



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA MER

FILIERE : HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU

DIPLOME DE MASTER

EN

« BIORESSOURCES MARINES »

THÈME

**Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des
eaux de mer du littoral d'El KALA (Plages : Aouinette
et Messida).**

Présentée par :

M^{elle}. NECIB MAROUA

Devant le jury compose de:

PRESIDENTE :	M^{me} DJEBBARI NAWEL	Maitre de conférences A., UCB . El Tarf
EXAMINATRICE :	M^{me} DAHEL ZANAT AMINA	Maitre de conférences A., UCB . El Tarf
PROMOTRICE :	M^{elle} DJABOURABI AICHA	Maitre de conférences A., UCB . El Tarf

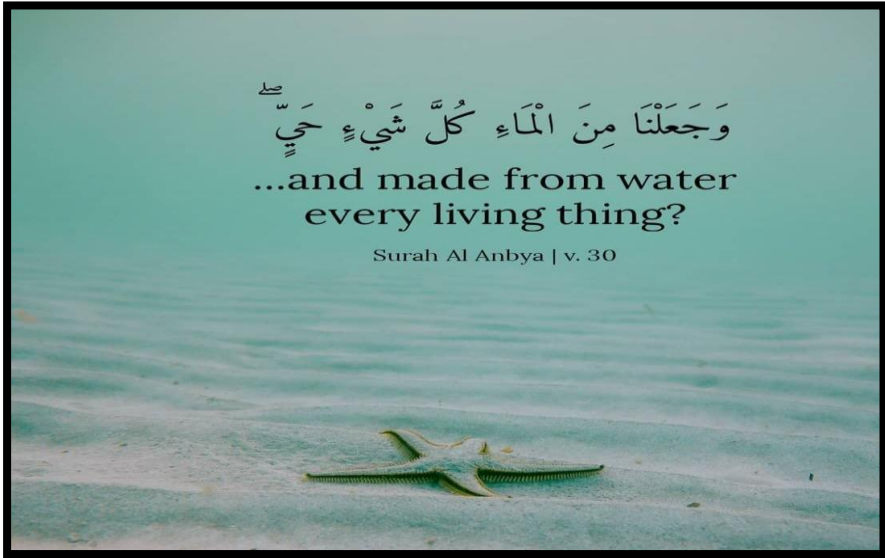
Année universitaire : 2021-2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ

...and made from water
every living thing?

Surah Al Anbya | v. 30



Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie ,Je dédie ce projet :

A la mémoire de ma grande mère (Messbahí Ghazzala)

A ma chère mère (Akíla) , A mon cher père (saíd) ,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mon frère (Abd El Rahman) ,

A ma chère sœur (Bouchra) et son mari (Kamel) et sa fille (Taqoua),

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère sœur (Amína),

Qui m'avez toujours soutenu et encouragé

A mes chers grands pères, et grande mère,

Qui je souhaite une bonne santé.

A toute ma famille (Necib) ,

Mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.

A ma chère binôme (Khawla Regaía),

Pour sa entente et sa sympathie.

A mes chères amí(e)s , Amani , Chaíma, Fella , Hannen , Imen , bassma, Djíhen , Yassmín , Rania ,(M.B).

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles

A toute la promo de Master 2 Bio ressource marine , bonne chance a tous.

Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaires , du moyen , du secondaire ou de l'enseignement supérieur .

Necib Maroua

Remerciement

Avant tout, je remercie Dieu, le tout puissant, le miséricordieux de m'avoir donné le courage, la patience et la santé pour réaliser ce travail.

*Je voudrais présenter mes remerciements à ma promotrice **M^{elle} DJABOURABI AICHA**, d'avoir proposé ce thème, et de m'avoir encadré durant ce travail, je la remercie aussi pour sa disponibilité et ses précieux conseils qu'elle a tenu à me prodiguer au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury : **M^{me} DJEBBARI NAWEL** et **M^{me} DAHEL ZANAT AMINA** D'avoir acceptés de juger ce modeste travail.*

*Je remercie toute l'équipe du laboratoire d'hygiène de l'eau -**EL KALA** - **M^{me} Ksourí Samira**, **M^{me} Maoui Khaira** et très sincèrement **M^{me} Melouah Mounia**, pour sa aide permanente, sa soutien et sa compréhension.*

Mes plus tendres remerciements, s'adressent à mes parents, de m'avoir guidé et orienté, ainsi pour la compréhension, l'amour et le dévouement par lesquels ils m'entourent. La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible, sans leur soutien moral et affectif. Merci à vous.

Je tiens à remercier aussi :

- + Le corps d'enseignants et les étudiants de Bioressources marines.*
- + Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*
- + Enfin je remercie tous mes amis, et mes camarades de m'avoir accompagnée jusqu'ici.*

Merci..

Sommaire

Introduction.....	01
I. GENERALITES	03
I.1 L'eau	03
I.1.1 Les réserve d'eau sur la planète.....	03
I.1.2 Le cycle de l'eau.....	04
I.2 La pollution	05
I.2.1 Définition de la pollution	05
I.2.2 pollution marine	05
I.2.3Origine de la pollution marine	06
I.2.3.1La pollution domestique.....	06
I.2.3.2Pollution industrielle.....	06
I.2.3.3Pollution agricole.....	07
I.2.3.4Phénomènes naturels.....	07
I.2.3.5La pollution liée aux transports maritimes	07
I.2.4Nature de la pollution marines	08
I.2.4.1La pollution physique	08
I.2.4.2La pollution chimique	10
I.2.4.3 Pollution Biologique.....	10
I.2.5les conséquences de la pollution marine	12
I.3 Aspect bactériologique de l'eau	13
I.3.1Coliformes totaux	14
I.3.2 Les coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants).....	15
1- Définition.....	15

2- <i>Escherichia coli</i>	16
I.3.3 Streptocoques fécaux	17
I.3.4Les vibrions cholérique	17
I.3.5Les salmonelles	18
II- Matériel Et Méthodes	20
II-1 La zone d'étude.....	20
II-2 Présentation des sites d'échantillonnages.....	20
II-3 Analyse bactériologique des échantillons.....	21
II-3-1 Matériel.....	22
II-3-2 Protocole expérimental.....	24
II-3-3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	26
II-3-4 Recherche et dénombrement des Coliformes (Thermo-Tolérants).....	28
II-3-5 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	30
II-3-6 Recherche des Vibrions cholériques.....	31
II-3-7 Recherche des Salmonelle.....	32
III. Résultats	34
III.1 Les coliformes totaux.....	34
III.2Coliformes fécaux (Thermo Tolérants)	35
III.3Streptocoques fécaux.....	35
III.4Les Vibrions.....	35
III.5Les Salmonelles.....	36
IV. Discussion.....	37
V. Conclusion.....	39
VI. Références bibliographiques.....	40

Listes des figures :

N^o	Titre	pages
01	Cycle de l'eau (https://fr.wikipedia.org) .	05
02	Origine de la pollution marine (source : https://www.osi-perception.org/La-pollution-de-l-eau-un-fleau-invisble.html) .	08
03	structure bactérienne (antibio-responsable.fr/bacteries) .	13
04	Les coliformes totaux (cdn.gestionweblex.ca) .	14
05	les coliformes fécaux (wikydro.developpement-durable.gouv.fr) .	15
06	<i>Escherichia coli</i> (researchgate.net/figure/SEM-image-showing-attachment-and-biofilm-formation-by-Escherichia-coli-cells) .	16
07	les Streptocoques fécaux (wikimedia.org/wiki) .	17
08	Les vibrions cholériques (www.princeton.edu/news/2017/01/12/cholera-bacteria) .	18
09	Salmonelles (quoidansmonassiette.fr/salmonellose) .	19
10	Localisation des sites d'échantillonnages (Google Earth, Modifiée).	21
11	Glacière (photo pers. 2022).	22
12	Flacons (photo pers. 2022).	22
13	Appareillage de laboratoire. (photo pers. 2022).	23
14	prélèvement des échantillons .(photo pers. 2022).	24
15	Conservation des échantillons dans la glacière .(photo pers. 2022).	25
16	Rampe de filtration (photo pers. 2022).	26
17	Incubation de la boîte de pétri dans l'Autoclave à 37°C (photo pers. 2022).	27

18	Colonies caractéristiques des coliformes totaux. (photo pers. 2022).	28
19	Colonies caractéristiques des coliformes fécaux .(photo pers. 2022).	29
20	Dénombrement des colonies, cas d'E. Coli .(photo pers. 2022).	29
21	Colonies caractéristiques des streptocoques fécaux (photo pers. 2022).	31
22	Enrichissement sur milieu eau peptonée alcalin. (photo pers. 2022).	32
23	Enrichissement sur le sélénite-cystéine. (photo pers. 2022).	33
24	Variation des coliformes totaux dans la plage Aouinette .	34
25	Variation des coliformes totaux dans la plage Messida .	35

Liste des tableaux :

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>pages</i>
01	Origines et natures de différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011) .	11
02	Les principales grandes classes d'organismes pathogènes .	11
03	Les bactéries pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique .	12

Liste des abréviations :

Abréviations	Définition
C°	Degré Celsius
CT	Coliformes Totaux
CTT	Coliformes Thermo tolérants
E	Est
E. coli	Escherichia coli
EPA	Eau pepotonée Alcaline
ERI	eaux résiduaires industrielles
GNAB	Gélose Nutritive Alcaline
h	heure
H	Hecktoen
H₂O	l'eau
MES	matières en suspension
mm	millimètre
ml	millilitre
MO	matières organiques
N	Nord
OMS	Organisation mondiale de la sante
pH	potentiel hydrogène
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
SF	Streptocoque Fécaux

SFB	Bouillon ou Sélénite-cystéine
TTC	Chlorure de triphényltétrazolium
TSI	Triple Sugar Iron
UFC	Unité Formant de Colonie
µm	micromètre
VHA	virus de l'hépatite A
VHE	virus de l'hépatite E

Résumé

Ce travail est une contribution à la détermination de la qualité bactériologique de l'eau du littoral d'El kala à travers l'identification et le dénombrement des coliformes, streptocoques, salmonelle et vibrions, considérés comme germes pathogènes responsables de la dégradation de la qualité des eaux de mer.

Deux plage ont été prise comme modèles pour estimé l'état sanitaire du littoral, il s'agit des plages Aouinette et Messida.

Les résultats de l'analyse bactériologique révèlent que les eaux des deux sites sont indemnes de toute contamination par les coliformes thermotolérants, les streptocoques, les vibrions cholériques et les salmonelles.

Par ailleurs, les coliformes totaux enregistrent des taux entre 14 et 20UFC/100ml à Aouinette en février et ne dépassent pas 4 UFC/100ml à Messida durant toute la période de réalisation de cette étude.

En conclusion, et on comparant les résultats obtenues aux normes de qualité des eaux de baignade, les eaux des plages échantillonnées sont de bonne qualité et ne présentent aucun danger sur les baigneurs.

Mots clés : Littoral d'El Kala, Aouinette, Messida, Qualité Bactériologique.

ABSTRACT :

This work contributes to the determination of the bacteriological quality of the seawater of the EL KALA littoral by identifying and counting coliforms, streptococci, salmonella and pathogenic bacteria responsible for the deterioration of seawater quality.

Two beaches were taken as models for estimating the health status of the coast, which are the two beaches of Aouinette and Messida.

The results of the general bacterial analysis revealed that the water of the two sites was free of any contamination by heat-resistant coliforms Streptococci, Vibrio cholera and Salmonella.

In addition, total coliforms recorded rates between 14 and 20 cells/100ml in the Aouinette in February and did not exceed 4 cells/100ml in Messida throughout the period of this study.

In conclusion, and by comparing the results obtained with bathing water quality standards, the sampled beach waters are of good quality and do not pose any danger to bathers.

Key words: El Kala coast, Aouinette ,Messida, bacteriological quality.

ملخص

يساهم هذا العمل في تحديد الجودة البكتريولوجية للمياه الساحلية للقالبة من خلال تحديد وإحصاء القولونيات والمكورات العقدية والسالمونيلا والبكتيريا المسببة للأمراض المسؤولة عن تدهور جودة مياه البحر.

تم أخذ شاطئين كنماذج لتقدير الحالة الصحية للساحل ، وهما شاطئ العوينات و ميسيدا . كشفت نتائج التحليل البكتريولوجي أن مياه الموقعين خالية من أي تلوث من قبل القولونيات المقاومة للحرارة ، العقديات ، ضمات الكوليرا والسالمونيلا . بالإضافة إلى ذلك ، سجلت القولونيات الكلية معدلات تتراوح بين 14 و 20 خلية / 100 مل في العوينات في فبراير ولم تتجاوز 4 خلايا / 100 مل في ميسيدا طوال فترة هذه الدراسة . في الختام ، وبمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها مع معايير جودة مياه الاستحمام ، فإن مياه الشواطئ التي تم أخذ عينات منها ذات نوعية جيدة ولا تشكل أي خطر على المستحمين .

الكلمات المفتاحية: ساحل القالة ، عوينات ، ميسيدا ، الجودة البكتريولوجية .



Introduction

I. Introduction

L'eau est indispensable à toute forme de vie ; elle est nécessaire à la santé, l'agriculture, l'industrie, le tourisme, les loisirs, et la navigation etc. L'eau est également une ressource qui est menacée et constitue de ce fait une source de danger voire de mort, lorsqu'on sait que près de 80% des maladies et 3,1% des décès au monde seraient de l'avis des spécialistes de la question attribuées à la mauvaise qualité de l'eau (www.ConsoGlobe.com). Ces maladies trouvent souvent leurs origines dans la pollution des ressources en eau. (<https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/125/14/2/55637>).

La mer représente la plus grande ressource d'eau et de ce fait demeure un milieu particulièrement sensible à la pollution dont les effets se dispersent et s'affaiblissent bien plus lentement. Les principales utilisations de la mer par l'homme, sont: La pêche ; Les transports maritimes ; Le tourisme (baignade et activités nautiques, navigation de plaisance) ; L'exploitation pétrolière offshore ; Aquaculture ; Exploitation des ressources minières profondes (nodules polymétalliques) (**GAUJOUS, 1995**).

En Afrique les zones littorales soumises à des concentrations très élevées des polluants à cause des industries localisées au bord des fleuves et les rejets des eaux urbaines sans traitement directement dans la mer et les déversements des hydrocarbures qui sont liées aux activités pétrolières. La contamination de la mer par les hydrocarbures est causée généralement par les pertes provenant du transport des hydrocarbures en mer, la pollution liée à l'exploitation d'une plate forme pétrolière et les pollutions accidentelles qui proviennent des opérations de routine (**Koffi et Pierre, 2010**).

Les milieux marins et plus spécialement les milieux côtiers sont soumis à de perpétuels changements d'origine physique, chimique et bactériologique (**Alain A et Roger K, 2004**). En Algérie, Plus de la moitié des unités industrielles sont localisées

dans la zone côtière (**Tabet-Zatla, 2017**), ce qui les rend susceptibles à absorber une multitude de polluants de divers natures et origines.

Le littoral d'El kala, connaît au même titre que le reste du littoral Algérien, les mêmes problèmes environnementaux. Il est exposé aux risques des différents types de pollution d'origines anthropique qui ont un impact sur les organismes qui y vivent et sur l'homme (**Kacemi, 2006**).

De ce fait, ce travail a pour objectif la détermination de la qualité bactériologique de l'eau de 2 plages appartenant au littoral d'El Kala (Aouinette et Messida) par :

- ✚ Un dénombrement et une identification des coliformes, streptocoques, salmonelles et vibrions cholériques.



GENERALITES

I. GENERALITES

I.1 L'eau :

C'est un composé hydrogène-oxygène de formule chimique H₂O qui possède des propriétés physiques et chimiques uniques : on peut la faire geler, fondre, évaporer ou chouffer la mélanger (**Rodier, 1978**).

I.1.1 LES RÉSERVES D'EAU SUR LA PLANÈTE

Quand notre planète s'est formée, il y a environ 4,6 milliards d'années, elle a rejeté d'énormes quantités de vapeur d'eau. En se refroidissant, celle-ci s'est condensée et a provoqué des pluies diluviennes qui ont peu à peu recouvert la surface du globe. Ainsi, se sont distingués les mers et les océans (les surfaces de la planète qui sont recouvertes d'eau) des terres (les surfaces de la planète qui sont émergées). Les mers et les océans couvrent environ 70 % de la surface du globe.

Notre planète possède d'importantes réserves d'eau : environ 1,38 milliard de km³. Les océans et les mers contiennent la majeure partie de l'eau, à savoir environ 97%. Il s'agit d'eau salée impropre à la consommation humaine, car elle contient en moyenne 3,5 grammes de sel par litre. De même, elle ne peut pas être utilisée pour abreuver les animaux ou pour arroser les champs.

Les 3 % restants sont de l'eau douce dont la majeure partie (environ deux tiers) est prisonnière dans les calottes glaciaires et, donc, inaccessible pour l'Homme. L'autre tiers de notre provision d'eau douce se situe dans des gisements souterrains, appelés les nappes phréatiques. Cette eau n'est exploitable que partiellement, car environ la moitié se situe en dessous de 800 mètres de profondeur. Seulement 0,02 % de l'ensemble des réserves d'eau douce se situent dans les eaux de surface comme les ruisseaux, les rivières et les lacs et sont, donc, directement accessibles.

L'eau atmosphérique, qui retombe sous forme de pluie, de neige ou de grêle sur la Terre ne constitue que 0,01 % (environ 110 000 km³). De cette quantité, seulement environ 12 500 km³ sont accessibles et, donc, effectivement utilisables par l'Homme. (<http://les.cahiers-developpement-durable.be/outils/cycle-de-leau/>).

I.1.2 LE CYCLE DE L'EAU

Sous l'effet du soleil, l'eau de surface (océans, mers, rivières, lacs, etc.) et celle contenue dans le sol, s'évaporent en abandonnant les sels qu'elle contient. Les océans restent, donc, salés et c'est de la vapeur d'eau douce qui s'élève dans les airs.

La vapeur d'eau refroidit sous l'effet des vents et de l'altitude, puis se condense et forme des gouttelettes qui forment des nuages. Quand les gouttelettes deviennent trop grandes et trop lourdes, elles retombent sous forme de pluie, de grêle ou de neige. (<http://les.cahiers-developpement-durable.be/outils/cycle-de-leau/>)

Une partie de cette eau s'accumule sous forme de neige sur les glaciers. Une autre tombe sur le sol et est absorbée par la végétation. Si le sol est imperméable, l'eau ruisselle, rejoint les lacs et rivières et retourne dans la mer. Si le sol est poreux, l'eau s'infiltré doucement jusqu'à ce qu'elle rencontre une roche perméable (qui devient alors une nappe phréatique si sous elle se trouve une autre roche imperméable).

L'eau ainsi stockée ressort par des fissures du sol et forme une source. L'eau de source va alimenter les cours d'eau et les rivières et rejoindre la mer. (**Fig.1**).

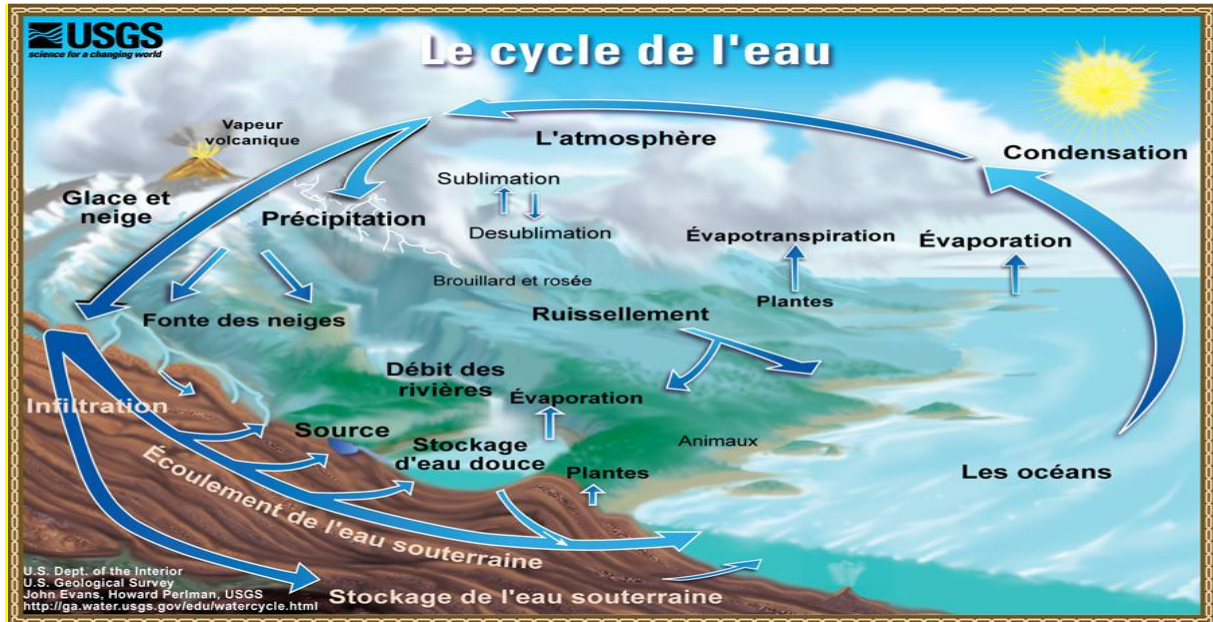


Figure 01 : Cycle de l'eau. 1.(fr.wikipedia.org).

I.2 La pollution

I.2.1 Définition de la pollution

C'est la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine (anthropique), de substances chimiques ou organiques, des gènes ou de radiations (radioactivité, lumière artificielle), en altèrent de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème ... (DAHAL A.T. 2021).

I.2.2 pollution marine

C'est un fait inévitable qui se produit depuis plusieurs années déjà dans tous les océans et mers. Elle résulte surtout des déchets organiques et toxiques rejetés dans les mers suite à des activités humaines. (DAHAL A.T. 2021).

I.2.3 Origine de la pollution marine :

Suivant l'origine des substances polluantes, nous distinguons :

1-La pollution domestique

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (si elle existe).

La pollution domestique se caractérise par des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux (azote, phosphore) et des détergents. (**Fig.2**). En sortie des stations d'épurations, nous retrouvons les mêmes éléments en quantités moindre (50 à 90% éléments) mais concentrés au point du rejet (**Gaujous, 1995**).

2-Pollution industrielle

Les industries, en particulier chimiques, métallurgiques et même électroniques, constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. (**Fig. 2**). Celle-ci prend place non seulement au niveau des usines mais aussi au niveau de l'utilisation des substances produites et au niveau des objets manufacturés, en fin de cycle du produit, avec les déchets (**Ramade, 1984**).

Elle est caractérisée par une très grande diversité, selon l'utilisation de l'eau dans les processus (refroidissement, lavage, extraction, mise en solution...etc.). Nous pouvons donc retrouver dans l'eau, qui est un bon solvant, tous les sous-produits possibles de l'activité humaine : Des matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, abattoirs et équarrissage), Hydrocarbures (raffineries), acides, bases et produits chimiques divers (industries chimiques et pharmaceutiques) (**Gaujous, 1995**).

3-Pollution agricole

Elle dépend de plusieurs types d'activités : agricoles, d'élevages et liée à l'habitat. (**Fig.2**). L'agriculture est devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides. L'élevage traditionnel abouti au fumier qui constitue des litières souillées de déjections animales (fertilisant naturel). Il présente de fortes charges organiques.

Aux activités précédemment décrites s'ajoutent une pollution de type domestique liée à l'habitat du monde rural (**Viala et Botta, 2005**).

Certaines de ces pollutions ont un effet cumulatif et retardé (cas des nitrates dans les nappes phréatiques). Ce qui ne facilite pas l'étude de ces phénomènes et la lutte contre leurs effets (**AFNOR, 1992**).

4-Phénomènes naturels

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution : par exemple, une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbures, le contact avec des filons géologiques (métaux lourds), une source thermominéraleetc (**Gaujous, 1995**).

5-La pollution liée aux transports maritimes

Le transport maritime peut être à l'origine de pollutions chimiques. Elles sont souvent causées par des rejets d'hydrocarbures, volontaires ou non, directement dans l'océan. Les marées noires sont l'exemple le plus frappant.



Figure 02 : Origine de la pollution marine .2.(org/La-pollution-de-l-eau-un-fleau-invisible.html).

I.2.4 Nature de la pollution marine :

L'activité humaine, qu'elle soit son origine, industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substances polluantes de toute nature qui engendrent de différents types de pollution (**Tab.01**) qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodiques ou encore accidentelles ou aiguës (**Rodier et al., 2009**).

1/La pollution physique

C'est l'altération de la transparence de l'eau par la présence de matières en suspension qui causent des dommages aux poissons et freine le développement des organismes photosynthétiques.

- **Pollution mécanique :**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles (**ERI**), ainsi que les eaux de ruissellement. ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (**Mekhalif ,2009**).

- **pollution radioactive**

La pollution radioactive ou la radioactivité des eaux naturelles est peut être d'origines naturelles ou artificielle (énergie nucléaires) (**Bouziyani, 2000**).

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leurs sources dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitations de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes vivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements (**Mizi, 2006**). (Traité l'environnement).

- **Pollution thermique**

La pollution est due a une température élevées qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz (**Boudjelal et Djoudi, 2008**).

Les eaux rejeté par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries ...); ont une température de l'ordre de (70à80) °C. Elle diminue jusqu'à (40à45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène (**Mekhalif, 2009**).

2/La pollution chimique

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : les déchets et les déversements industriels minéraux et organiques, qui peuvent être dégradables par les phénomènes biologique, chimique ou physique, ou non dégradable.

✓ Pollution organique :

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables) fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, battoirs, sucreries).

Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques (MO) au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives (Traité l'environnement).

✓ Pollution minéral :

La pollution minérale est le fait de la présence dans les eaux d'une quantité importantes d'éléments minéraux. Ces éléments peuvent provenu directement d'effluents urbains et industriels, mais aussi de certains produits présents dans l'eau (**Mengue, 2012**).

3/ Pollution Biologique

Elle peut être microbiologique et se rapporte à la pollution des eaux littorales. Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme une simple moyenne de transport pour ces micro-organismes (**Bennana, 2013**). Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont : les bactéries, virus, et les champignons (**Tab.02**), on parle de la pollution

bactérienne, viral et parasitaires (**Thomaset et al, 1995**) qui proviennent du continent et qui se sont trouvées rejetées par les émissaires et égouts.

Tableau n° 01: Origines et natures des différentes sources de pollution de l'eau (Henaut, 2011).

Type de pollution	nature	origine
Physique	Rejet d'eau chaude	Centrales thermiques nucléaires
	M.E.S (matière en suspension)	Rejet bains, érosion des sols.
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires.
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives.
	Métaux (Cd, Pb, Al, As)	Industries, agriculture, déchets.
	Pesticides (insecticides, herbicides, fongicides...)	Industries, agriculture.
	Organochlorés (PCB, Solvants)	Industries.
	Composés organiques de synthèse	Industries.
	Détergents	Effluents domestiques.
	Hydrocarbures	Industrie pétrolière, transports.
Biologique	Bactéries, virus, champignons.	Effluents urbains, agricoles.

Tableau n° 02 : Les principales grandes classes d'organismes pathogènes

Type	Principaux
Bactéries	Salmonella SPP., Shigella spp., Escherichia coli pathogène , Vibrio cholerae , Campylobacter jéjuni, Clostridium perfringens , Yersina enterocolitica, Clostridium difficile , Staphylococcus aureus , Bacillus cereus , ...
Virus	Virus Norwalk, Enterovirus, Rotavirus, VHA, VHE,...
Parasites	Giardia spp., Cryptosporidium., Isospora belli , Entamoeba histolytica,...

I.2.5 les conséquences de la pollution marine

❖ Conséquences sur l'environnement :

* Empoisonnement et dégradation de la flore et de la faune par les toxiques (ex : par les hydrocarbures en plus des nitrates et des phosphates).

* Radioactivité des eaux du fait du développement du déversement des résidus radioactifs dangereux.

* L'eutrophisation.

❖ Conséquences sur la santé :

* Cancérogènes et toxiques atteintes au foie, aux reins et au système nerveux (pesticide, hydrocarbures, solvants, colorants).

* Maladies de la peau (champignons, solvants).

* Maladies diarrhéiques telles que la dysenterie, la typhoïde et le choléra (bactérie, virus) (**Tab.03**).

* Fausse couche, reproduction et / ou croissance perturbée baisse de fertilité,... (Engrais, colorants, solvants, métaux lourds). (**DAHAL A.T. 2021**).

Tableau n°03 : Les bactéries pathogènes responsables de maladies d'origine hydrique

Bactéries	Pathologies
Salmonella	Fièvre typhoïde et diarrhée.
Shigella.	Diarrhée
Campylobacter	Diarrhée (cause première des intoxications alimentaires).
Yersinia enterocolitica.	Diarrhée
Escherichia coli O157 :H7 et certaines autres souches	Diarrhée risque de complications (urémie hémolytique) chez les enfants en bas âges.
Legionella pneumophila	Pneumonie et autres infections respiratoire.

I.3 Aspect bactériologique de l'eau :

✓ La cellule bactérienne

Une bactérie est un organisme unicellulaire (Procaryote) de petite taille et de morphologie variable. (Fig.3). Elle n'a pas de noyau et son génome est le plus petit des cellules vivantes. (DJEKOUN M . 2018).

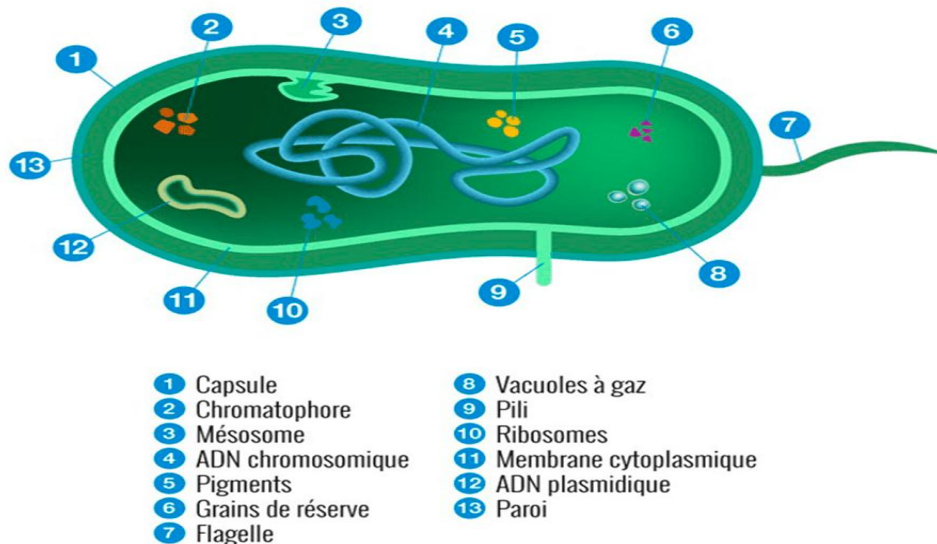


Figure 03: structure bactérienne. 3. (antibio-responsable.fr/bacteries).

*L'objectif de l'analyse bactériologique d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes, soit celles qui sont indicatrices de contaminations fécales.

L'analyse bactériologique de l'eau est indispensable afin de s'assurer de l'efficacité du traitement vis-à-vis des germes ci-dessous :

- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux.
- Les streptocoques fécaux.
- Les Salmonelles.
- Les Vibrions cholériques.

I.3.1 Coliformes totaux :

Les coliformes sont des bâtonnets, anaérobies facultatifs, gram (-) non sporulant (PNUE/OMS, 1977). Ils sont capables de croître en présence de sels biliaires et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C. Ils regroupent les genres *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella*. (Fig.4).

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale (RODIER, 2010).



Figure 04: Les coliformes totaux .4.(cdn.gestionweblex.ca).

I.3.2 Les coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants)

1- Définition

Ce sont des coliformes qui présentent les mêmes propriétés et caractéristiques des coliformes totaux après incubation à la température de 44°C. (**Fig.5**).

Le groupe des coliformes fécaux comprend les espèces suivantes:

Citrobacterfreudii, *Citrobacterdiversus*, *Citrobacteramalonaticus*,
Enterobacteraerogenes, *Enterobactercloacae*, *Esherichia coli*, *Klebsiellapneumoniae*,
Klebsiellaoxytoca, *Moellerella wisconsensus*, *Salmonella* (sous-genre III *Arizona*),
Yersinia enterolitica (**Mohamed Ben Ali Rim, 2014**).

La présence de coliformes fécaux dans un milieu aquatique, et plus particulièrement d'*E. Coli*, est considérée comme un bon indicateur d'une contamination récente du milieu par du matériel fécal humain ou d'animaux a sang chaud. Néanmoins, leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence de pathogènes, mais elle permet de la suspecter fortement.

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

L'examen peut donc être orienté vers l'un ou l'autre de ces dénombrements (**Mechai Debabza M., 2005**).



Figure 05 : les coliformes fécaux . 5.(wikydro.developpement-durable.gouv.fr).

2- *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*) est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c.-à-d. "bacille a colon". (**Fig.6**). *E. coli* est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles a sang chaud (**Olivier Tenaillon et al., 2010**). Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles a Gram- aérobies.

La plupart des *E. coli* se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels. Les colonies ont en moyenne 2 mm de diamètre, (**Boubric et Boussad, 2007**) et 2 a 4 microns de long sur 0,4 a 0,6 microns de large (<http://science.howstuffworks.com>). Elles sont rondes, plates et a bords réguliers (**Boubric et Boussad, .2007**).

C'est une proteobacteries, polynucléaires, neutrophiles, commensale, saprophytes (<http://science.howstuffworks.com>).

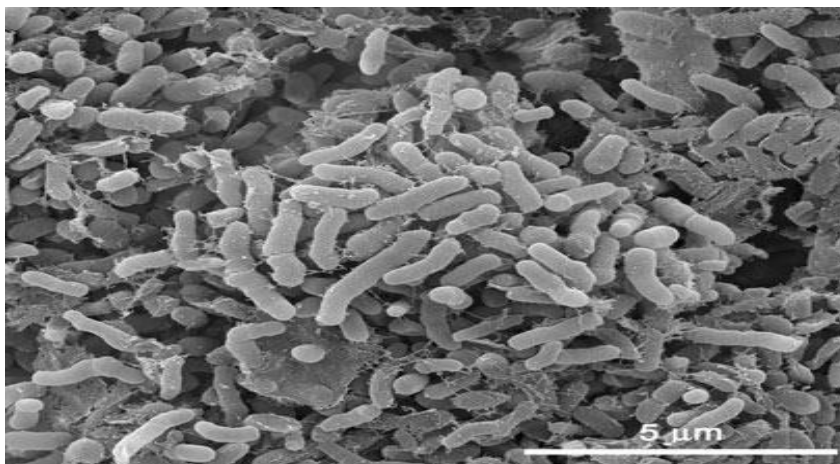


Figure 06: *Escherichia coli*. 6. ([researchgate.net/figure/SEM-image-showing-attachment-and-biofilm-formation-by-Escherichia-coli-cells](https://www.researchgate.net/figure/SEM-image-showing-attachment-and-biofilm-formation-by-Escherichia-coli-cells))

I.3.3 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. (Fig.7).. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homofermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz.

Il existe cinq (05) espèces reconnues parmi les SF : *S. bovis*, *S. equinus*, *S. avium*, *S. faecalis* et *S. faecium*. Ils sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé (PNUE/OMS, 1977).

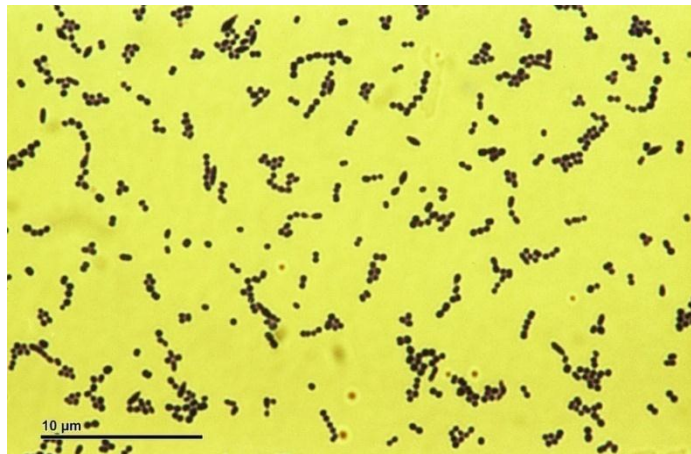


Figure 07 : les Streptocoques fécaux. 7. (wikimedia.org/wiki).

I.3.4 Les vibrions cholérique :

C'est l'espèce la plus connue du genre *Vibrio*. Elle ne se trouve pas à l'état naturel dans l'eau propre, mais est introduite par les eaux usées non traitées. (**Fig.8**).

Le *Vibrio* cholérique est considéré comme témoin de contamination récente par l'homme infecté. Une fois libéré dans l'eau, ce germe peut contaminer les coquillages qui transmettent au consommateur (**Dedjani C., 2012**).

Il provoque le choléra, des toxi-infections intestinales aiguës strictement adaptées à l'espèce humaine. Après une incubation de 1 à 5 jours, la maladie se manifeste par des vomissements spontanés, des diarrhées profuses avec des selles aqueuses et incolores (**OMS, 1978**).

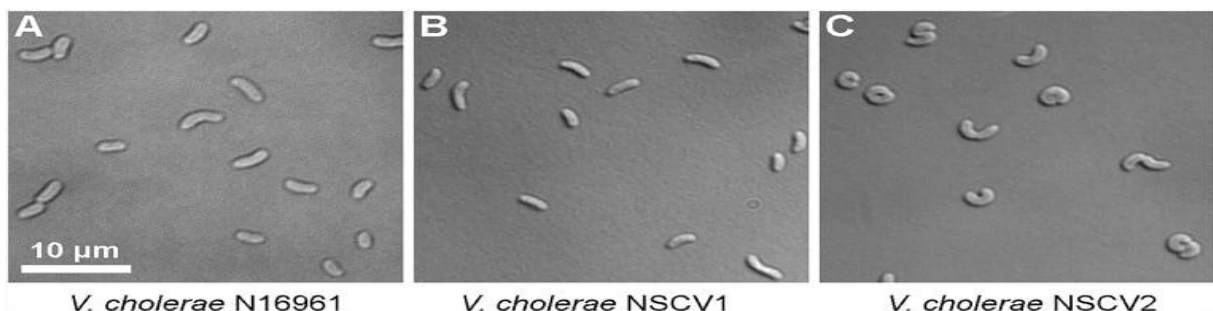


Figure 08 : Les vibrions cholériques .

8.(www.princeton.edu/news/2017/01/12/cholerabacteria).

I.3.5 Les salmonelles

Elles appartiennent à la famille des enterobacteriacées et sont des bâtonnets mobiles (**Fig.9**), Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas le saccharose.

Elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylent la lysine. Dans le milieu marin, les exutoires d'eaux usées constituent la principale source de pollution par les salmonelles. Elles sont retrouvées dans les excréments de porteurs sains et malades d'animaux ou d'Hommes.

Elles sont peut être la cause la plus fréquente d'infections des êtres humains par des organismes pathogènes à hôte animal (**PNUE/OMS, 1977**). Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément: fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires. Les salmonelles peuvent donc être présentes dans l'eau des égouts agricoles et domestiques, les eaux douces, y compris les eaux potables et les nappes phréatiques, ainsi que l'eau de mer (**BERCHE et al, 1991**).

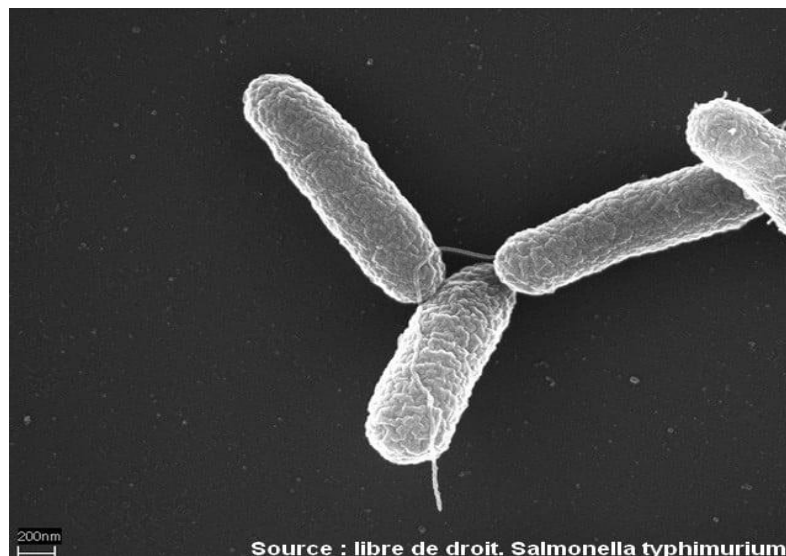


Figure 09 : Salmonelles. 9. (quoidansmonassiette.fr/salmonellose)



Matériel et méthode

II- MATERIEL ET METHODES :

II-1 La zone d'étude :

Le littoral d'El kala est situé à l'extrême Nord- Est de la côte Algérienne ; il s'étend du Cap Rosa à L'Ouest ($8^{\circ}15'$ E et $36^{\circ}58'$ N), au Cap SEGLEB (la frontière Tunisienne) à l'Est.

Le plateau continental est relativement étroit à l'Est et s'élargit à l'Ouest ; les isobathes -20 m et -100 m sont en effet situés à 07 Km à l'Est et atteignent 30 km à L'Ouest.

Le littoral généralement intégré au détroit de Sardaigne duquel il est très proche, est le siège d'intenses transports de l'eau Atlantique Modifiée, coulant en surface vers l'Est et de l'eau Levantine Intermédiaire qui coule en profondeur vers l'Ouest **(Manzella Et La Violette, 1990 ; Perkins Et Pistek, 1990).**

Il reçoit très peu d'extrusions continentales en raison des faibles apports d'eau douce (rivière) ; toutefois, le lac El Mallah évacue dans le littoral 180 millions de m³ d'eau saumâtre d'une salinité comprise entre 3 et 25% ; de ce fait, ce plan d'eau qui effectue Hydrodynamiques avec le littoral au rythme des marées, à tendance à fertiliser ce milieu en sels nutritifs tout en diminuant la salinité de la bande côtière **(Retima, 1999).**

II-2 Présentation des sites d'échantillonnages :

Deux plages situées sur le littoral d'El kala ont fait l'objet d'analyse bactériologique de l'eau. **(Fig 10)**. Sur une durée de 05 mois (Janvier, Février, Mars, Avril et Mai 2022) :

➤ Site 01 : Plage l'Aouinette :

On peut classer cette plage parmi les plages qui sont entourées par des reliefs montagneux ces coordonnées Lambert sont $36^{\circ}90'72.13''$ Nord et $8^{\circ}50'71.32''$ Est, ce site est dotée d'un éblouissant sable blanc et d'une eau claire et turquoise.

➤ **Site 02 : Plage la Messida :**

La Messida une des plages les plus spectaculaires de l'Est de la cote d'El KALA, situé à 36°91'06.34'' Nord et 8°52'16.11'' Est. Elle est célèbre par son sable fin. Ce site est caractérisé par la présence d'habitations non reliées au réseau d'assainissement ce qui peut présenter une certaine charge en agents pathogènes, se rajoute à cela l'accessibilité de cette dernière durant toute l'année.



Figure 10 : Localisation des sites d'échantillonnages (Google Earth, Modifiée).

II-3 Analyse bactériologique des échantillons :

Les analyses de l'eau constituent une étape fondamentale du programme de surveillance de la qualité de l'eau. Elles permettent d'identifier et d'évaluer le niveau de pollution biologique sur un échantillon d'eau. Mais avant d'entamer les analyses des échantillons d'eau, il s'agit d'abord d'assurer dans les meilleures conditions, leur transport jusqu'au laboratoire et leur conservation (**Reffas, 2007**).

Le travail a nécessité une phase de terrain pendant laquelle ont été effectués les prélèvements des échantillons d'eau et une phase de laboratoire aux cours de laquelle ont été effectuées les analyses bactériologiques des eaux.

Les prélèvements d'eau sont effectués mensuellement durant la période s'étalant de Janvier à Mai 2022.

II-3-1 Matériel :

❖ Sur terrain :

- Glacière pour transporter les échantillons. **(Fig 11).**
- Flacons stériles de 250 ml pour le prélèvement d'eau. **(Fig 12).**
- Fiche de renseignement (Lieu de prélèvement, date et heure de prélèvement, l'état de la mer).
- Appareil photographie.



Figure 11: Glacière

(Photo pers. 2022).



Figure 12: Flacons

(Photo pers. 2022).

❖ **Appareillage de laboratoire :**

- Rampe de filtration avec entonnoirs et supports de filtres.
- Membranes filtrantes stériles quadrillés de porosité de 0,45 µm et de 47 mm de diamètre.
- Boîtes de pétri d'environ 49 mm x 9 mm.
- Pincette en acier inoxydable à bouts plats.
- Pipettes stériles de 10,0 ml et 1,0 ml.
- Bec Benzène.
- Autoclave.
- Incubateur dont la température est ajustée à 35°C ± 0,5°C.
- Boîte de pétri de 45 mm de diamètre.
- Pompe à vide. **(Fig 13).**



Figure 13 : Appareillage de laboratoire. (Photo pers. 2022).

II-3-2 Protocole expérimental :

❖ Prélèvement des échantillons : (Phase de terrain)

Nous avons prélevé les échantillons dans des flacons de 250 ml stériles (soumis au préalable à un nettoyage rigoureux à l'eau potable puis 3 rinçage à l'eau distillée), séchés, enveloppés séparément dans un morceau de papier filtre puis stérilisés à l'autoclave à une température de 121°C pendant 15minute.

Les flacons stériles sont plongés à une profondeur d'environ 50 cm de la surface de l'eau puis ouverts à contre courant. **(Fig 14).**

Une fois remplis, ils sont refermés sous l'eau pour éviter ma formation de bulles d'air et tout risque de contamination lors du transport.



Figure 14 : prélèvement des échantillons. (Photo pers. 2022).

❖ **Transport des échantillons :**

- Une fois les prélèvements effectués, les flacons sont étiquetés et placés dans une glacière à l'abri de la lumière et à une température de 4°C parce que la teneur en germe des eaux risque de subir des modifications dans les flacons, après le prélèvement les analyses doivent être effectuées le plus rapidement possible (minimum 8h). (**Fig 15**).



Figure 15 : Conservation des échantillons dans la glacière. (Photo pers. 2022).

❖ **Analyse des échantillons :**

- L'analyse bactériologique des échantillons d'eau est réalisée au niveau du laboratoire d'hygiène de l'eau à (**E.P.S.P El KALA**), cette analyse est réalisée à l'aire de la rampe de filtration.(**Fig 16**).

C'est un équipement destiné au contrôle microbiologique des liquides, par dénombrement de germes par la méthode de filtration sur membrane.

Un volume d'eau à analyser (100 ml) est versé dans l'entonnoir. La rampe est actionnée à vide pour permettre le passage de l'eau à travers une membrane stérile contenant des pores de $0,45\mu\text{m}$. L'eau est ainsi filtrée. La membrane permet ainsi la récupération de l'ensemble des micro-organismes présents dans les 100 ml d'eau, elle est ensuite déposée sur un milieu de culture adapté au type de micro-organisme que l'on souhaite dénombrer. Le résultat sera exprimé en unités formant des colonies (UFC) par 100 ml d'échantillon d'eau de mer.



Figure 16 : Rampe de filtration. (Photo pers. 2022).

II-3-3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux :

❖ Mode opératoire :

Conformément à la norme NF EN ISO 9308, il faut :

- Remplir de façon aseptique, L'entonnoir avec 100 ml d'eau à analysé.
- Actionner la pompe vide pour permettre le passage de l'eau a travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'acide d'une pincette stérile et placer la dans une boite de pétri de 45mm de diamètre contenant de la gélose tergitol (TTC).
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures (**Fig 17**), et servira à la recherche des coliformes totaux (**L.P.A, 2002**).



Figure 17: Incubation de la boîte de pétri dans l'Autoclave à 37°C. (Photo pers. 2022).

- **La lecture :**
- La lecture des boites, après l'incubation à 37°C permet de mettre en évidence la présence de colonies jaune ou jaune orangé, lisses et généralement bombées (**D.G.E, 1997**). (**Fig 18**).

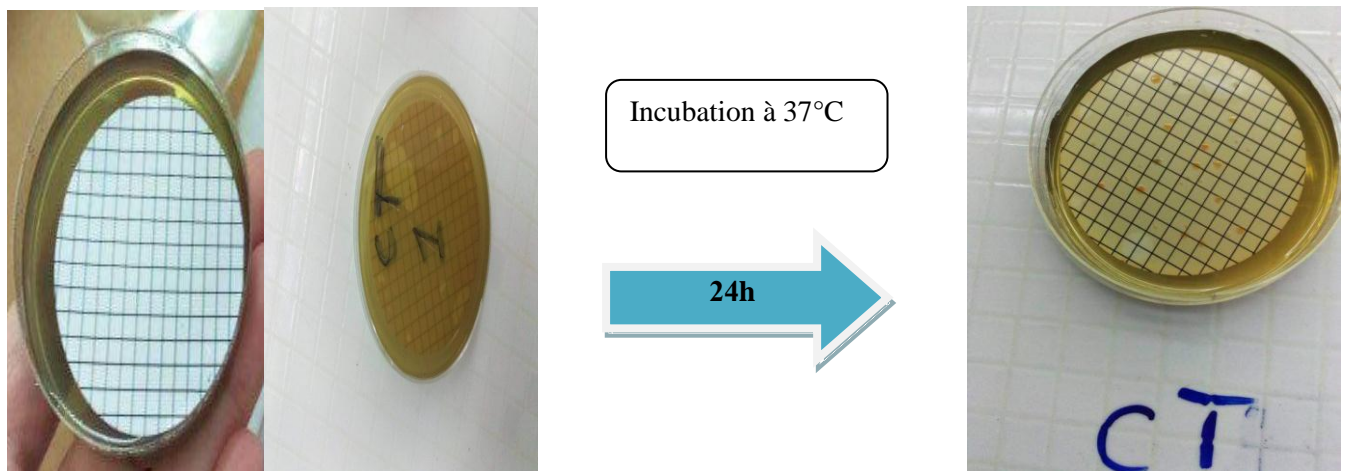


Figure 18 : Colonies caractéristiques des coliformes totaux. (Photo pers. 2022).

II-3-4 Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux (Thermo Tolérants) :

❖ Mode opératoire :

On suit le même mode opératoire que pour les coliformes totaux, sauf que la membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux (L.P.A, 2002).

❖ La lecture :

- La lecture des boîtes, après l'incubation à 44°C permet la mise en évidence des colonies de colorations variable selon les espèces ; les *Escherichia coli*, provoquent une coloration nettement orangée (Fig 20) et les *Klebsiella* provoquent une coloration jaune paille (D.G.E, 1997). (Fig 19).

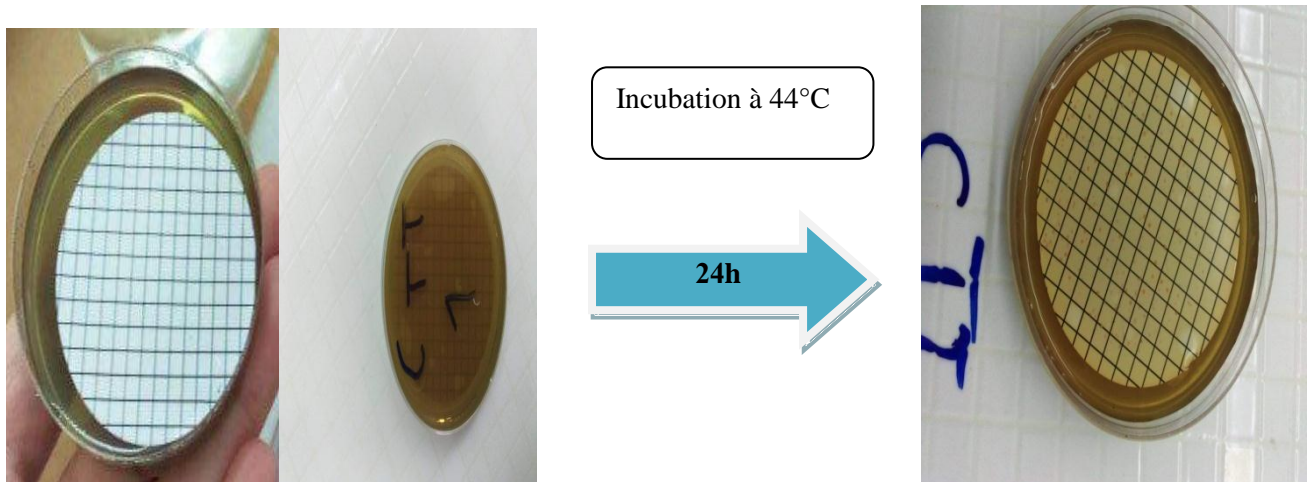


Figure 19: Colonies caractéristiques des coliformes fécaux. (Photo pers. 2022).

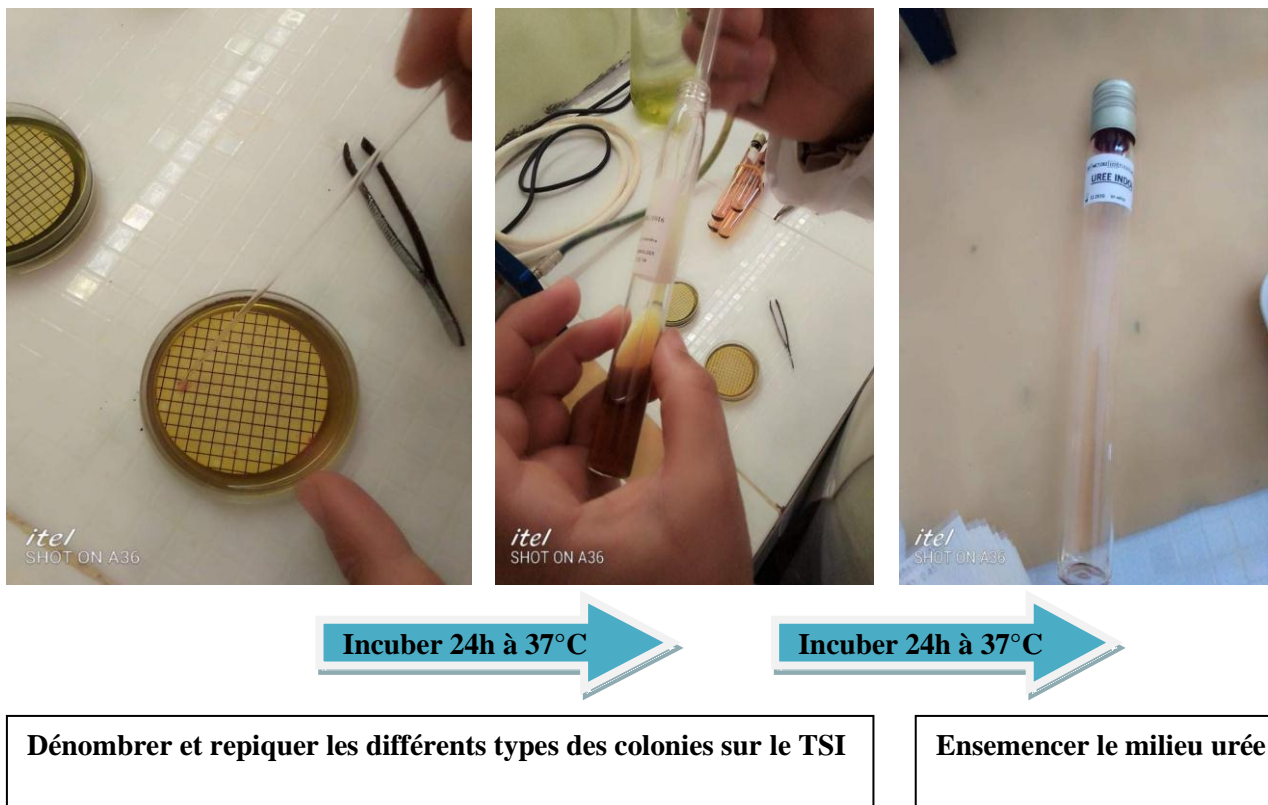


Figure 20 : Dénombrement des colonies, cas d'E. Coli. (Photo pers. 2022).

II-3-5 Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux :

Conformément à la **norme ISO 7899-2** et **norme NFT 90-416** les échantillons ont été traités :

❖ Mode opératoire :

- Remplir de façon aseptique, l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage d'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pincette stérile et placer la dans une boîte de pétri de 45 de diamètre contenant de la gélose SLANETZ & BRATLEY.
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des streptocoques fécaux (**L.P.A, 2002**).

❖ La lecture :

Après 24 heures d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement bombées (**L.P.A, 2002**). (**Fig 21**)

❖ Remarque importante :

Il faut déposer la membrane en la déroulant pour obtenir un contact étroit avec la gélose. La présence de bulles d'air est signalée par des taches blanches.

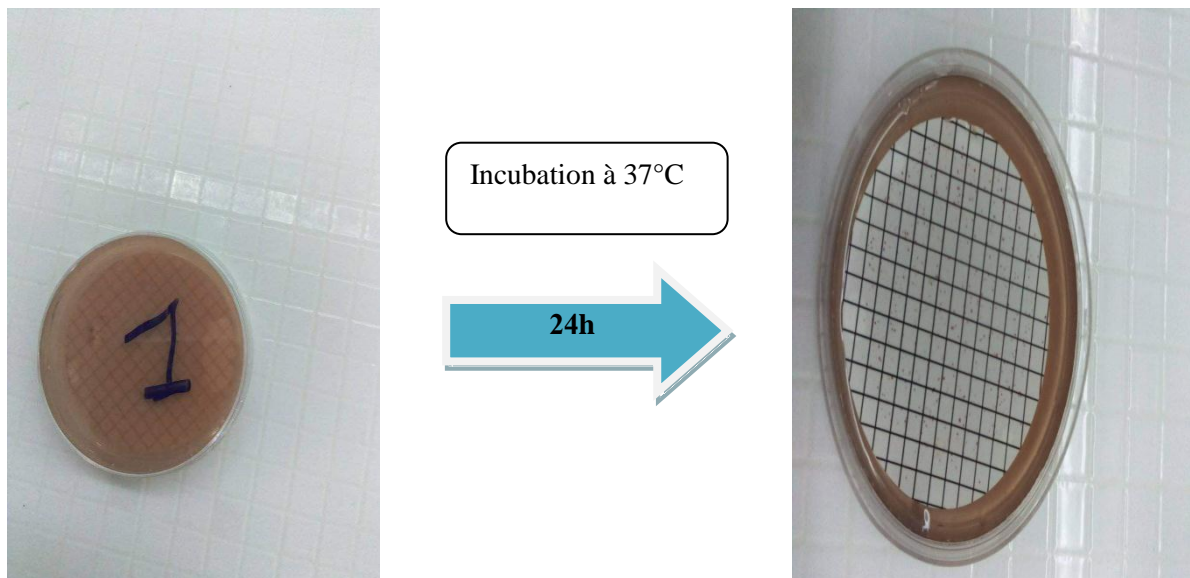


Figure 21: Colonies caractéristiques des streptocoques fécaux (photo pers. 2022).

II-3-6 Recherche des Vibrions cholériques :

Conformément à la norme **NF ISO 7218**, la recherche des vibrions cholériques se fait en 3 étapes :

- Un enrichissement primaire s'effectue sur milieu d'eau peptonée alcalin (**EPA**), après incubation de 18 à 24 h à 37°C, la solution obtenue est appelée **EPAI**.
- La solution EPAI, fera l'objet d'une part à un deuxième enrichissement (**EPAII**) et d'autre part d'un isolement sur **GNAB** (Gélose Nutritive Alcaline Biliée). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.
- Le tube EPAII fera l'objet d'un isolement sur **GNABII** puis incubation à 37°C pendant 24h. (**Fig 22**).

La boîte gélose GNABII subira une lecture qui se limite à la présence ou l'absence de colonies spécifique (**Hmaidi et al, 2009**).

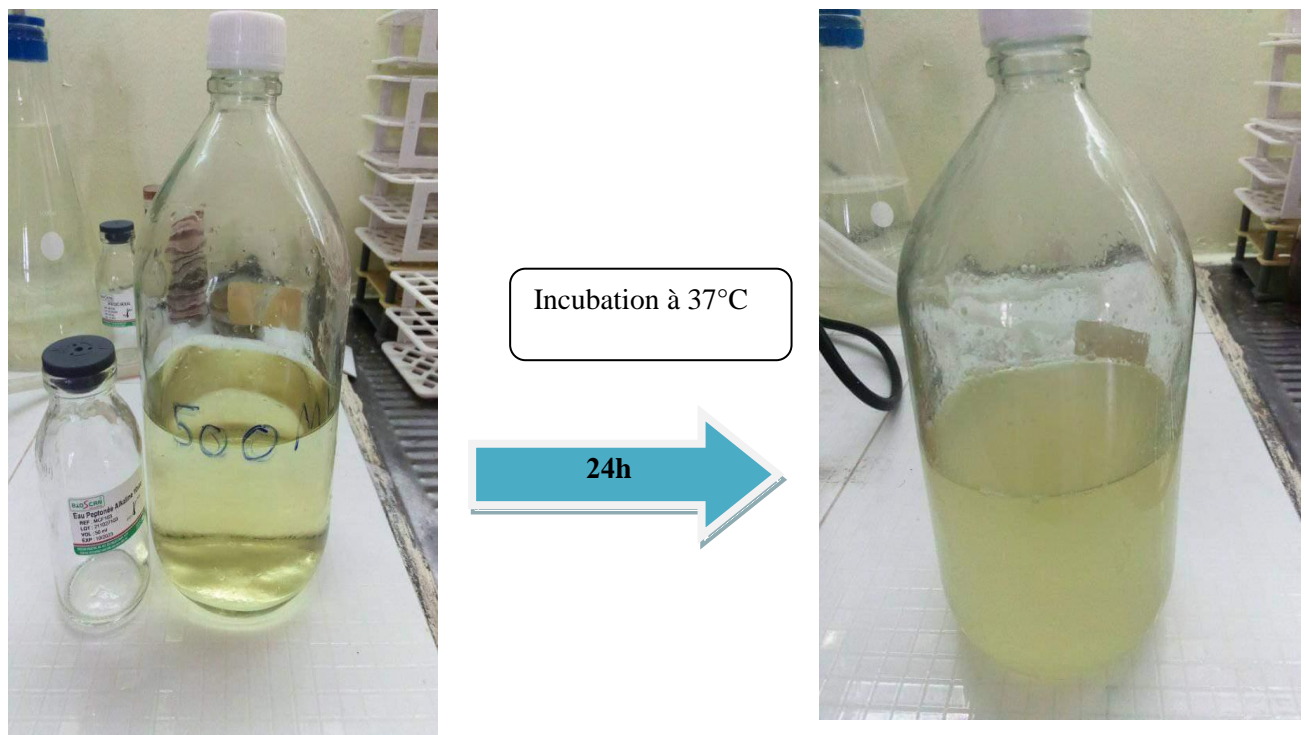


Figure 22 : Enrichissement sur milieu eau peptonée alcalin. (Photo pers. 2022).

II-3-7 Recherche des Salmonelles :

La recherche des salmonelles est effectuée sur le milieu sélénite-cystéine (SFB) et conformément à la norme **NF ISO 7218**, nous avons procédé comme suit :

- Un enrichissement primaire s'effectue en portant aseptiquement 50 ml d'eau analyser dans un flacon de 100 ml de bouillon sélénite- cystéine. La solution obtenu appelée **SFBI**. (**Fig 23**)
- Après incubation 37°C pendant 18 à 24h, cette solution fera l'objet d'un deuxième enrichissement (SFBI) et d'un isolement sur gélose Hekton (HI), l'incubation se fait à 37°C pendant 24h. la gélose HI fera l'objet d'une lecture. (présence ou l'absence de colonies) (**Hmaidi et al, 2009**).

- Le bouillon SFBII fera l'objet d'un deuxième isolement sur la gélose HII fera l'objet d'une lecture (présence ou l'absence de colonies) (Hmaidi et al, 2009).

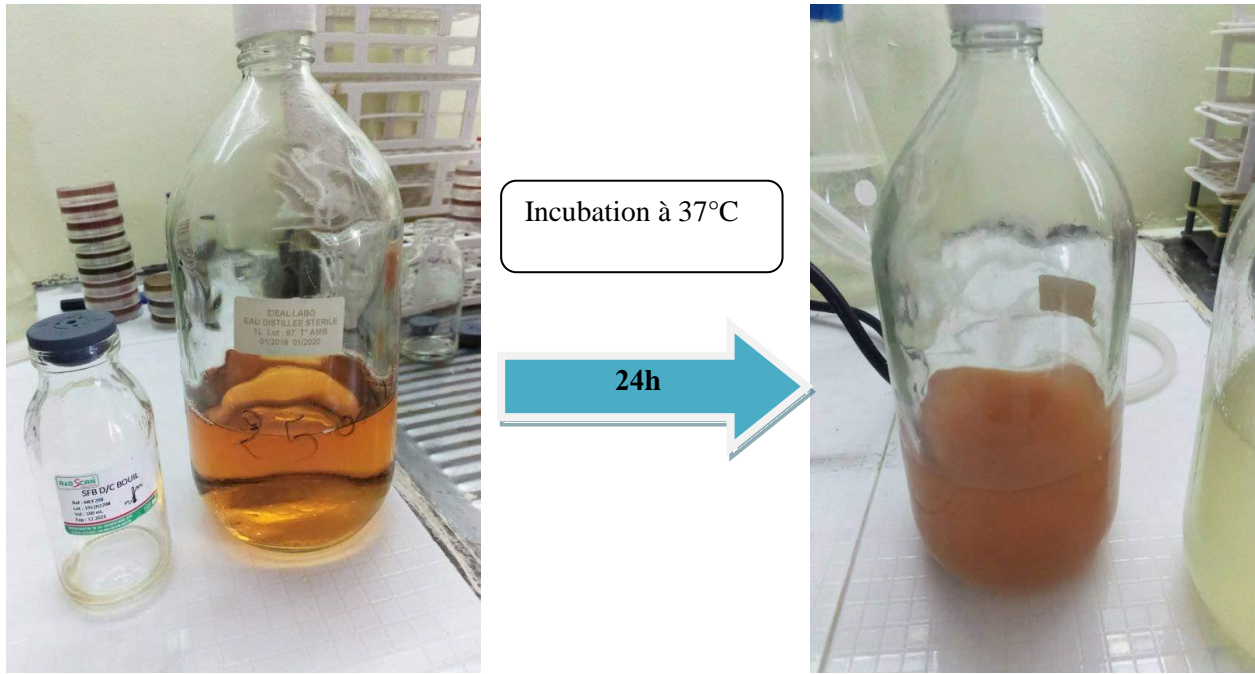


Figure 23 : Enrichissement sur le sélénite-cystéine. (Photo pers. 2022).



Résultats

III. Résultats

III.1 Les coliformes totaux

Les résultats obtenus montrent que les taux en coliformes totaux dans l'eau de mer du littoral d'El Kala diffèrent d'un site à l'autre et d'un mois à l'autre.

C'est la plage Aouinette qui enregistre la charge bactérienne la plus élevée en mois de février avec des teneurs qui varient entre 20(station 1) et 14(station2) UFC/100ml (**Fig.24**).

Quand à Messida, les analyses des échantillons d'eaux prélevées au niveau des deux stations marquent des valeurs qui ne dépassent pas 4 UFC/100ml durant toute la période d'étude. (**Fig.25**).

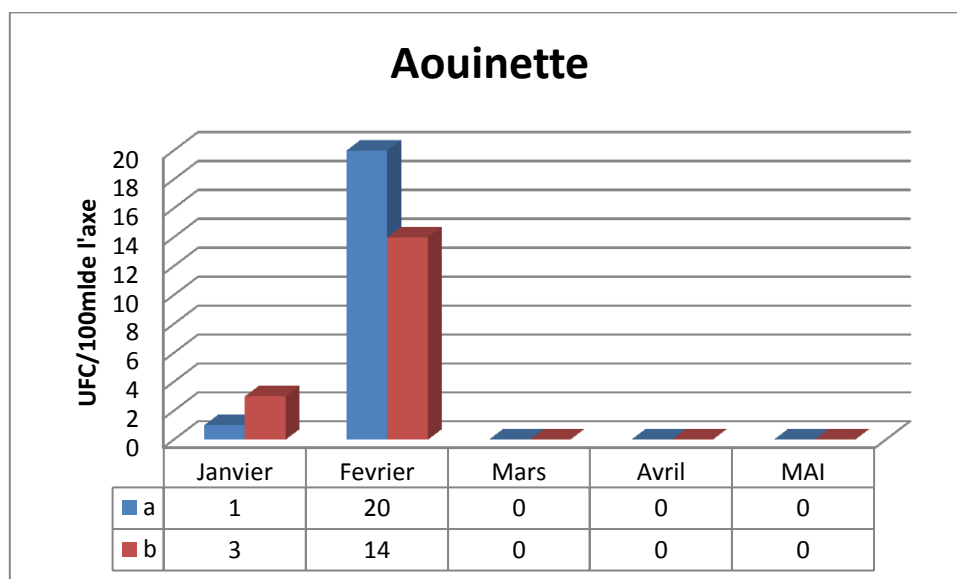


Figure 24 : Variation des coliformes totaux dans la plage Aouinette

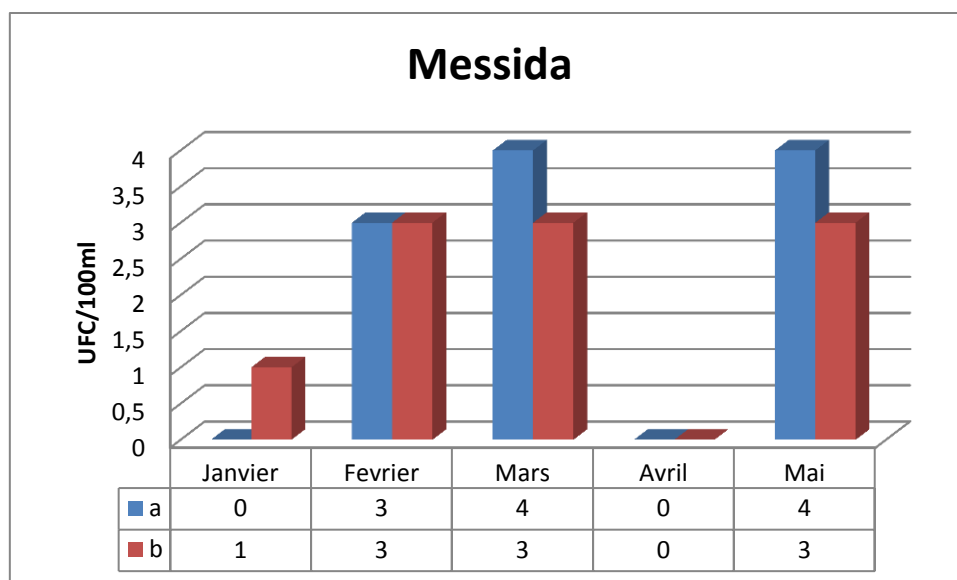


Figure 25 : Variation des coliformes totaux dans la plage Messida

III.2 Coliformes fécaux (Thermo Tolérants) :

Les résultats obtenus révèlent que les plages prise en considération dans cette étude sont indemnes de toute contamination bactériologique.

III.3 Streptocoques fécaux

L'analyse des échantillons d'eau prélevés dans les deux plages Messida et Aouinette n'enregistre aucune valeur positive de ces germes pathogènes.

III.4 Les Vibrions cholériques

Dans ce travail il s'avère que les vibrions cholériques sont totalement absents durant la période de réalisation de cette étude.

III.5 Les Salmonelles

Les salmonelles ne sont pas détectées dans l'eau des différentes stations analysées pendant notre période d'échantillonnage.



Discussion

IV. Discussion

Les zones côtières fortement anthropisées offrent des habitats de moins bonne qualité pour le développement et la survie des poissons. Beaucoup d'espèces fréquentant les écosystèmes côtiers sont indispensables au bien-être des humains, soit directement comme ressources renouvelables à valeur marchande, soit indirectement, pour maintenir le fonctionnement et la viabilité des écosystèmes marins. D'où la nécessité de protéger ces habitats de la pollution et de la destruction est une extrême urgence. (**Amara R., 2010**).

Le littoral d'El kala est une zone côtière soumise à une augmentation excessive de l'urbanisation ce qui la rend très sensible aux différents dangers que peut présenter ce phénomène. Ceci a incité la communauté universitaire à entreprendre plusieurs travaux qui se sont intéressés à l'évaluation de la qualité bactériologique de ses eaux (**Sadouni D., 2018, Dedjani C et Hamis N, 2014, Gheraibia I et Daoudi S., Towati H., 2015 et SIAB N., 2019**).

L'analyse bactériologique des eaux des plages Aouinette et Messida enregistrent des taux faibles en coliformes totaux et une absence totale des coliformes thermotolérants, des streptocoques, des salmonelles et des vibrions durant toute la période d'étude.

Les résultats obtenus dans ce travail, révèlent que les plages étudiées pour sa réalisation ne présentent que de faibles taux de bactéries pathogènes ; dont les valeurs restent très loin de celles définies dans le décret exécutif n°93-164 du 10 juillet 1993 pour les paramètres bactériologiques suivis en Algérie (**[http : //www.eau-adeur-garom1e.fr/qualité _ baignade.htm](http://www.eau-adeur-garom1e.fr/qualité_baignade.htm)**), qui classe dans la catégorie de Bonne qualité les eaux qui présentent les taux suivants:

- Au moins 80% des résultats en *Echérichia coli* et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux à 100/100 ml et 500/100 ml respectivement.
- Au moins 95% des résultats en *Echérichia coli* et en coliformes totaux sont inférieurs ou égaux aux nombres impératifs de 2000/100ml et 10000/100ml respectivement.
- Au moins 90% des résultats en streptocoques fécaux sont inférieurs ou égaux aux nombres guide 100/100ml.

En comparaison avec ces normes les eaux des plages Aouinette et Messida sont de qualité excellente et ne présentent aucun danger sur les baigneurs.

La présence des coliformes au niveau de notre zone d'étude est probablement reliée à la localisation des émissaires des rejets des eaux usées urbaines à ce niveau. Elle doit être également mise en relation aux variations au cours de la journée du débit des eaux usées déversées et des courants marins.

(Mimouni et al., 2002), suggèrent que les sédiments marins jouent un rôle important de réservoir pour les bactéries entériques et celles-ci peuvent être remises en suspension sous l'effet de différents facteurs environnementaux et des activités récréatives.

Actuellement il s'avère la nécessité de protéger à la fois quantitativement et qualitativement les habitats et les espèces, à travers l'utilisation d'outils permettant d'apporter un diagnostic sur leur état de santé.

D'une manière générale, la surveillance de la qualité de l'environnement peut se faire suivant deux approches : la première est la détection des polluants et leur quantification ; La seconde est l'évaluation des effets des polluants sur les organismes vivants, soit à l'échelle des individus, soit à l'échelle des populations et des communautés (Adams, 2002).



Conclusion

V. Conclusion

L'étude de l'évolution de la qualité bactériologique de l'eau de 2 plages du littoral d'El Kala (Aouinette et Messida) nous a permis d'obtenir les résultats suivant :




Le dénombrement des coliformes totaux montre que se sont les seuls germes identifiés durant toute la période d'étude présentant les taux les plus élevés à Aouinette en mois de février 20UFC/100ml. Il est à noter que ces bactéries sont quasi présentes durant tous les mois d'échantillonnage au niveau de la plage Messida mais à des taux faibles ne dépassant pas les 4UFC/100ml.

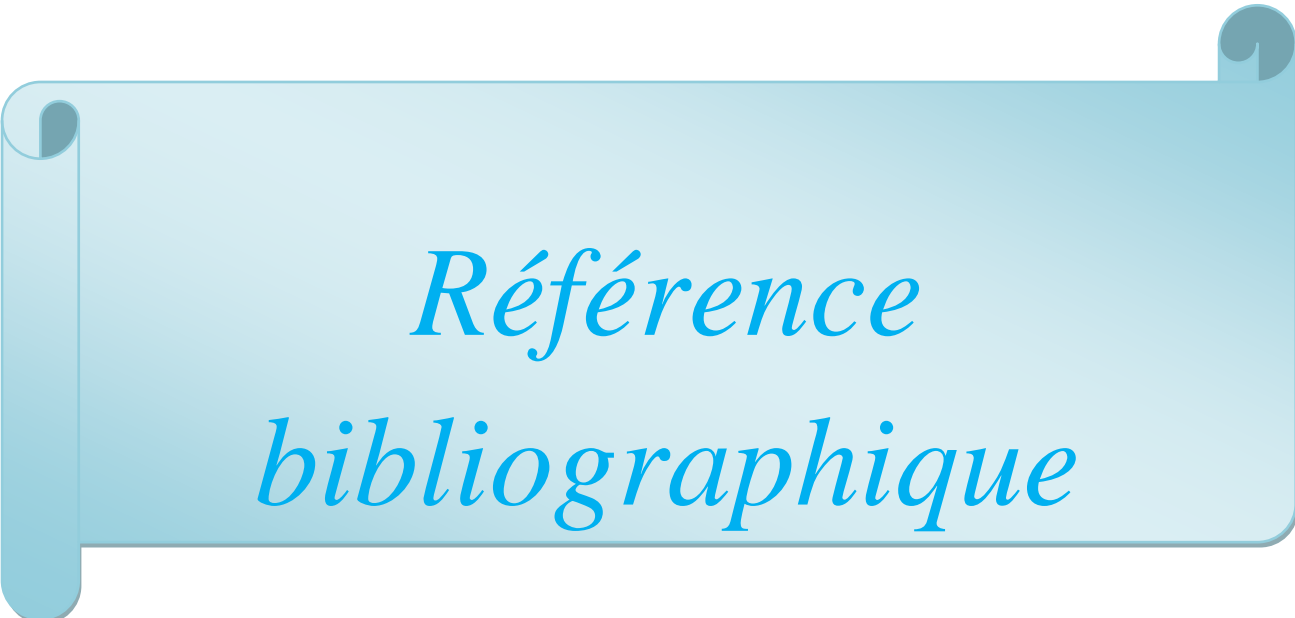
En ce qui concerne les Streptocoques, les Salmonelles et les Vibrions, ces pathogènes n'ont été pas identifiés et l'analyse révèle l'absence totale de ces germes dans les 2 sites d'étude.

On se réfère aux normes de la qualité bactériologique des eaux de baignade, il s'avère que l'eau des plages Aouinette et Messida sont classées dans la catégorie de bonne qualité.

Perspectives :

Il serait bénéfique de :

-  Poursuivre l'étude sur tout un cycle
-  Multiplier le nombre de stations de prélèvement
-  Associer un suivi des paramètres physicochimique de l'eau



*Référence
bibliographique*

VI. REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. **Adams, S.M. (Éditeur), (2002)**, Biological indicators of aquatic ecosystem stress. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 621 p.).
2. **Afnor, (1992)**. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation : NF T 90-350, 12p.
3. **Alain A. et Roger K. (2004)**. Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Quae, 336p.
4. **Bennana M. (2013)**. Eude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdellah .
5. **Berche P.Gaillard Jean-Louis et Simonet-Michel (1991)**. Bactériologie :
 1. Les bactéries des infections humaines. France. Pages : 39, 77, 78, 100, 138, 268,269.
6. **Boubrit, S, Boussad, N (2007)**. Détermination "in vitro" du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette. [En ligne]. Et leur application à la conservation de la viande fraiche type hachée. Ingéniorat d'état en biologie : contrôle de qualité et analyse : Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.
7. **Boudjelal et Djoudi H. (2008)**. Pollution de l'oued boussellem par les eaux usées urbains et industrielle et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing , tatho des écosystèmes universitaires , Stif :p6-13.
8. **Bouziani M. (2000)**. L'eau de la pénurie maladie. Ed. IBN-KHALDOUN, Oran : 59-64 Bureau d'étude et de réalisation des ouvrages U.R.T.O, PADV de Hassi ben Abdellaf Phase A : rapport d'orientation :p 1-4.
9. **Dahal A.T. (2021)**. cours de pollution de l'environnement – MASTER 1 : Bioressources marines .Université Chadli Bendjedid –El-Tarf .
10. **Dedjani chourouk, (2012)**. Analyse de la qualité bactériologique des eaux de mer du littoral d'El kala .
- 11.**Dedjani Chourouk et Hamis Nawel, (2014)**. Etude bactériologiques des eaux de mer du littoral d'El Kala (la grande plage A et la vieille Calle. Grande plage la plus contaminée).

Mémoire de master en hydrobiologie marine et continentale, spécialité : Environnement et bioressources marines, Université D'El Tarf.

12. Djekoun M. (2018).-Cours Microbiologie –promo Biologie et hydrobiologie marine. Université Chadli Bendjedid –El-Tarf .

13. D.G.E, (1997). Direction générale de l'environnement. 1997. Guide d'Analyse microbiologique et physico-chimique de la qualité d'eaux de baignade (prélèvement, échantillonnage et méthode d'analyse). El Tarf, PP2-5-7-19-20.

14. Gaujous D., (1995). La pollution des milieux aquatique : Aide mémoire 2ème édition Lavoisier TEC & DOC, 220p.

15.Gheraibia Imen, Daoudi Sabra et Towati Hana, (2015) .Analyse de la qualité bactériologique des eaux de mer du littoral d'El Kala. (8 plages: El Mordjane, Grande Plage, Cap Rosa, Sable D'or, Mellah, la Vielle Calle, Aouinet et la Messida. El Mordjen la plus contaminée). Mémoire de master en hydrobiologie marine et continentale, spécialité : Environnement et bioressources marines, Université D'El Tarf.

16. Henaut A., (2011). Pollution de l'air et de l'eau, Les dossiers de science et politiques publiques, Université Pierre et Marie Curie, Paris, P 02.

17.Retima A, (1999) .Incidence des échanges hydro biologiques ,chimiques, biochimiques, phytoplanctoniques sur la fertilités de la lagune El Mellah et du littoral voisin (El Kala, Algérie). Thèse de magistère en écologie et environnement . Univ. Annaba.

18. Hmaidi et al, (2009). Recherches des indicateurs bactériens de contamination fécale dans les eaux de barrage de Lakhal (Bouira Algérie) Université de blida, pp78-83.

19. Kacemi M., (2006).Protection du littoral en Algérie politiques et pouvoirs locaux, vertigo-La revue en sciences de l'environnement, Vol 17 n°3.


20.Koffi A, Pierre T. Z. (2010). Logiques paysannes et espaces agraires en Afrique. Karthala Editions, paris. 384 p.


21. L.P.A, (2002). Institut pasteur d'Algérie,(2002). Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments (microbiologie des eaux, des boissons et des produits de mer. P11).


- 22. Manzella Et La Violette, (1990).** The seasonal variation of water mass content in the western Mediterranean and its relationship with inflows through the straits of Gibraltar and sicily. In the western Médi terranéen circulation experiment journal Geophysical research, 95(C2) : 1623-1626.
- 23. Mekhalif F. (2009).** Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurée comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement .Magister.
- 24. Mengue F.(2012).** Qualité des eaux de puits et de forages du secteur de Kette. Mémoire de professeur D'enseignant Secondaire Général. UNIVERSITE DE YAOUNDE I CAMEROUNE.16PP. Traité de l'environnement. Technique de l'ingénieur .Volume g 1210.
- 25. Mimouni R., Ait Alla, A., Anajar, E. M., Finance, C, .et Moukrime,** Journal Européen d'Hydrologie, 33(2002)115- 123).
- 26. Mizi A.2006.** Traitement des eaux de rejet d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA.
- 27. Mme Mechai Née Debabza Manel (2005).** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba. Université Badji-Mokhtar- Annaba. Thèse de Magister.
- 28. 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.
- 29. Olivier Tenailon, David Skurnik, Bertrand Picard and Erick Denamur.Mars (2010).** The population genetics of commensal Escherichia coli; Vol 8; P:207.
- 30. Oms, (1978).** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1 – recommandations. Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.
- 31. Perkins, H. and Pistek, P. (1990).** Hydrographic measurements,Circulation in the Algerian Basin during June 1986. Journal of Geophysical Research 95: doi: 10.1029/89JC03651. issn: 0148-0227.
- 33. PNUE / OMS., (1977).** Recommandation pour la surveillance sanitaire des zones côtières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, Copenhague : 168p.

- 34. Rachid Amara(2010).** Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins. Exemple de la Manche-mer du nord **Paru dans *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 8 | octobre 2010.**
- 35. Ramade F., (1984).** Elément d'écologie- Écologie Fondamentale, 1984, Ed. Doin, Paris.
- 36. Reffas, (2007).** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau d'oued el kebir, thèse de diplôme d'ingénieur d'état en agronomie. Centre universitaire d'El Tarf, 17-18p.
- 37. Rodier, (1978).** L'analyse eaux résiduelles, de l'eau naturelle. Edition Dunod. 1093p.
- 38. Rodier et al., (2009).** L'analyse de l'eau. 9ème Edition : Dunod, Paris.
- 39. Rodier. J., (2010).** L'analyse de l'eau de mer *9ème éd. DUNOD*. 660-700 p.
- 40. Sadouni D., (2018).** Qualité bactériologique des eaux de mer du littoral d'El KALA (plages : La montagne, Calissar, Aouinette et Messida). Mémoire de master en biologie, spécialité : Toxicologie industrielle et environnementale, Université D'El Tarf.
- 41. SIAB Nesrine, (2019).** Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral d'EL KALA (WILAYA D'EL TARF, ALGERIE). (8 plages toujours et c'est El Mordjen la plus contaminée). Mémoire de master en hydrobiologie marine et continentale, spécialité : bioressources marines, Université D'El Tarf.
- 42. Souhila Boubrit et Nafaa Boussad, (2007).** Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou - Ingéniorat d'état en biologie.
- 43. Tabet-Zatla, A. (2017).** Caractérisations chimiques et étude biologiques d'extraits de quatre plantes aromatiques « Daucus. Carota ssp. Sativus, Marrubium vulgare, Ballota nigra et Cynoglossum cheirifolium » de la région de Tlemcen [Thèse De Doctorat]. Université Abou-Beker Belkaid - TLEMEN.
- 44. Thomaset et al, (1995).** Métrologie des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, 192 p.
- 45. Viala A. et Botta A., (2005).** Toxicologie. 2ème édition TEC & DOC. p248, 1096p.

Sites Internet :

 <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/125/14/2/55637>.

 <http://les.cahiers-developpement-durable.be/outils/cycle-de-leau/>.

 Les eaux de baignade en mer/ yahoo.f http://www.eau-adeur-garomle.fr/qualite_baignade.htm.

 **Pr Jean-Philippe Lavigne – DFGMS2 ‘Infectieux’.**

http://science.howstuffworks.com/environmental/life/cellular_microscopic/cell1.htm

1.(fr.wikipedia.org).

2.(org/La-pollution-de-l-eau-un-fleau-invisible.html).

3. (antibio-responsable.fr/bacteries).

4.(cdn.gestionweblex.ca).

5.(wikydro.developpement-durable.gouv.fr).

6. (researchgate.net/figure/SEM-image-showing-attachment-and-biofilm-formation-by-Escherichia-coli-cells).

7. (wikimedia.org/wiki).

8.(www.princeton.edu/news/2017/01/12/cholera-bacteria).

9. (quoidansmonassiette.fr/salmonellose).