



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



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 : Grande plage , L'Usine )**

Présentée par :

**M<sup>elle</sup>. REGAIA KHAOULA**


Devant le jury compose de:

**Présidente :** M<sup>me</sup> DJEBBARI NAWEL Maitre de conférences A., UCB. El-Tarf.

**Examinatrice :** M<sup>me</sup> DAHAL ZANAT AMINA Maitre de conférences A., UCB. El-Tarf.

**Promotrice :** M<sup>elle</sup> DJABOURABI AICHA Maitre de conférences A., UCB. El-Tarf.

Année universitaire 2021-2022



**L'eau est le cœur battant  
De la vie, alors protégez  
Votre cœur**



### *Dédicace*

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire  
« Alhamdoulilleh ».*

*Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille, Ma mère, et Mon père pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.*

*A Mes sœur , qui ont partagé le fardeau de la vie avec moi*

*Mon encadreur qui mon soutenu au long de mes travaux (je vous remercié).*

*Mes amis et collègues notamment les étudiants qui m'encourager , merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous .*

# Remercie

Je remercie **Dieu** tout-puissant, plein des cieux et de la terre,  
pour ce qu'il m'a accordé en complétant cette étude, qui, je  
l'espère, obtiendra son approbation.

Ensuite, je voudrais remercier tous ceux qui m'ont aidé à  
atteindre ce niveau.

À mon père (**Hamed**), qui a travaillé dur et m'a soutenu  
financièrement et moralement avec tout ce qu'il pouvait, et à  
ma mère (**Aicha**), qui m'a toujours accompagné avec ses  
prières bénies et ses paroles aimables.

Sur qui mes sœurs comptaient (**Sana, Siham, Hadil**)

Mon honorable professeur

(**DGABOURABI AICHA**) qui m'a dirigé et a été généreux  
de mes conseils jusqu'à la réalisation de cette étude  
scientifique et a accueilli mon sujet

Aux honorables membres du comité de discussion

Au Chef du Laboratoire d'Hygiène du Département  
d'Epidémiologie et des Maladies du Gouvernorat d'El-Taraf,  
qui a suivi ma formation au laboratoire (**M<sup>me</sup> ksouri samira**

**M<sup>me</sup> Melouah Mounia , M<sup>me</sup> Maoui Khaira** ).

Aux fidèles amis de ma vie, les morts (**Marwa , chaima**  
**,Amani**)

A ma grand-mère mon inspiration et mon grand-père  
le titre de ma vie.

**Merci**

## Sommaire

### **I-GENERALITES**

Introduction.....	1
I. GENERALITES .....	3
I.1 L'eau .....	3
I-2- Le cycle de l'eau.....	4
I -3- la pollution marine.....	5
I-3-1Définition de l'eau de mer .....	5
I-3-2Définition de la pollution marine .....	6
I-3-3-Les types de pollution.....	6
I-3-3-2-Pollution chimique.....	6
I-3-3-1-Pollution physique.....	7
I-3-3-3-La pollution domestique .....	7
I-3-3-4-La pollution industrielle.....	7
I-3-3-5La pollution agricole .....	8
I-3-3-6 Pollution microbienne.....	8
I-3-4-Les sources de la pollution d'eau.....	10
I-3- 4-1Eaux usées domestiques .....	11
I-3- 4-2- Eaux usées industrielles .....	11
I-3- 4-3-Eaux usées pluviales.....	11
I-3- 4-Eaux usées d'origine agricole.....	11
I-3- 5- Effets de la pollution de l'eau .....	11

1-3-6-Risques liés à la baignade dans les eaux polluées.....	12
I-4-Microorganismes pathogènes .....	14
I-4-1-L'analyse microbiologique.....	14
I-4-2-Les germes totaux .....	15
I-4-2-1-Coliformes totaux.....	15
I-4-2-2-Coliformes fécaux .....	16
I-4-2-3- Streptocoques fécaux.....	17
I-4-2-4-Salmonelles .....	18
I-4-2-5- Vibrions cholériques.....	19

## **II- Matériel Et Méthodes**

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**

III. Résultats .....	35
III.1 Les coliformes totaux.....	35
III.2Coliformes fécaux (Thermo Tolérants) .....	36
III.3Streptocoques fécaux.....	36
III.4Les Vibrions.....	37
III.5Les Salmonelles.....	37
IV. Discussion.....	38
V .Conclusion.....	40
VI. Références bibliographiques.....	41

## Liste figure

Figure	Titre	Page
Figure01	Molécule d'eau	4
Figure02	les différentes phases du cycle de l'eau. (MOUFFOK, 2008)	5
Figure03	pollution des eaux usées (plage el mordjane El Kala 2022)	7
Figure04	pollution eaux usées industrielles (www.actu-environnement.com )	7
Figure05	la pollution agricole(http://www.carideal.com )	8
Figure06	pollution bactériologique de l'eau (http://www.economiesolidaire.com)	9
Figure07	Coliformes fécaux ( environnement-contrôle-protection-inc)	15
Figure08	Coliformes totaux ( fr.sawakinome)	16
Figure09	<i>Esherichia coli</i> (pixnio.com/fr/science-fr)	17
Figure10	streptocoque fécaux (fr.m.wikipedia.org)	18
Figure 11	Salmonelles :( ar.m.wikipedia.org )	19
Figure 12	Vibrions cholériques ( cordis.europa.eu)	19
Figure 13	Localisation des sites d'échantillonnages, plage El Mordjemen et LA grande plage (Google Earth , 2022Modifiée).	21
Figure 14	Glacière	22
Figure 15	Flacons	22
Figure 16	Appareillage de laboratoire	23
Figure 17	prélèvement des échantillons	24
Figure 18	Conservation des échantillons dans la glacière	25

Figure 19	Rampe de filtration	26
Figure20	Incubation de la boite de pétri dans l'Autoclave à 37°C	27
Figure 21	Colonies caractéristiques des coliformes totaux	28
Figure 22	Colonies caractéristiques des coliformes fécaux	29
Figure 23	Dénombrement des colonies, cas d'E. Coli	29
Figure 24	Colonies caractéristiques des streptocoques fécaux	31
Figure 25	Enrichissement sur milieu eau peptonée alcalin	32
Figure 26	Enrichissement sur le sélénite-cystéine.	33
Figure 27	Variation mensuelle des Coliformes totaux dans la grande plage	34
Figure 28	Variation mensuelle des Coliformes totaux dans la plage Usine	35
Figure 29	Variation mensuelle des Streptocoques dans la grande plage	37

## Liste de Tableau

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Tableau n°01	Concentration de quelques micro-organismes dans les eaux usées urbaines brutes	09
Tableau n°02	les origines d'effluents urbains	10

*Liste des abréviations :*

<b>Abréviations</b>	<b>Définition</b>
<b>C°</b>	<b>Degré Celsius</b>
<b>CT</b>	<b>Coliformes Totaux</b>
<b>CTT</b>	<b>Coliformes Thermo tolérants</b>
<b>CTX</b>	<b><i>Choléra Toxine</i></b>
<b>E</b>	<b>Est</b>
<b>E. coli</b>	<b>Escherichia coli</b>
<b>EPA</b>	<b>Eau peptonée Alcaline</b>
<b>ERI</b>	<b>eaux résiduaires industrielles</b>
<b>GNAB</b>	<b>Gélose Nutritive Alcaline</b>
<b>h</b>	<b>heure</b>
<b>H</b>	<b>Hecktoen</b>
<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>l'eau</b>
<b>MES</b>	<b>matières en suspension</b>
<b>mm</b>	<b>millimètre</b>
<b>ml</b>	<b>millilitre</b>
<b>MO</b>	<b>matières organiques</b>
<b>N</b>	<b>Nord</b>
<b>OMS</b>	<b>Organisation mondiale de la sante</b>
<b>O.R.L</b>	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>pH</b>	<b>potentiel hydrogène</b>
<b>PNUE</b>	<b>Programme des Nations Unies pour l'Environnement</b>
<b>SF</b>	<b>Streptocoque Fécaux</b>



## RESUME

Cette étude contribue à la détermination de la qualité bactériologique de l'eau de 2 plages 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 sites (Grande plage et L'Usine) ont été pris en considération afin d'avoir une estimation de la pollution bactérienne du littoral.

L'analyse bactériologique fait ressortir que les eaux des deux plages ne présentent aucune contamination par les coliformes thermotolérants, les vibrions cholériques et les salmonelles.

Toute fois, les coliformes totaux enregistrent les taux les plus élevés en mars avec 43 et 75 UFC/100 à grande plage et l'usine respectivement.

Une faible présence des streptocoques est signalée à la grande plage en mois de mars marquant des valeurs inférieurs a 5 UFC/100ml.

Tenant compte des normes Algériennes de la qualité bactériologique des eaux de baignade, les plages échantillonnées dans ce travaille sont de bonne qualité et ne présentent aucun danger sur les baigneurs.

**Mots clés :** Littoral d'El Kala, Grande plage, L'Usine, Qualité Bactériologique.

## ABSTRACT

This study contributed to the determination of the bacteriological quality of the waters of two beaches on the coast of El Kala by identifying and counting coliforms, streptococci, salmonella and bacteria that are among the pathogenic microbes responsible for the degradation of the sea. Water quality . Two sites (Grande plage and L'Usine) were taken into account in order to obtain an estimate of the bacterial contamination of the coast.

Bacteriological analysis showed that the waters of the two beaches did not show any contamination by heat-resistant coliforms, vibrio cholera and salmonella. However, total coliforms recorded the highest levels in March with 43 and 75 CFU/100 in the high and plant range respectively.

A low streptococcal presence was reported on the main beach in March, indicating values below 5 CFU/100ml.

Taking into account the Algerian standards for the bacteriological quality of bathing water, the beaches sampled in this work are of good quality and do not pose any danger to swimmers.

**Keywords:** El Kala coast, Grande plage, L'Usine, bacteriological quality

## المخلص

ساهمت هذه الدراسة في تحديد الجودة البكتريولوجية لمياه شاطئين على ساحل القالة من خلال تحديد وإحصاء القولونيات والعقديات والسالمونيلا والبكتيريا التي تعتبر من الجراثيم المسببة للأمراض المسؤولة عن تدهور البحر. جودة المياه. وقد تم أخذ موقعين (Grande plage و L'Usine) في الاعتبار من أجل الحصول على تقدير للتلوث البكتيري للساحل.

أظهر التحليل البكتريولوجي أن مياه الشاطئين لم تظهر أي تلوث من قبل القولونيات المقاومة للحرارة ، ضمات الكوليرا والسالمونيلا. ومع ذلك ، سجل إجمالي القولونيات أعلى المستويات في مارس مع 43 و 75 CFU / 100 في النطاق العالي والمصنع على التوالي.

وقد تم الإبلاغ عن وجود منخفض للمكورات العقدية على الشاطئ الرئيسي في مارس ، مما يشير إلى أن القيم أقل من 5 CFU / 100ml.

مع الأخذ في الاعتبار المعايير الجزائرية للجودة البكتريولوجية لمياه الاستحمام ، فإن الشواطئ التي تم أخذ عينات منها في هذا العمل ذات نوعية جيدة ولا تشكل أي خطر على السباحين.

الكلمات المفتاحية الجودة البكتريولوجية ، ساحل , القالة, L'Usin, Grande plage

# INTRODUCTION

## Introduction

L'eau est à l'origine de la vie sur terre. Elle recouvre les trois quarts de la surface de notre planète. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants et a façonné, depuis longtemps, notre environnement et directement influencé le mode de vie des hommes **(Henri, 2012)**.

La mer est l'exutoire de la majorité des résidus de l'activité humaine, elle est considérée comme une poubelle ou plus précisément une décharge publique.

La préservation de la santé publique contre les maladies à transmission hydrique est devenue dans le monde une préoccupation majeure des gouvernements, ainsi l'eau non traitée ou polluée est responsable de maladies graves chez l'homme, bien souvent mortelles dans les pays en voie de développement. L'eau véhicule des virus, des bactéries, des parasites, des micro-organismes végétaux ou animaux, qui peuvent provoquer des maladies graves, voire mortelles pour l'être humain.

Les zones littorales, particulièrement méditerranéennes, représentent à la fois un terrain essentiel d'activité humaine et économique, mais aussi un potentiel vital de ressources naturelles, renouvelables ou non. Le littoral méditerranéen, notamment en Algérie, est soumis aux risques de pollution et aux enjeux de préservation de l'eau. Depuis la fin des années 90, le littoral Algérien connaît des transformations profondes et brutales ; si toutes ne sont pas apparentes, un phénomène au moins est directement perçu par les populations qui y résident : celui de sa dégradation **(BOUROUMI M.T, 2014)**

En Algérie, l'une des causes majeures de la pollution marine reste la contamination bactérienne par les eaux usées **(HAMDI et AIT KACI, 2008)**. Ces eaux contiennent une large gamme de bactéries et de virus ainsi que des parasites qui peuvent

être à l'origine de graves épidémies. Ces dernières sont liées à la consommation directe des eaux contaminées ou à l'inhalation ou au contact cutané d'eaux contaminées lors de son utilisation à des fins récréatives comme la baignade (**GAUJOUS, 1995, FESTY et al, 2003, RODIER, 2009**).

La qualité de l'eau de baignade est régie par un certain nombre de directives et de décrets, algériens et européens, qui délimitent deux types de valeurs seuils, à savoir les valeurs guides et les valeurs limites. Celles-ci permettent de définir deux catégories de qualité des zones de baignade : les zones de bonne qualité et les zones de moyenne voire mauvaise qualité (**OUAMANE S, 2014**)

Cette étude entreprise du mois de janvier à Mai 2022, est une contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau de mer de la willaya d'El Tarf, plus précisément le littoral d'El Kala, à travers une recherche et une identification des bactéries pathogènes (coliformes, streptocoques, salmonelles et vibrions).

# **GENERALITES**

## I. Généralités

Dans notre planète bleue, l'eau et la vie sont indissociables. L'eau se trouve partout, elle est en effet le constituant majeur de la matière vivante à la surface du globe. L'eau existe sous de multiples aspects, sous forme de pluie, de cours d'eau, de vapeur, de nuages... Elle est partout, la plus grande quantité est retenue dans les mers, les océans et dans les nappes souterraines. En plus de l'eau sous sa forme libre à la surface de la terre et de glace dans les glaciers, l'eau est l'un des composants majeurs de l'atmosphère et des organismes vivants, dont elle constitue de 50 à 90 % du poids

### I – 1 - L'eau

L'eau appelée aussi Oxyde de dihydrogène, elle est partout présente dans la nature. C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**BERNARD, 2007**). L'eau est un corps pur dont la molécule est composée de deux atomes d'hydrogène (H) reliés un atome d'oxygène (O). Sa formule chimique est H<sub>2</sub>O (**fig.01**). Voici deux représentations de la molécule d'eau (**ANONYME 1**).

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



**Figure 01:** Molécule d'eau.

## I-2- Le cycle de l'eau

L'eau recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km<sup>3</sup> dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (**LELERC et al., 1977**). La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux (**fig.02**).

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit: directement par ruissellement ou indirectement par infiltration: Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences (**VILAGINES ; 2000**).

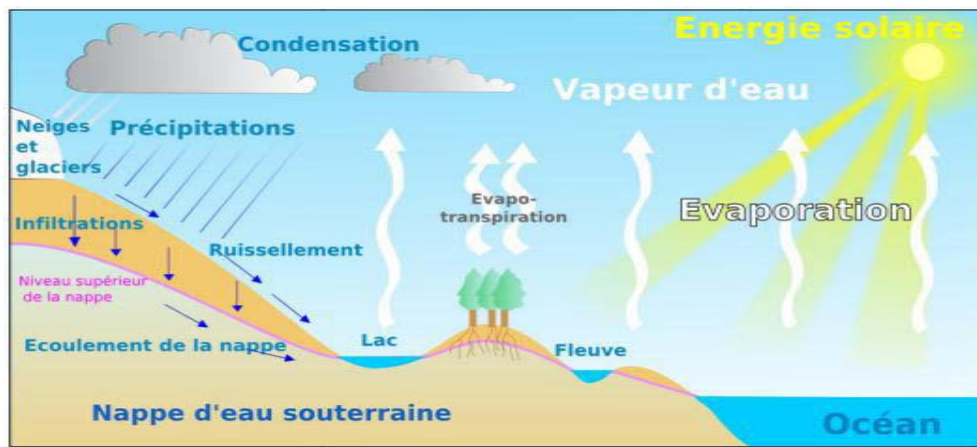


Figure 02 : les différentes phases du cycle de l'eau. (MOUFFOK, 2008)

### I-3- la pollution marine

#### I-3-1 Définition de l'eau de mer

L'eau est la plus importante source vitale, présente partout dans la nature. C'est un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus. Un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (BERNARD, 2007).

L'eau, élément indispensable à la vie, est une part essentielle du patrimoine mondial, mais aussi essentielle aux activités humaines (Agricultures, industrielles, domestiques...) (DESJARDINS, 2009).

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas Moyen de s'approvisionner en eau douce (BOEGLIN, 2009). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L (HUOT, 2010).

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone, azote, phosphore, oligo-éléments), des matières organiques (teneur comprise entre 0.5 et 2mg) et, naturellement à l'état

dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7.5 et 8.4. (**RAPINAT, 1982**).

### **I-3-2 Définition de la pollution marine**

La pollution ou la contamination de l'eau peut être 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 (**TEKFI, 2006**).

La pollution bactériologique n'est donc qu'une des modalités possibles de la perturbation anthropique des milieux marins qui comprend aussi la pollution chimique, la pollution thermique, les effets liés à des apports macro déchets, de matières sédimentaires ou l'introduction d'espèces allochtones. (**IFREMER, 2005**).

### **I-3-3-Les types de pollution**

#### **I-3-3-1-Pollution physique**

Elle peut être thermique, radioactive ou due au transport de matières en suspension. Ces dernières créent la turbidité qui donne à l'eau un aspect peu agréable, causent des dommages aux poissons et freinent le développement des organismes photosynthétiques. Les pollutions radioactives et thermiques proviennent quant à elles du rejet de radio-isotopes ou d'eaux chaudes ayant servi au refroidissement des centrales électriques et nucléaires. Les conséquences directes de ce rejet, est l'élévation de la température des eaux naturelles, ce qui modifie le taux d'oxygène, augmente l'activité cellulaire et la respiration de la biocénose, diminue la diversité du phytoplancton et peut provoquer la prolifération d'espèces thermophiles (**DUVIGNEAUD P., 1974**).

#### **I-3-3-2-Pollution chimique**

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : déchets industriels minéraux et organiques. Ils peuvent être dégradables (substances dont la

nature est modifiée ou la quantité réduite par des phénomènes biologiques, chimiques ou physiques) ou non dégradables (ne sont pas modifiés par les processus biologiques qui se déroulent dans les eaux naturelles) (KNEESE, A.V. 1967). Ce sont les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés, les hydrocarbures, les détergents. Certains éléments toxiques (plomb, arsenic, mercure...) dits bio-accumulables, peuvent, à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton, atteindre l'Homme, et provoquent des altérations graves de certains organes (ANONYME 2003).

#### **I-3-3-3-La pollution domestique**

les effluents (rejets d'eaux usées) contiennent : des germes fécaux, des sels minéraux ( azote ,potassium) , des détergents , de fortes teneurs en matières organiques .



**Figure03 : Pollution des eaux usées (plage El Mordjane El Kala 2022)**

#### **I-3-3-4-La pollution industrielle**

Elle provient des usines et contient une grande diversité de produits issus de l'activité humaine : des graisses et matières organiques, des hydrocarbures, des métaux, des matières radioactives provenant des activités nucléaire, industrielle, médicale, et scientifique, de l'eau chaude. (fig.04)



**Figure04 : Pollution eaux usées industrielles (1 : [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com) )**

### **I-3-3-5 La pollution agricole**

provenant des fermes ou des cultures , caractérisée par : de forte teneurs en minéraux ( azote , phosphate, potassium ) provenant des engrais , de la matière organiques et des germes provenant des élevages , de la présence de produits chimiques de traitements des terres (insecticides, pesticides , fongicides , engrais chimiques ) (fig.05) (DAHAL .A , 2021).



**Figure05 : La pollution agricole (2 :<http://www.carideal.com> )**

### **I-3-3-6 Pollution microbienne**

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites (Tab.1) (ANONYME1999).

**Tableau n°01 : Concentration de quelques micro-organismes dans les eaux usées urbaines brutes (HASLAY et LECLAIRE, 1993)**

	Micro-organisme							
Concentration	<i>Escherichia coli</i>	<i>Streptococcus faecalis</i>	<i>Salmonela</i> 1700 types	<i>Mycobactérium</i> (au moins 80 sérotypes)	Entérovirus (plus de 100 sérotypes)	<i>Giardia lamblia</i> (kystes)	Helminths (oeufs)	Bactériophages
	107/litre	107.108/litre	250/litre	105 à 106 /litre	80 à 2000 NPPUC/litre	8.104/litre	30/litre	3.103 à 106/litre

**NPPUC** : Nombre le plus probable d'unités cytopathogènes.

Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve dans l'appareil digestif de l'Homme et des animaux (**fig.06**). L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface (**ANONYME, 2002**).



**Figuer06 : Pollution bactériologique de l'eau (3 : <http://www.economiesolidaire.com>)**

### I-3-4-Les sources de la pollution d'eau

#### Rejets d'effluents urbains

Ces rejets sont de deux origines : origine domestique et origine industrielle (tab.02 ).

**Tableau n° 02 : Les origines d'effluents urbains([www.polmar.com](http://www.polmar.com)).**

	Rejets agricoles	Rejets industriels	Rejets urbains
Matières organiques	Essentiellement engrais et déjection animale	Rejets de l'industrie agroalimentaire et des papeteries.	Essentiellement dans les eaux usées
Nutriments	1/3 des phosphates 2/3 des nitrates (engrais azotés, épandage de lisiers)		2/3 des phosphates 1/3 des nitrates (rejets d'eaux usées)
Produits toxiques	Herbicides, pesticides, insecticides.	Très variables selon le type d'industries et le procédé de fabrication utilisé ; en réduction sensible depuis 20 ans.	Essentiellement dans les urbains de temps de pluie : métaux lourds, hydrocarbures.
Rejets bactériens ou Viraux	Lessivage des surfaces polluées par les déjections des animaux.		Essentiellement les rejets urbains de temps de pluie.
Matières en suspension	En augmentation du fait de la modification des pratiques culturales (remembrement, modification du sens des labours, etc.)	Industries chimiques.	Essentiellement les rejets urbains de temps de pluie.
Eau chaude		Rejets des centrales électriques, qu'elles soient thermiques ou nucléaires.	
Déchets visibles	Plastiques	Colorants	Irisations dues aux hydrocarbures, sacs plastiques, etc. Proviennent surtout des rejets urbains temps de pluie

**I-3- 4-1Eaux usées domestiques**

Essentiellement porteuses de pollution organique et se répartissant en eaux ménagères ou grises (salles de bains et cuisines) généralement chargées en détergents, en graisses, en solvant et en débris organiques ; et en eaux vannes (rejets des toilettes) caractérisées par une importante charge en diverses matières organiques azotées et en germes fécaux et pathogènes (**OUAFAE EL HACHEMI, 2012**).

**I-3- 4-2- Eaux usées industrielles**

Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent aussi contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures (**OUAFAE EL HACHEMI 2012**).

**I-3- 4-3-Eaux usées pluviales**

Pendant les périodes orageuses, elles peuvent constituer une importante source de pollution des cours d'eau. Quand l'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) pendant son ruissellement, elle se contamine par des résidus: huiles de vidanges, carburants dans le périmètre urbain, et engrais et pesticides en zones rurales (**MECHAI DEBABZA M., 2005**).

**I-3- 4-Eaux usées d'origine agricole**

Les engrais, indispensables à l'agriculture moderne, modifient la faune et la flore naturelle des cours d'eau et la composition chimique des eaux souterraines (ruissellement et lessivage par les eaux naturelles). Ces engrais sont composés de nitrates, phosphores, insecticides et herbicides chlorés et phosphorés, détergents, mouillants et matières organiques fermentescibles (**MECHAI DEBABZA M., 2005**).

**I-3- 5- Effets de la pollution de l'eau :**

Parmi les principaux effets de la pollution de l'eau, on cite :

- ✓ La dégradation de la qualité de l'eau en la rendant impropre aux usages souhaités.
- ✓ Les maladies à transmission hydrique.

- ✓ La destruction des organes bienfaisants et le bouleversement du processus d'autoépuration et éventuellement la modification de façon défavorable du milieu vivant (**ARRIGNON, J. 1976, PONTANEL, H.G .GUIDICELLI, C. P., 1993**).

Dans le même contexte, on peut citer le phénomène d'eutrophisation. C'est une fertilisation excessive des eaux due à un apport massif de composés azotés et phosphorés provenant de l'activité agricole et des rejets domestiques et industriels. Ces composés favorisent le développement des micro-algues (phytoplanctons) et des macro-algues qui constituent le premier maillon de la quasitotalité des chaînes alimentaires. L'eutrophisation induit un dysfonctionnement de l'écosystème, elle conduit à son asphyxie par épuisement des réserves d'oxygène (**PONTANEL, H.G .GUIDICELLI,C.P 1993**).

### **1-3-6-Risques liés à la baignade dans les eaux polluées.**

La baignade dans les eaux naturelles peut entraîner un contact plus ou moins intense avec des germes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau en plus ou moins grande quantité (**FESTYET al., 2003**).

La contamination a lieu par contact direct avec des eaux polluées (baignades) qui produit des affections cutanéomuqueuses diverses (rhino-pharyngites, oculaires, otites, dermatoses,...). (**SOUIDI, 2008**)

#### **➤ La fièvre typhoïde**

La fièvre typhoïde (du grec tymphos, torpeur) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse découverte en 1818 par Pierre Bretonneau, causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des salmonelles. Son diagnostic est souvent difficile d'où l'importance d'évoquer une typhoïde devant toute fièvre qui dure, habituellement associée à des troubles digestifs ou neurologiques (**ROGEAUX, 1991 ; JAMAI et al., 2010**).

### ➤ Le choléra

Maladie contagieuse d'origine bactérienne *Vibrio cholerae* qui provoque des infections intestinales aiguës, elle provoque la mort en quelques heures, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (**ANONIME 4**). En 1961, débute la 7ème pandémie mondiale ; en 1990, 69 631 cas sont déclarés dans le monde ; en 1991, le choléra apparaît au Pérou (300 000 malades avec près de 3 000 décès) et s'étend, rapidement, sur l'Amérique du sud et central. Dans le même temps, on assiste à une recrudescence en Afrique ; une flambée épidémique est responsable de plus de 10 000 morts Le choléra ne s'éteint pas. Il apparaît au Bangladesh, en 1993, faisant 107 000 victimes, provoquant 1 500 décès. (**MONJOUR, 1997**).

En Algérie, Le choléra, introduit en 1971 et constater 1332 cas et 110 décès, le pic choléra peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique national en 1986 (8000 cas clinique de choléra et 450 décès), le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis le début des années 1990(**BAZIZ, 2008**) Cette année (2018) le choléra revient est constaté dans les wilayas de **Bouira** (Haouch Mrabhia, Raouraoua), **Blida** (Quartier Khazrouna, et Berayane), **Tipaza** (Hamr El Ain) 217 cas suspects provoque la mort de deux cas :

### ➤ La gastro-entérite

Appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin. Il reste entendu que la majorité de ces syndromes ont une origine bactérienne. Les *Salmonella*, *chigella*, coliformes, *E.coli* entérotoxigènes, plus rarement des staphylocoques entérotoxiques, participent à ces maladies. (**FESTY et al., 2003 ; MAUX et SIMONART, 2010**).

Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée (**MASSCHELEIN, 1996 ; HORDE, 2014**).

### ➤ Les maladies de la sphère O.R.L et oculaire

Les conjonctivites sont les maladies les plus rencontrées chez les baigneurs. Les responsables de ces affections oculaires appartiennent au groupe de Chlamydozoons, notamment à *chl. Oculogenitale*, dont l'homme représente le réservoir (**BOUZIT et al., 2016**).

### I-4-Microorganismes pathogènes

Certaines espèces de bactéries sont pathogènes et peuvent vivre dans les eaux du littoral que ce soit à vocation récréative, industrielle et/ou commerciale. La présence de nombre d'entre eux résulte de la contamination des eaux généralement par des déchets.

La détection des microorganismes pathogènes dans les eaux du littoral à usage récréatif présente actuellement des défis trop grands pour qu'on puisse recommander qu'elle fasse partie d'un programme de surveillance régulière. Seules des circonstances spéciales, comme des enquêtes épidémiologiques sur l'apparition de maladies à transmission hydrique « M.T.H », justifient la mise en place d'une surveillance, dans certains pays (France, Canada), le contrôle sanitaire est mis en place.

Les indicateurs fécaux comme *E. coli* et les entérocoques sont les meilleurs substituts disponibles pour prévoir la présence de microorganismes entériques pathogènes. Leur détection laisse présager la présence possible de ces microorganismes. Toutefois, l'absence des indicateurs fécaux recommandés ne signifie pas nécessairement qu'il n'y a pas d'organismes pathogènes.

#### I-4-1-L'analyse microbiologique

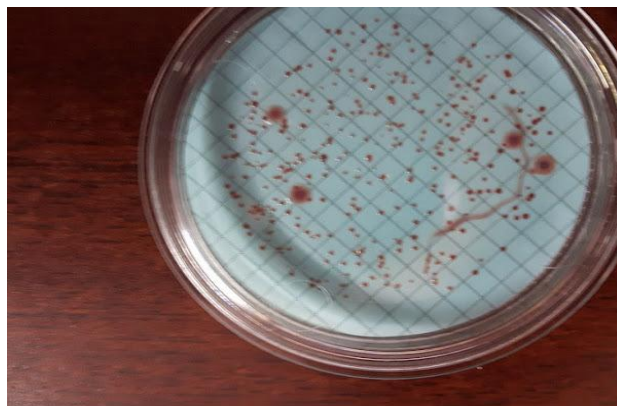
L'analyse microbiologique de l'eau distribuée à la consommation basée sur la recherche des "**microorganismes indicateurs de contamination fécale**" (**[www.oieau.fr](http://www.oieau.fr)**). Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes, mais leur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

### I-4-2-Les germes totaux

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies à 22°C et 37°C s'effectue dans la gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA. La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaires. Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**RODIER, 2005**).

#### I-4-2-1-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 *Escherichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella*. (**fig.07**) 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 (**BERCHE et al., 1991**).



**Figure 07 : Coliformes totaux (4 : environnement-contrôle-protection-inc)**

### I-4-2-2-Coliformes fécaux

Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Eschericia Coli* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacter freundii*, *Entérobacter aerogenes*, *Klebsiella pneumoniae*...etc.) (BERCHE et al., 1991).

Les coliformes fécaux (fig.08.) répondent aux critères de bons indicateurs, la principale difficulté qui s'attache à leur emploi, est leur survie relativement courte en eau de mer, ce qui peut exiger un recours à des indicateurs supplémentaires (PNUE/OMS, 1977).



Figure08 : Coliformes fécaux . (5 :fr.sawakinome).

#### *Escherichia coli* :

##### □ Définition :

Le terme « *E. coli* » correspond à des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane et ont les caractères biochimiques propres à cette espèce (RODIER, J, 1996) L'*Escherichia coli* (*E. coli*) est une bactérie habituellement peu ou non pathogène (fig.09). Elle est présente dans l'intestin et les voies excrétrices de l'homme et des animaux, et représente la majeure partie des coliformes fécaux. Dans les eaux superficielles, l'*Escherichia coli* est un bon indicateur de contamination fécale d'origine récente liée à la présence humaine.

L'analyse consiste en une culture d'une fraction de l'effluent, puis en un dénombrement des bactéries vivantes cultivables. Son résultat s'exprime en unité formant une colonie (UFC)/100 ml (SATIN et SELMI, 2006).

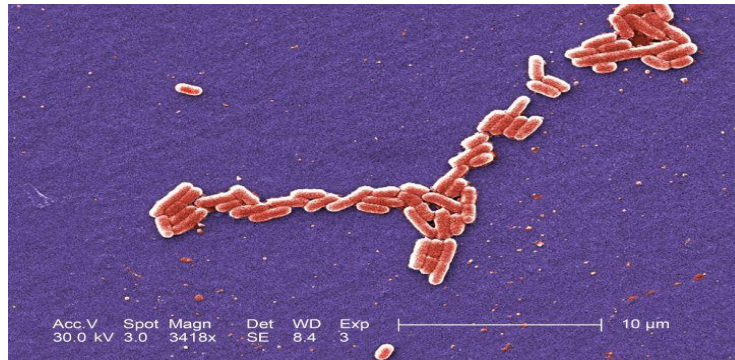


Figure09 :Escherichia coli (6:pixnio.com/fr/science-fr)

#### Intérêt de la recherche et de dénombrement d'*Escherichia coli* :

Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait *Escherichia coli*, en raison de son abondance dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche), et de sa persistance pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie d'une semaine à un mois (CHEUNG, W.H.S et al 1997).

#### I-4-2-3- Streptocoques fécaux

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de LanceField. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs (fig.10). 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 streptocoques fécaux: *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).

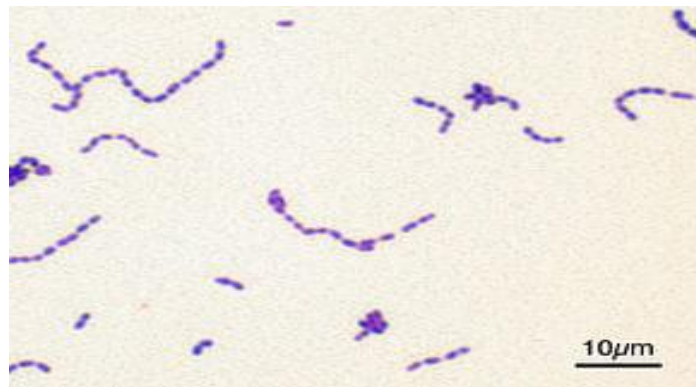


Figure10 : streptocoque fécaux (7 : fr.m.wikipedia.org)

#### I-4-2-4-Salmonelles

Elles appartiennent à la famille des enter bactériacées et sont des bâtonnets mobiles, Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, mais elles ne fermentent pas les saccharoses. 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 (**fig.11**). 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 (RODIER, 2010).

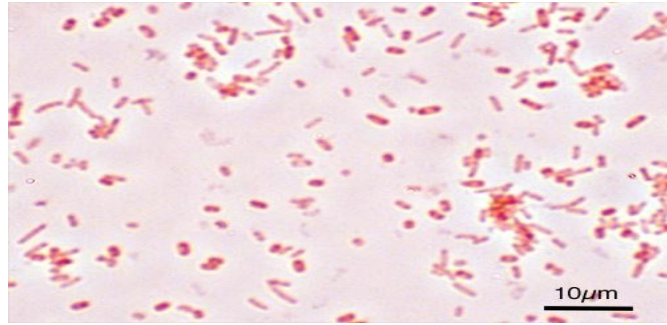


Figure11 : Salmonelles (8: ar.m.wikipedia.org )

#### I-4-2-5- Vibrions cholériques

Les vibrions cholériques sont des bactéries sporulées, incurvées en virgule, très mobiles, elles se multiplient à pH alcalin qui varie de 7 à 9 (fig.12). Le vibrion cholérique est une bactérie responsable du choléra, est rendu pathogène par l'un de ses parasites, le virus CTX, ce dernier rend le vibrion capable de produire une toxine qui provoque les diarrhées mortelles du choléra (BOUTIBA, 2004).

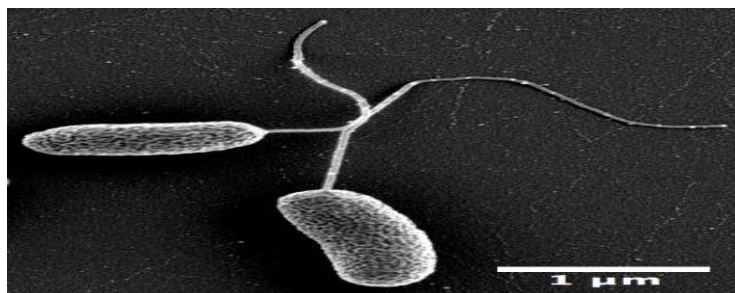


Figure12 : Vibrions cholériques .source (9: cordis.europa.eu)

# **MATERIEL ET METHODE**

## II- MATERIEL ET METHODES :

### II-1 La zone d'étude

Le littoral d'El kala est situé à l'extrême 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 m<sup>3</sup> 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.13**) sur une durée de 06 mois (Janvier, Février, Mars, Avril et Mai 2022) .

#### ➤ Site 01 : La grande plage

Il est situé en zone côtière centre du littoral d'El kala ( $36^{\circ}53'$ N et  $8^{\circ} 27'$ E ) . Il reçoit les rejets urbains des quartiers centre est ouest d'El kala sans traitement préalable ainsi que les eaux de pluie .Il est, par ailleurs, très fréquenté en période estivale.

➤ **Site 02 : Plage El Mordjene A (usine) :** Il se situe à l'ouest de la ville d'El Kala ( $36^{\circ}53'N$   $8^{\circ} 25' E$  ),à l'extrême Est de la plage El Mordjane, communément appelée l'usine . Il reçoit les rejets urbains des quartiers centres et Est ainsi que les eaux de pluie et il est également fréquenté en période estivale.



**Figure 13: Localisation des sites d'échantillonnages, plage El Mordjene et LA grande plage (Google Earth, 2022Modifiée).**

### 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 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

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



Figure 14: Glacière (regaia2022)



Figure 14: Flacons (regaia2022)

**❖ 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  $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .
- Boite de pétri de 45 mm de diamètre.
- Pompe à vide.



**Figure 16 : Appareillage de laboratoire(regaia2022)**

### 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. 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 17: prélèvement des échantillons (regaiia2022).

### ❖ 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).



Figure 18 : Conservation des échantillons dans la glacière (regaia2022).

### ❖ 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. (fig19).

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.

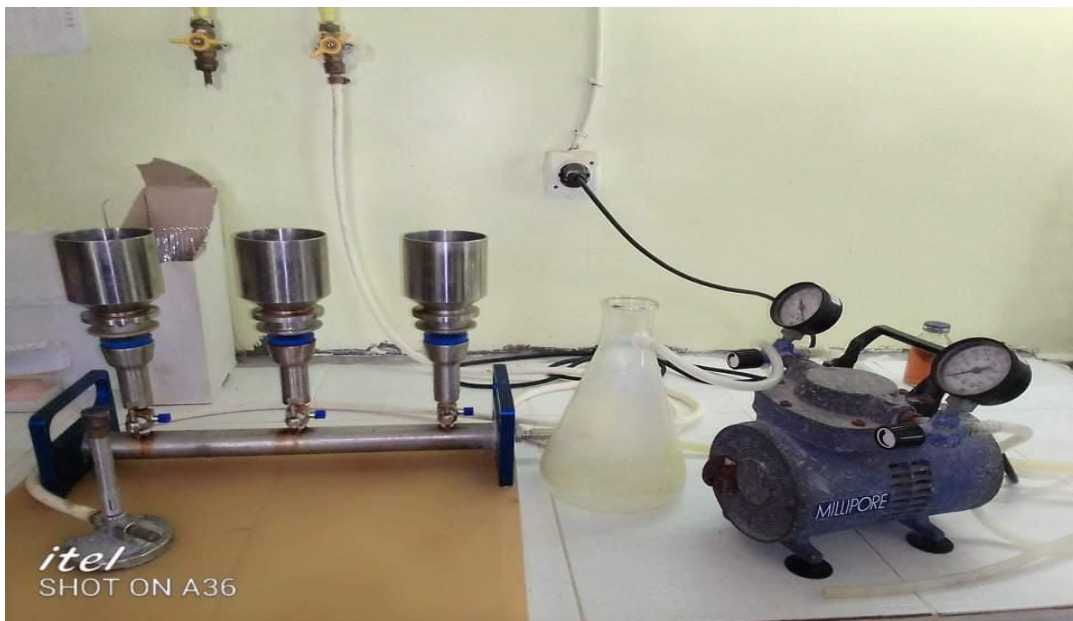


Figure 19 : Rampe de filtration (regaia2022).

### 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 et servira à la recherche des coliformes totaux (L.P.A, 2002).



**Figure 20: Incubation de la boîte de pétri dans l'Autoclave à 37°C(regaia2022).**

## - 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. 21) .

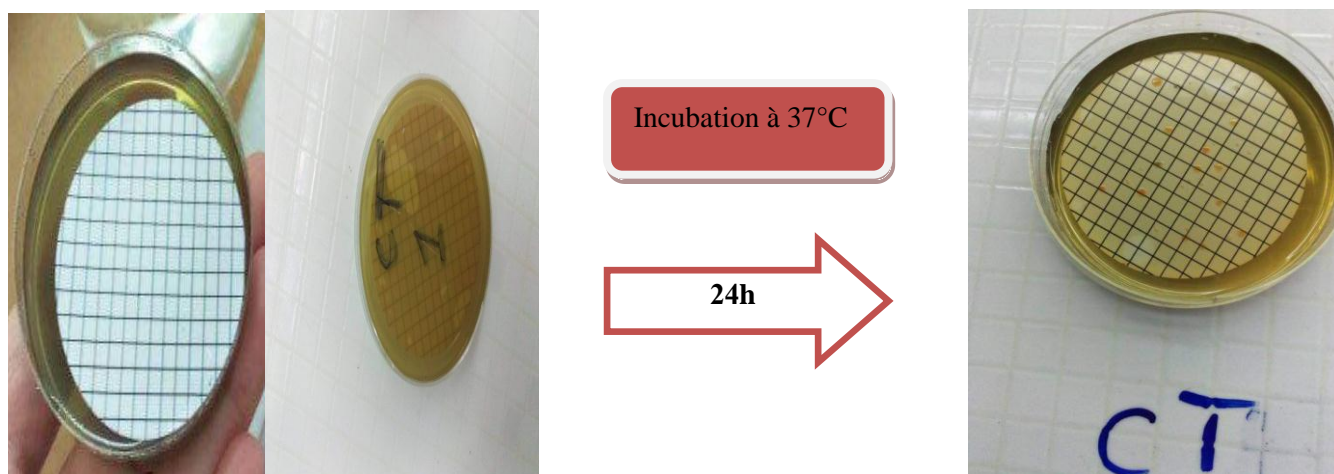


Figure 21: Colonies caractéristiques des coliformes totaux (regaiia2022).

#### 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 et *les Klébsiella* provoquent une coloration jaune paille (D.G.E, 1997).(fig22).

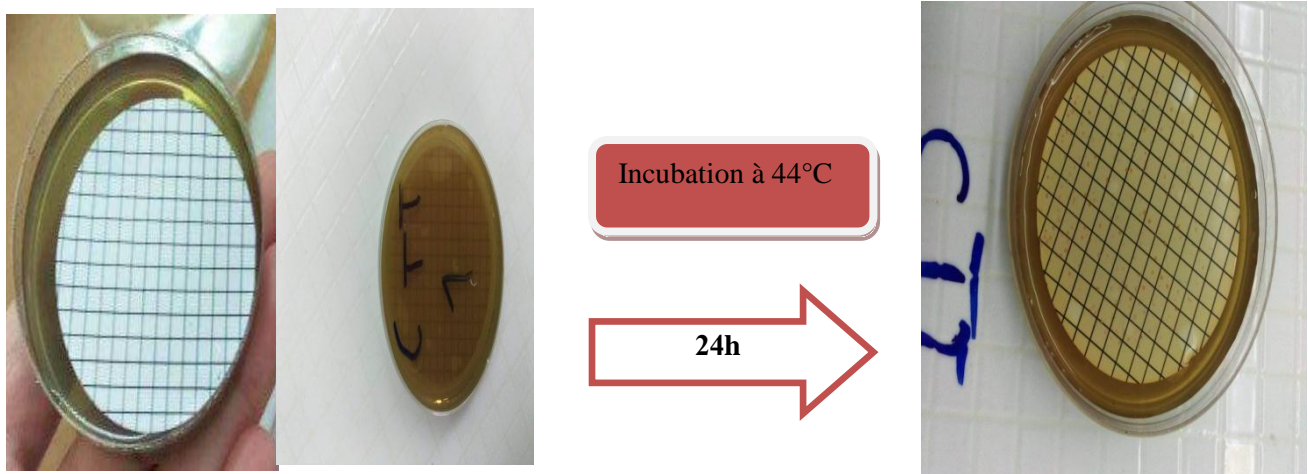


Figure 22: Colonies caractéristiques des coliformes fécaux (regaia2022).

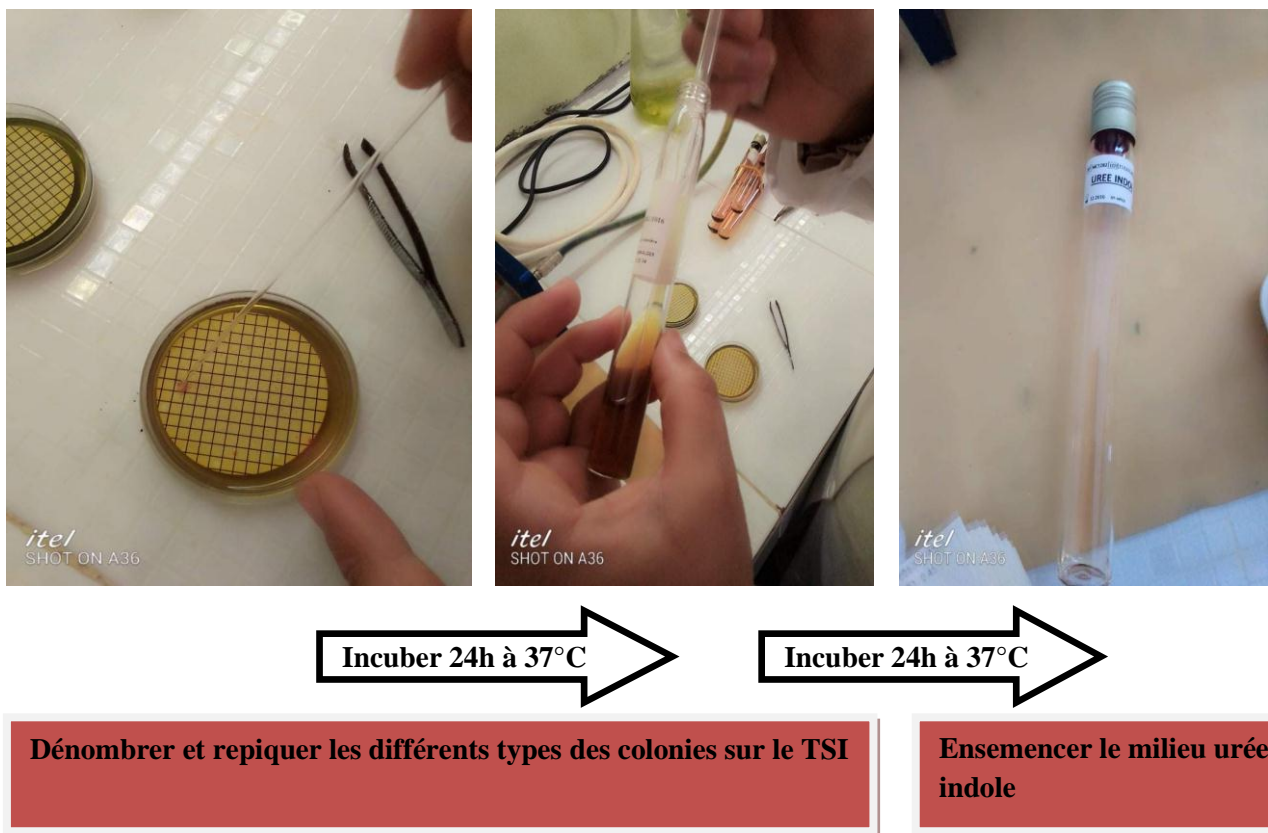


Figure 23: Dénombrement des colonies, cas d'E. Coli(regaia2022).

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

Conformément à la **norme ISO 7899-2** et **norme NFT 90-416** les échantillons on 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 a travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pincette stérile et placer la dans une boite 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**).

### ❖ Remarque importante

Il faut déposer la membrane en la déroulant pour obtenir un contact étroit avec la gélose. La préséance de bulles d'air est signalée par des taches blanches.(**fig.24**) .

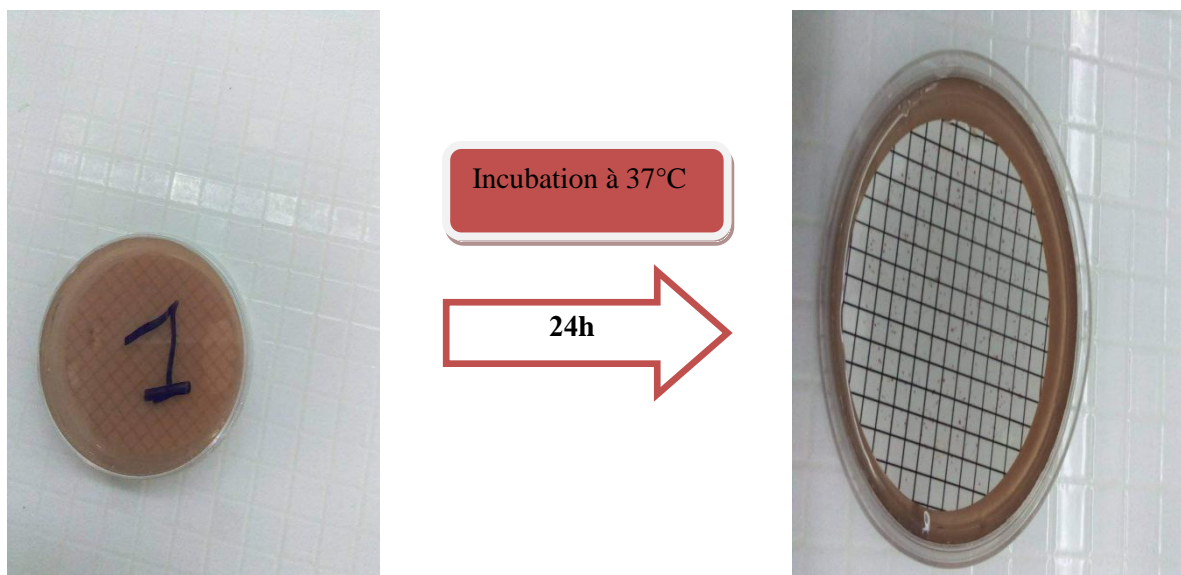


Figure 24: Colonies caractéristiques des streptocoques fécaux(regaia2022).

### 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.

La boîte gélose GNABII subira une lecture qui se limite à la présence ou l'absence de colonies spécifique (HMAIDI *et al*, 2009).(fig.25).

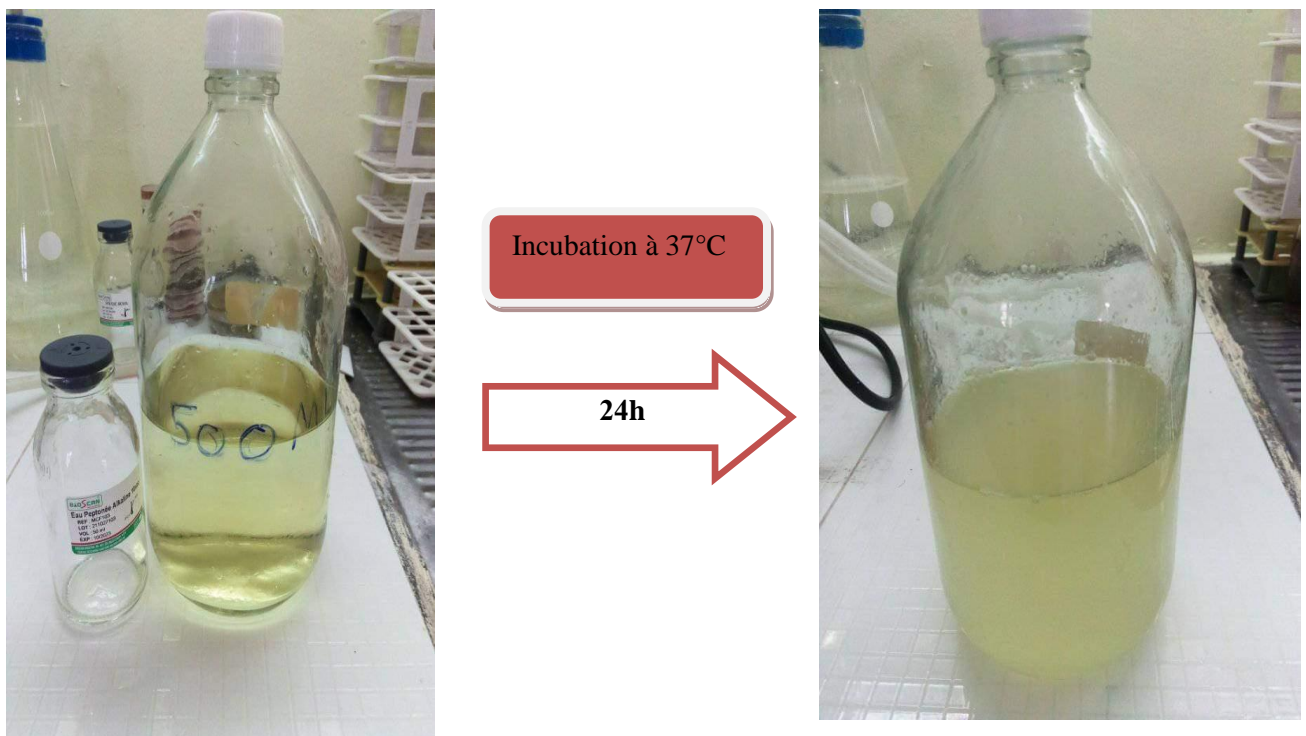


Figure 25: Enrichissement sur milieu eau peptonée alcalin(regaia2022) .

### 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**.
- Après incubation 37°C pendant 18 à 24h, cette solution fera l'objet d'un deuxième enrichissement (SFBII) 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).(fig. 26).

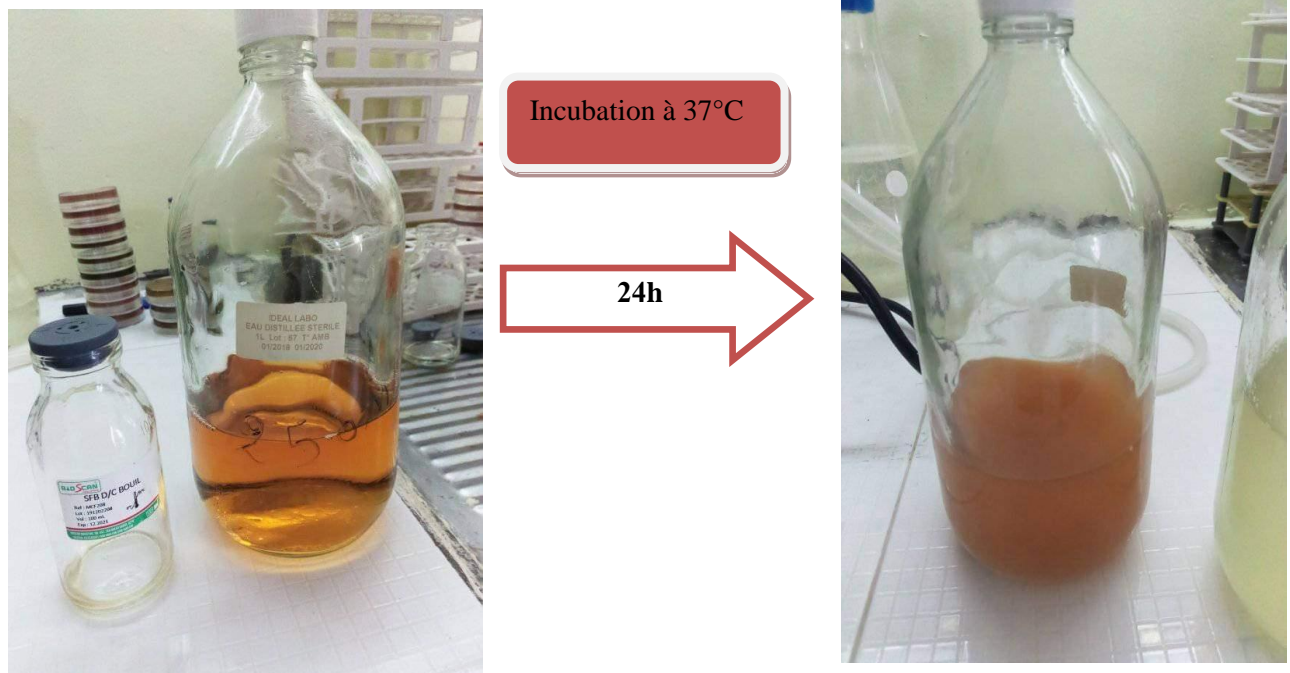


Figure 26 : Enrichissement sur le sélénite-cystéine (regaia2022).



**RESULTATS  
ET  
DISCUSSION**

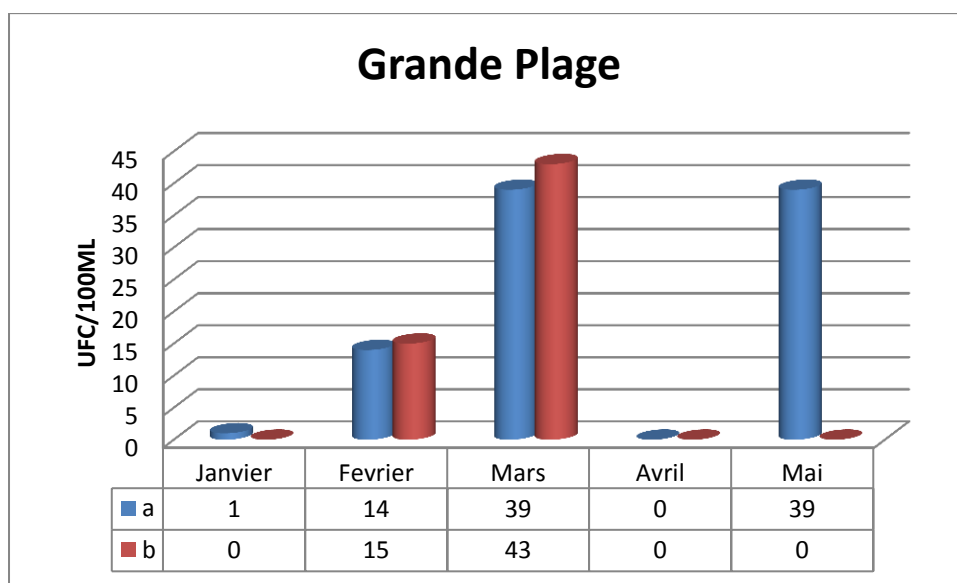
**III.Résultats**

**III.1 Les coliformes totaux**

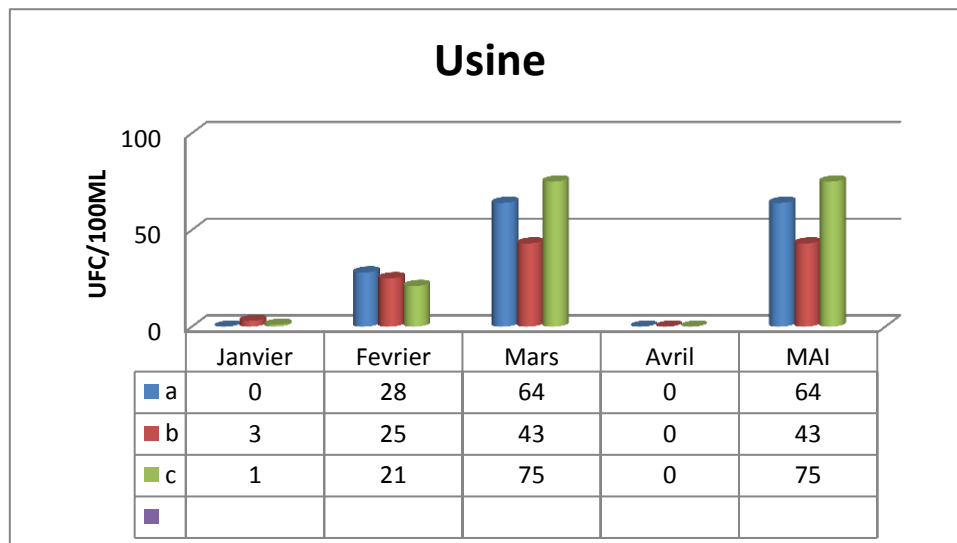
Les figures 26 et 27 Montrent que c'est en mois de Mars et Mai que les concentrations les plus élevées sont enregistrées au niveau des deux plages concernées dans cette étude, avec des valeurs comprises entre 30 et 75 UFC/100ml.

C'est en Janvier et Avril que les taux les plus faibles à négatifs sont relevés dans les échantillons prélevés dans grande plage et l' Usine (**fig.26**).

Par ailleurs, des taux moyens de 14 a 28 UFC/100ml sont observés en mois de février dans les deux sites concernés.



**Figure27 : Variation mensuelle des Coliformes totaux dans la grande plage**



**Figure28 : Variation mensuelle des Coliformes totaux dans la plage Usine**

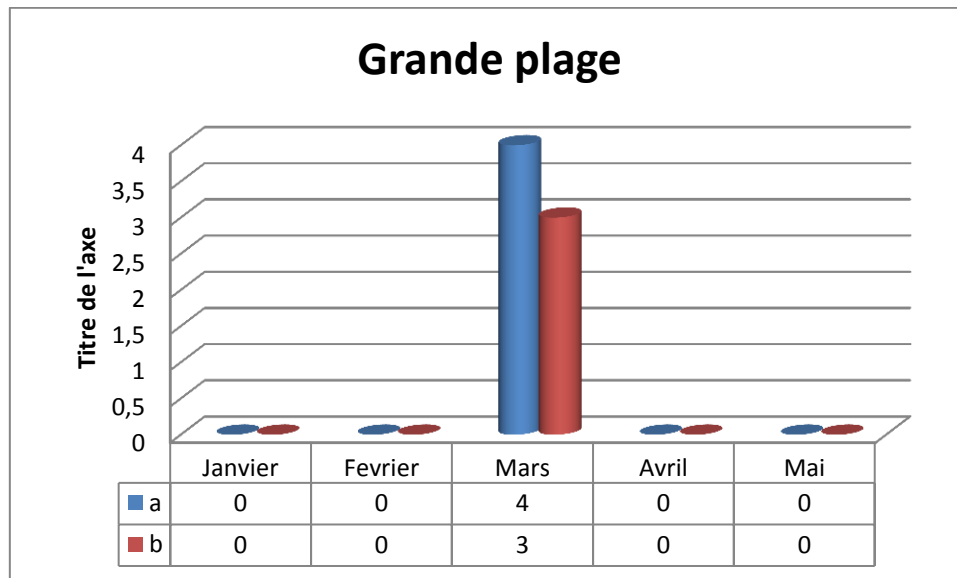
### III.2-Les coliformes thermo tolérants

Les résultats obtenus révèlent l'absence totale de ses germes aussi bien dans la grande plage que dans l'usine.

### III.3-Les streptocoques

L'analyse bactériologique des échantillons d'eaux prélevés dans la grande plage font apparaitre une contamination qui ne dépasse pas 5 UFC/100ml. (**fig.28**)

Quand a la plage de l'Usine elle est indemne de toute contamination.



**Figure 29: Variation mensuelle des Streptocoques dans la grande plage**

### III.4-Les Salmonelles

Ces germes ne sont pas détectés au niveau des différentes stations analysées des plages prises en considération dans cette étude.

### III.5-Les Vibrions cholériques

Au cours de cette étude nous avons remarqués une absence des Vibrions cholériques dans l'eau des plages échantillonnées.

## VI. Discussion

Selon le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), 80 % des pollutions marines sont d'origine terrestre et anthropique (PNUE, 2010). Ce sont les eaux usées domestiques, les plastiques, les rejets industriels, les pesticides et les engrais agricoles.

Selon l'Organisation internationale des Nations Unies, la pollution marine est définie comme étant "l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, de substances ou d'énergie dans le milieu marin (y compris les estuaires) occasionnant des effets néfastes tels que des nuisances envers les ressources biologiques, des risques pour la santé de l'homme, des entraves aux activités maritimes (y compris la pêche), une altération de la qualité de l'eau de mer du point de vue de son utilisation et une dégradation des valeurs d'agrément" (ONU, 2010).

L'évolution de la qualité bactériologique des eaux de 2 plages échantillonnées au niveau du littoral d'El kala montre que ce sont des sites qui présentent des pics en Mars et Mai avec des valeurs comprises entre 39 et 43 UFC/100ml à grande plage et des taux compris entre 43 et 75 UFC/100ml à L'usine. Le dénombrement des streptocoques marque des taux inférieurs à 5 UFC/100ml à grande plage et des valeurs nulles à L'Usine.

**POMMEPUY, 1987**, cite le rôle important de la sédimentation dans la décontamination de l'eau de mer: les bactéries rejetées dans le milieu marin sont, pour la plupart, fixées sur les matières en suspension. Dans certaines conditions, elles sédimenteraient assez rapidement, et survivraient dans les sédiments. L'agitation due aux courants et aux vagues aurait pour conséquence la remise en suspension de particules chargées de bactéries viables.

Des résultats similaires ont été obtenus à travers les études réalisées sur le littoral D'El kala et qui confirment les faibles taux en coliformes et streptocoques et l'absence totales de salmonelles et de vibrions cholériques dans multiples sites et plages

échantillonnées.. (SADOUNI D., 2018, DEDJANI C ET HAMIS N, 2014, GHERAIBIA I ET DAOUDI S., TOWATI H., 2015 ET SIAB N., 2019).

D'après les normes de salubrité fixées par le décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993 pour le suivi de la qualité bactériologique des eaux de baignade en Algérie, les eaux des deux plage sont dans la catégorie bonne qualité, du fait que, les valeurs guides dans cette catégorie sont comme suit :

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

L'Eau est une riches se naturelle indispensable à toute vie sur terre. Cependant, elle peut être exposée à de multiples dangers notamment à la pollution qui pose de graves problèmes de santé à la population et constitue un obstacle à la prospérité de la société. Elle peut également nuire aux ressources biologiques, à la flore et à la faune marines et gêner toute utilisation légitime de la mer .La pollution bactériologique est typiquement humaine et animale. (HEBBAR. C, 2005).



# **CONCLUSION**

## V. Conclusion

Cette étude est une contribution à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique de l'eau de 2 plages (Grande plage et L'Usine) du littoral d'El Kala.

Les résultats de l'analyse bactériologique des eaux des 2 plages révèlent deux pics en Mars et Mai variant entre 39 et 75 UFC/100ml. Les streptocoques enregistrent des taux inférieurs à 5 UFC/100ml dans l'ensemble des stations échantillonnées.

En ce qui concerne les coliformes thermotolérants, les Salmonelles et les Vibrions, l'analyse révèle l'absence totale de ces germes dans les 2 sites d'étude.

L'eau de la grande plage et L'usine sont catégorisées dans l'appréciation bonne qualité, on tenant compte des normes Algériennes de la qualité bactériologique des eaux de baignade fixées par le décret exécutif n° 93-164 du 10 juillet 1993.

**En Perspectives**, il serait judicieux:

- ✚ D'étaler l'étude sur un cycle annuel ;
- ✚ De renforcer l'effort d'échantillonnage ;
- ✚ D'entreprendre un suivi de l'évolution des paramètres physicochimique de l'eau.



**REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

**\*A\***

**ANONYME. (1999).** Le milieu marin et littoral méditerranéen : état et pressions. L'agence européenne pour l'environnement. *AEE, Copenhague, Danemark*, 42p

**ANONYME. (2002).** Caractéristiques environnementales et fonctionnelles du littoral. Diagnostic environnemental- Mission Littoral. *DIREN/INEA*, pp.13-60.

**ANONYME. (2003).** Des prescriptions de protection de l'eau et des milieux aquatiques. *Journal officiel de la république algérienne*, **43**: p13.

**ARRIGNON, J. (1976).** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. *Gauthier-Villars, Paris*, 340p.

**\*B\***

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

**BERCHE P.GAILLARD JEAN-LOUIS et SIMONET-MICHEL(1991).**  
Bactériologie

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

**BOEGLIN J.C. (2009).**Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, traitéenvironnement, G1, 110p

**BOUTIBA Z., 2004.**Dauphins et baleines d'Algérie. *Edition Dar El Gharb*, Oran, Algérie. 107 p.

**BOUROUMI,2014.** Le littoral Algérien entre dégradation et protection du patrimoine, cas de la commune côtière d'Ain el Türck .université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed boudiaf.département d'architecture.pp2-3.

**\*C\***

**CHEUNG, W.H.S., CHANG, K.C.K., HUNG, R.P.S., KLEEVENS, J.W.L. (1990).** Health effects of beach water pollution in Hong Kong. *Epidemiol. Infect.* 105 : 139-162.

**\*D\***

**DEGREMONT. (1989).** Mémento technique de l'eau, tome I. *Degremont, Paris*, 592p.

**DUVIGNEAUD, P. (1974).** La synthèse écologique : population, communauté, écosystème, biosphère, noosphère. *Doin, Paris*, 296p.

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

Desjardins Technique de la gestion et de la distribution de l'eau ; édition (2009).

**Dr. DAHAL A.T.2021.**cours de pollution de l'environnement-Master1 :bioressources marine .Université Chadli Bendjdide- Et-tarf

**DEDJANI CHOUROUK ETHAMIS 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.**

**\*G\***

**GOMELLA, C., GUERREE, H. (1978).** Le traitement des eaux publiques industrielles et privées. *Eyrolles, Paris*, 262p

**GUIRAUD, J. P. (1998).** Microbiologie alimentaire. *DUNOD, Paris*, 652p.

**GAUJOU, 1995** .La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire (2ème éd.)  
Traitement des eaux de refroidissement . FESTY B., HARTEMANN P, LEDRANS  
M., LEVALLOIS P,PAYMENT

**GHERAIBIA IMEN, DAOUDI SABRA ET TOWATI HANA ,2015**. Analyse de la qualité bactériologique des eaux de mer du littoral d'El Kala. (8 pages: 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.**

**\* H\***

**HASLAY, C., LECLERC, H. (1993)**. Microbiologie des eaux d'alimentation. *Technique & Documentation, Lavoisier, 495p.*

**HASLAY C. et LECLAIRE H, 1993**. Microbiologie des eaux d'alimentation. *Ed Lavoisier Tec et Doc. 221- 466.*

**HAMDI M. ET AIT KACI M. (2008)**. Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'embouchure de l'oued Béni-Messous.

Mémoire en Science de la Mer, ISMAL-DEUA sciences de la mer, Alger

**HEBBAR, Chafika 2005** . « Surveillance de la qualité bactériologique des eaux de baignade -Cas des plages d'Ain-Franin et de Kristel » thèse de doctorat, Université d'Oran1 - Ahmed Ben Bella Algérie.

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

**HUOT A. 2010** : Eau et santé. La revue Bio contact, n°200 .

**\* I\***

**IFREMER, 2005**.(l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer).  
Eliminer la pollution chimique des mers.

**\*K\***

**KNEESE, A.V. ,(1967).** Economie et gestion de la qualité des eaux. *Dunod, Paris,* 260p

**\*L\***

**LELERC, et al ,1977 .**Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, p: 94-96.

**\*M\***

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

**MME MECHAI NEE DEBABZA MANEL, 2005.** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba. Université Badji-Mokhtar- Annaba. Thèse de Magister.

**MANCEUR, DJABELLAH et al, 2016 .** Mémoire de Master, Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa Université Larbi Tébessa – Tébessa p12.

**Monique POMMEPUY ,1987 .** « CAPACITE D'ACCEPTATION DU MILIEU MARIN BACTERIOLOGIE DE LA RADE DE BREST » Rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER . Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. Pp 37, 60p .

**\*O\***

**OUAFAE EL HACHEMI , 2012 .**Traitement des eaux usées par lagunage naturel en milieu désertique (oasis de Figuig) : performances épuratoires et aspect phytoplanktonique. Université Mohammed Premier Faculté des Sciences Oujda .

**OUAMANE, S.** Qualité des eaux de baignade dans le golfe de Skikda. Magistère en sciences de la mer, 2014.

**ONU, 2010.** Organisation internationale des Nations Unies. ONU, 2010.

**\* P\***

**PONTANEL, H. G, GUIDICELLI, C. P. (1993).** Protection de la santé : hygiène et environnement. *Frison-Roche, Paris*, 429p.

**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.

**PNUE, 2010.** The Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities. (Consulté 2010 09 17).] URL : <http://www.gpa.unep.org>.

**\*R\***

**RAPINAT M, 1982.** « L'eau », Presse universitaire de France. 1re édition Dunod, Paris. 1384 p.

**RODIER, J. et al . (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. *DUNOD, 8eme édition, Paris*, 1135p.

**RAMADE, F. (1998).** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. *édiscience international, Paris*, 786p.

**RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris Les bactéries des infections humaines. France. Pages :39 , 77, 78, 100 ,138 ,268 , 26.

**RODIER. J., 2010 .** L'analyse de l'eau de mer *9émé éd. DUNOD.* 660-700 p

**\*S\***

**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** .

**SATIN, M. et SELMI, B. (2006)**. Guide technique de l'assainissement. 3e ed. Paris: Le Moniteur Editions.

**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**.

**\*T\***

**TEKFI K, 2006** . « Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées », mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique, université Tlemcen.

**\*V\***

**VAILLANT, J. R. (1973)**. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution : contrôle de déversement d'eaux polluées. *Eyrolles, Paris*, 419p.

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

**SITE INTERNET**

**Anonyme 4.** <https://fr.wikipedia.org>.

**Pollution par les rejets d'effluents urbains.**

[www.polmar.com/guidelamer/pollution](http://www.polmar.com/guidelamer/pollution)

**Pollutions de l'eau**

[www.sos-planete-eau.org/documenter/fiche-inf](http://www.sos-planete-eau.org/documenter/fiche-inf).

**URL.** [www.un.org/french/events/rio92/agenda21/action17.htm](http://www.un.org/french/events/rio92/agenda21/action17.htm).

**L'enquête bactériologique.**

[www.oieau.fr/refea/analyseEau/enquete-bacterio-presGen](http://www.oieau.fr/refea/analyseEau/enquete-bacterio-presGen)

(1) [www.actu-environnement.com](http://www.actu-environnement.com)

(2) <http://www.carideal.com>

(3) <http://www.economiesolidaire.com>

(4) [environnement-contrôle-protection-inc](http://environnement-contrôle-protection-inc)

(5) [fr.sawakinome](http://fr.sawakinome)

(6) [pixnio.com/fr/science-fr](http://pixnio.com/fr/science-fr)

(7) [fr.m.wikipedia.org](http://fr.m.wikipedia.org) [ar.m.wikipedia.org](http://ar.m.wikipedia.org)

(9) [cordis.europa.eu](http://cordis.europa.eu)