à la contamination des eaux de boissons et des aliments (en particulier crustacés, fruits de mer, qui filtrent de très important volume de l'eau (**Bengarina, 2016**).

1.3. Les virus

Les virus sont des microorganismes infiniment plus petits et plus résistants dans l'eau. Ce sont des microorganismes qui ont un métabolisme spécifique, ils ne peuvent se

multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante. Leur présence dans l'eau est liée à une élimination humaine, par les selles, plus rarement par les urines ou les excréctions nasopharyngées. L'élimination peut être très importante, ainsi au cours d'une poliomyélite, un seul cas peut éliminer quotidiennement 10^4 à 10^5 virions par grammes de selles (Bouziani, 2000).

1.3. Les protozoaires

Sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. la plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites , c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle vital une forme de résistance , aoeelée kyste qui peut être véhiculer par les eaux usées . Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivres plusieurs semaines voire même plusieurs années. En revanche, 10 à 30 kystes, est une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires (Amaghar et Tassadit, 2017).

1.4. Les parasites

Sont généralement véhiculés dans l'eau sous forme : d'œufs, de kystes ou de vers. Ils ne sont pas détruits par la chloration et par les autres méthodes de désinfection chimique. Les parasites dans l'eau peuvent être éliminés mécaniquement à l'aide d'une bonne filtration de l'eau de boisson (Bouziani, 2000).

2. Les maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (appelées également maladies des mains sales ou maladies des canalisations) constituent un groupe de maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestives (diarrhées, vomissements ...) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs, comme la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté.

Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission.

On peut les répartir en trois catégories :

- Les maladies à transmission hydrique causées par les microorganismes fécaux-oraux et substances toxiques
- Les maladies à support hydrique dues aux organismes aquatiques (Bilharziose)
- Les maladies transmises par les nombreux vecteurs vivant dans l'eau (moustiques, mouche tsé-tsé ...), dont les plus graves affections sont représentées par le paludisme et la fièvre jaune (**Bouziati, 2000**).

Les maladies d'origine hydrique englobent le choléra, la typhoïde, la shigellose, la polio, la méningite et l'hépatite A et B. Les êtres humains et les animaux peuvent être les hôtes des bactéries, des virus et des protozoaires qui causent ces maladies. Des millions de gens n'ont guère accès, pour leur hygiène personnelle, à une évacuation contrôlée des eaux usées ou à une eau salubre. On estime que 3 milliards d'êtres humains, par exemple, n'ont pas de toilette sanitaire. Plus de 1.2 milliard de personnes courent des risques parce qu'ils n'ont pas accès à de l'eau salubre. Les maladies diarrhéiques, qui sont les principales maladies d'origine hydrique, sont prévalentes dans de nombreux pays où l'épuration des eaux usées est insuffisante. En pareil cas, les déchets humains sont évacués à ciel ouvert dans des latrines, des fossés, des canaux et des cours d'eau, ou sont épandus dans les champs. On estime qu'il y a chaque année 4 milliards de cas de maladies diarrhéiques qui causent entre 3 et 4 millions de morts, surtout parmi les enfants (**Boucenina, 2018**).

2.1. Les maladies hydriques d'origine bactérienne

2.1.1. Le choléra

Le choléra est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Il se caractérise par une diarrhée profuse à grains riziformes. Elle s'accompagne de vomissement et de douleurs épigastriques avec anurie et crampes musculaires. Son évolution est mortelle en l'absence de réhydratation et d'antibiothérapie (**Vilaginès, 2010**).

2.1.2. La fièvre typhoïde et paratyphoïde

Ce sont de variables septicémie dues à des salmonelles : *Salmonella typhi* et *paratyphi* A, B et C. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales accompagnées d'un abattement extrême et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelle : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaires, atteintes hépatiques, respiratoires et neurologiques.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eau contaminées par des matières fécales d'aliments avariés ou encore par des mains sales (**Vilaginès, 2010**).

2.1.3. Shigelloses

La transmission est souvent directe des malades à leur entourage, expliquant le potentiel épidémique de la maladie. Elle est parfois indirecte par l'intermédiaire d'eau et surtout d'aliments souillés par les déjections virulente d'un malade. Les mouches peuvent transporter passivement les shigelles.

Le syndrome dysentérique comporte des douleurs coliques, des épreintes et surtout l'émission de selles innombrables (jusqu'à 100 par 24 heures), a fécale faites de mucus, de pus et de sang; les « crachats rectaux » alternent en fait souvent avec des selles diarrhéiques les vomissements sont fréquents (**Gentilini, 2012**).

2. 2. Les maladies hydriques d'origine virale

2.2.1. Les hépatite virales

- **l'hépatite A** : également nommée hépatite infectieuse, elle est provoquée par un virus de la famille des *Picornaviridae*. Sa transmission est oro-fécale le virus de l'hépatite A se distingue des autres agents viraux par sa longue période d'incubation (2 à 6 semaines) et son aptitude à diffuser via de l'estomac vers l'intestin et le foie. Il induit souvent un ictère avec jaunissement de la peau mais ne conduit que rarement à un dysfonctionnement hépatique chronique (**Vilaginès, 2010**).
- **l'hépatite E** : le virus de l'hépatite E se transmet principalement par la voie oro-fécale elle propage principalement par le biais de la contamination fécale de l'approvisionnement en eau ou en nourriture. Des épidémies d'hépatite E se

produisent le plus souvent après de fortes pluies et après les moussons en raison de la

- perturbation de l'approvisionnement en eau qu'elles entraînent. la transmission directe de personne à personne est rare d'autres voies de transmission ont été recensées à savoir :
 - la transmission par les aliments due à l'ingestion de produits dérivés d'animaux infectés
 - la transmission zoonosique de l'animal à l'homme (**Olivier et Duvivier, 2013**).

2.2.2. La poliomyélite

Est une maladie du système nerveux centrale. Une fois que le virus pénètre dans l'organisme par la bouche, il se loge dans l'intestin, ou parfois dans le pharynx. La poliomyélite entraîne une paralysie qui frappe le plus souvent les nourrissons et les jeunes enfants dans les pays industrialisés avant l'opère de la vaccination ; dans les pays en développement 65 à 75% des cas surviennent aujourd'hui chez les enfants moins de 3 ans et 95% chez les moins de 5 ans la paralysie est permanente même si une récupération motrice partielle est possible. La poliomyélite est incurable.

Le virus se transmet principalement par la voie fécale-orale, encore que de rare flambées ont pour origine des aliments ou de l'eau contaminée (**World Health Organization, 2010**).

2.3. Maladies hydriques d'origine parasitaire

2.3.1. L'amibiase

L'amibiase est l'une des maladies parasitaires les plus meurtrières du monde. Cette amibe parasite spécifique de l'homme, est responsable de la dysenterie amibienne que l'on ne rencontre pas sous nos climats. Elle induit les symptômes classiques des entérocrites avec crampes et diarrhée muco-sanglante dans les cas sévères. Elle peut diffuser dans tous l'organisme à travers le système porte et engendre des abcès du foie du poumon et du cerveau (**Vilaginès, 2010**).

2.3.2. Les giardiases

C'est une gastroentérite causée par *Giardia intestinalis* (appelé aussi *G. lamblia*), transmis à l'homme principalement par l'eau mais aussi parfois par les aliments contaminés et même par voie sexuelle (**Bousseboua, 2002**). Ce sont des flagellées habitant les régions intestinales et atriales. L'infection est oro-fécale par ingestion de kystes. Le temps d'incubation peut aller de quelques jours à plusieurs semaines les symptômes incluent des crampes abdominales, nausées et diarrhée aqueuse (**Vilaginès, 2010**).

2.3.3. Le paludisme

Est une maladie parasitaire fébrile ; c'est une maladie due à l'action pathogène de protozoaires du genre *Pasmodium*. D'où nous donnons souvent la définition vulgaire que voici : le paludisme est une maladie provoquée par la piqûre d'un moustique dénommé anophète. Les parasites de cette maladie sont inoculés à l'homme par les moustiques femelles du genre anophèle.

Le paludisme se manifeste par le corps chaud, les maux de tête, la fatigue, le manque d'appétit, la courbature et enfin le malade devient pâle (**Didier et Claude Micha, 1996**).

2.3.4. Schistosomoses

Les schistosomoses sont dues à la présence de vers trématodes parasites du genre *Schistosoma* chez les animaux domestiques et l'homme.

Les schistosomoses sont des parasites des vaisseaux sanguines ; la plupart des espèces importantes sur le plan vétérinaire s'installent dans les veines des intestins, appelées veine mésentériques très rapidement, les parasites induisent une réaction des tissus affectés et des hémorragies au niveau des veines mésentériques et des intestins. Les schistosomoses se signalent par une diarrhée, souvent mêlée de sang et de mucus, une anémie et une dégradation de l'état général .(**Hunter,2006**)



Conclusion

L'eau est essentielle à la vie c'est pourquoi, elle fait l'objet d'un contrôle de qualité permanent de façon à en garantir la sécurité sanitaire. L'eau pour pouvoir être consommée sans danger ne doit comporter aucun élément toxique, ni bactéries, parasites ou virus nuisibles pour l'Homme.

Les méthodes pour rechercher les germes pathogènes dans l'eau sont longues et complexes, c'est pourquoi la qualité microbiologique de l'eau appréciée à partir de la recherche de germes témoins de contamination fécale (*Escherichia coli*, Entérocoque) dans une eau témoin de l'existence de souillures fécales et donc la possibilité de présence de germes pathogènes.

L'accès à une eau sans risque sanitaire est donc l'un des moyens les plus efficaces de promouvoir la santé publique



Références bibliographiques

Amghar Wassila, Tassadit Fodhil (2017). Résurgence des maladies à transmission hydrique en Algérie : entre causes et effets. Economie de la santé, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. P. 25.

Amirat Asma, Neciri Saliha (2017). Etude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla. Microbiologie appliquée, Université Kasdi Marbah, Ouargla. P. 05.

Ana cecilia de andrad pinho Medeiros (2016). Etude expérimentale de la formation des biofilms sous conditions hydrodynamique contrôlées. mécanique des fluides, énergétique, procédés, Université Grenoble Alpes, France. PP. 13-14.

Andry Musy, Christophe Hugy (2004). Hydrologie : une science de la nature. Ed Presses polytechnique et universitaires Romandes, Suisse. P. 27.

Aouissi Amina (2010). Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Hydro-Ecologie, Université de 08 Mai 1945, Guelma. PP. 31-32.

Arab Lynda, Oudafal Nassima (2015). Evaluation de la qualité Physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage de TAKSEBT de la ville de Tizi Ouzou, traitement et valorisation des ressources hydriques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. PP. 04-05.

Archier Hunter (2006). La santé animale : 2 Principales maladies, volumes. 2^{ème} édition Quae CTA Karthala, France. P. 218.

Arrouf Faïda (2019). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de citernes dans la région de Khenchela. Microbiologie Appliquée, Université Abbès Laghrour, Khenchela. PP. 05, 10, 20.

Benariba Mourad (2013). Alimentation en eau potable de la ville de Chebli (wilaya de Blida). hydraulique, université Abou Baker Belkaid Tlemcen. P. 48.

Bengarina Benmarine (2016). Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oeode Es-saoura cas de Béni Abbès, Ougarta et Zeghamra. Microbiologie Fondamentale et Appliquée, Université Ahmed Ben Bella, Oran. P. 16.

Bennana Mohamed (2013). Etude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi Ben Abdellah . gaz naturel, Université Kasdi Marbah, Ouargla. P. 06.

Boucenina Houda (2018). Analyse bactériologique des eaux de certaines école à la wilaya de Mila. Génétique, Université des Frères Mentouri Constantine. PP. 05, 08.

Bouziani Mustapha (2000). L'eau de la pénurie aux maladies. Editions Ibn Khaldoune, Oran. PP. 47, 59-60, 71-72, 76-77, 128, 227.

Caroline Bonnefoy, François Guillet, Guy Leyral, Evelyne, Verne-Bourdais (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agro- alimentaires. Editions ressources pour l'éducation nationale CRDP d'aquitaine, France. PP. 105-106.

Chelli Lynda, Djouhri Nabila (2013). Analyse des eaux de réseau de la ville de Béjaïa et evaluation de leur pouvoir entrant. génie chimique, Université Abderrahmane Mira, Béjaïa P. 06.

Chibi Amina (2015). Evaluation de formation de biofilm par *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* isolées de CHU Tlemcen. Microbiologie, Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen. P. 16.

Delarras camille (2014). Pratique en microbiologie de laboratoire ? Recherche de bactéries et de levures-moisissures. Edition Tec et Doc Lavoisier, France. P. 234.

Fanny Gauthier (2002). Biofilms et qualité biologique de l'eau potable au cours de sa distribution. DES en qualité et gestion de l'eau, Université Picardie-Amiens, France. PP. 07-08.

Food and Agriculture Organization of the United Nation (1999). Assurance de qualité des produits de la mer. journal ISSN1014-1146, France. P. 129.

Frédéric Lassere, Luc Descroix (2005). Eaux et territoires, 2^{ème} édition, Ed. Presses de l'université du Québec, Canada. P. 16.

Gentilini Marc (2012). Medecine tropicale. 6^{ème} édition, Ed. Lavoisier, Paris. P. 590.

Hacène Bousseboua (2000). Elément de microbiologie générale. Edition de l'Université Mentouti, Constantine Algérie. P. 184-185, 220.

Haoum Loubna, Serdouk Sara (2018). Contributio à l'isolement et l'identification des bactéries provenant des Hammames public (cas des Hammames Ben Nadji et Kharchiche Guelma). Microbiologie Appliquée, Université 08 Mai 1945, Guelma. P.06.

Jean Margat, Vazken Anddréassian (2008). L'eau.Ed. le Cavalier Bleu., France.P. 14.

J-Didier, Jean-claude Micha (1996). Dynamique de population du gardon en Meuse et stratégie de gestion. Ed. Presses Universitaire de Nanur (Belgique) ACCT, France. P. 175.

Manceur Yassmina, Djaballah Salwa (2016). Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa. Microbiologie Appliquée à la santé et l'environnement, Université Larbi Tébessi, Tébessa. PP. 02-03.

Muatasem Alnnasouri (2010). Etude du développement de biofilm dans des reacteurs de traitement de l'eau. l'INPL, Université de Lorraine,France.P. 03.

Olivier Lortholary, Claudine Duvier (2013). Processus inflammatoire et infectieux : unité d'enseignement 2.5. Ed. Elsevier Masson, France. P. 138.

Raymond Desjardin (1997). Le traitement des eaux. 2^{ème} edition. Presses intrnationales polytechnique. P.08.

Redjem Fedoua, Rahmouni Rym (2018). Evaluation de la qualité de l'eau potable distribuée dans la commune de Hama Bouziane (wilaya de Constantine). Ecologie fondamentale et appliquée, Université des Frères Mentouri, Constantine. P. 09.

Tourab Hafsa (2013). Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz. Eau et environnement,Université Cadi Ayyad, Marrakech. P. 29.

Vilaginès Roland (2010). Eau, environnement et santé publique. 3^{ème} edition. Ed. Lavoisier, France. PP. 62, 65, 71, 73.

Vincent albouy(2008). 250 réponses aux questions d'un ecoycitoyen. Edition Gerfant, France. P. 51.

World Health Organization (2010). Voyages internationaux et santé situation au 1^{er} janvier. Editions Organization mondiale de la santé ,France .P.116

Zouage Bilal, Belhadj Yassine (2017). Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau de mer traitée par la station de désalement de Souk Tleta «Tlemcen». Pharmacie, Université Abou Bakar Belkaïd, Tlemcen. P. 22.

Résumé

L'eau est un élément indispensable pour la vie humaine et considérée comme une source naturelle pour la survie et l'exercice de diverses activités soit dans l'alimentation, l'industrie ou l'agriculture.

Cette source peut être polluée par les résidus d'activités humaines, biologiquement, chimiquement et physiquement. Egalement, l'eau est un milieu environnementale qui favorise la prolifération d'une microflore aquatique qui est capable de se réorganiser en biofilms quand les conditions environnementales changent et surtout dans les canalisations d'eau ce qui influence sur la turbidité, la sapidité et l'odeur d'eau. La présence des microorganismes (bactéries, virus, parasites) pose un problème sanitaire à cause de l'apparition de ce qu'on appelle les maladies à transmission hydriques.

La surveillance de la qualité microbiologique des eaux destinées à la consommation humaine repose sur la recherche des bactéries indicatrices de contamination fécale, celles-ci constituant les paramètres microbiologiques impératifs rattachés à la limite de qualité de ces eaux, fixés par la réglementation.

Mots clés : eau potable, réservoir d'eau, biofilms, maladies à transmission hydrique

Abstract

Water is an essential element for human life and considered a natural source for survival and the exercise of various activities either in food, industry or agriculture .

This source can be polluted by the residues of human activities, biologically, chemically and physically .

Also, water is an environment medium which favor the proliferation of an aquatic microflora which is able to reorganize itself into biofilms when the environmental conditions change and especially in the water pipes which influences the turbidity, palatability and the smell of water. The presence of microorganism (bacteria, viruses, parasites) poses a health problem because of the appearance of what are called water-borne diseases.

The monitoring of the microbiological quality of water intended for human consumption is based on the search for bacteria indicative of faecal contamination, these constituting the imperative microbiological parameters attached to the quality limit of these waters, set by the regulations.

Key words : water drinkable, biofilms, water tanks , water-borne diseases.

ملخص

تعتبر المياه عنصرا أساسيا لحياة الإنسان و مصدر طبيعي لممارسة مختلف الأنشطة سواء في التغذية، الصناعة أو الزراعة. يمكن تلويث هذا المصدر بمخلفات أنشطة الإنسان، بيولوجيا، كيميائيا وفيزيائيا .

كما أن الماء وسط بيئي يساعد على تكاثر الكائنات المائية الدقيقة القادرة على إعادة تنظيم نفسها على شكل أغشية حيوية عندما تتغير الظروف البيئية خاصة في أنابيب المياه التي تؤثر على تعكر ورائحة الماء. يشكل وجود الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا ، الفيروسات والطفيليات) مشكلة صحية بسبب ظهور ما يسمى بالأمراض المنقولة عن طريق المياه.

تعتمد مراقبة الجودة الميكروبيولوجية للمياه المعدة للاستهلاك البشري على البحث عن البكتيريا التي تشير الى التلوث البرازي والتي تشكل المعايير الميكروبيولوجية الالزامية المرتبطة بجودة هذه المياه ، والتي تحددتها التنظيمات المختلفة

الكلمات المفتاحية: المياه صالحة للشرب، أغشية حيوية، خزانات المياه ، الأمراض المنقولة عن طريق المياه.